

UNIVERSIDAD CATÓLICA SEDES SAPIENTIAE
FACULTAD DE INGENIERÍA



El Last Planner System y su influencia en la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado

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

AUTOR

Ezequiel Miqueas Chavez Martínez

ASESOR

Julio Christian Quesada Llanto

Lima, Perú
2024

METADATOS COMPLEMENTARIOS**Datos del autor**

Nombres	EZEQUIEL MIQUEAS
Apellidos	CHAVEZ MARTÍNEZ
Tipo de documento de identidad	DNI
Número del documento de identidad	74946595
Número de Orcid (opcional)	

Datos del asesor

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

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

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

Datos del segundo miembro

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

Datos del tercer miembro

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

Datos de la obra

Materia*	Last Planner System, riego tecnificado, porcentaje de plan de cumplimiento, análisis de restricciones, Lookahead
Campo del conocimiento OCDE Consultar el listado: enlace	https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.00.00
Idioma (Normal ISO 639-3)	SPA - español
Tipo de trabajo de investigación	Trabajo de Suficiencia Profesional
País de publicación	PE - PERÚ
Recurso del cual forma parte (opcional)	
Nombre del grado	Ingeniero Civil
Grado académico o título profesional	Título Profesional
Nombre del programa	Ingeniería Civil
Código del programa Consultar el listado: enlace	732016

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

FACULTAD DE INGENIERÍA

ACTA N° 118-2024-UCSS-FI/TPICIV

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

Los Olivos, 26 de diciembre del 2024

Siendo el día 26 de diciembre de 2024, en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, se realizó la evaluación y calificación del siguiente informe de Trabajo de Suficiencia Profesional.

“El Last Planner System y su influencia en la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado”

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

CHAVEZ MARTÍNEZ, EZEQUIEL MIQUEAS

Ante la comisión revisora de especialistas conformado por:

**LAURENCIO LUNA, MANUEL ISMAEL
LÓPEZ SILVA, MAIQUEL**

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

APROBADO

En mérito al resultado obtenido se expide la presente acta con la finalidad que el Consejo de Facultad considere se le otorgue al Bachiller CHÁVEZ MARTÍNEZ, EZEQUIEL MIQUEAS el Título Profesional de:

INGENIERO CIVIL

En señal de conformidad firmamos,



LAURENCIO LUNA, MANUEL ISMAEL
Revisor especialista 1



LÓPEZ SILVA, MAIQUEL
Revisor especialista 2

Anexo 2

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

Los Olivos, 30 de enero de 2025

Señor

Manuel Ismael Laurencio Luna

Coordinador del Programa de Estudios de Ingeniería Civil

Facultad de Ingeniería

Universidad Católica Sedes Sapientiae

Reciba un cordial saludo.

Sirva el presente para informar que el informe de trabajo de suficiencia profesional, bajo mi asesoría, con título: *El Last Planner System* y su influencia en la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado, presentado por: EZEQUIEL MIQUEAS CHAVEZ MARTÍNEZ con código: 2015101691 y DNI: 74946595 para optar el título profesional de Ingeniero Civil, ha sido revisado en su totalidad por mi persona y **CONSIDERO** que el mismo se encuentra **APTO** para ser publicado.

Asimismo, para garantizar la originalidad del documento en mención, se le ha sometido a los mecanismos de control y procedimientos antiplagio previstos en la normativa interna de la Universidad, **cuyo resultado alcanzó un porcentaje de similitud de 15 %**. Por tanto, en mi condición de asesor(a), firmo la presente carta en señal de conformidad y adjunto el informe de similitud del Sistema Antiplagio Turnitin, como evidencia de lo informado.

Sin otro particular, me despido de usted. Atentamente,



Julio Christian Quesada Llanto

DNI N°: 42831273

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

Facultad de Ingeniería - UCSS

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

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

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

Resumen

La presente investigación tuvo como objetivo evaluar la influencia del *Last Planner System* en la ejecución del proyecto "Construcción de sistema de riego; en el (la) parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris". Para tal efecto, se analizó la productividad, plazo de ejecución y costos del proyecto mediante las herramientas de la metodología. En particular, partiendo del plan maestro y la sectorización del proyecto, mediante el *Lookahead* se realizó la programación de las actividades que se ejecutaron, se analizaron las restricciones y causas de no cumplimiento; además, se evaluó el porcentaje de plan de cumplimiento (PPC). Los principales resultados obtenidos fueron: un eficiente flujo de trabajo, se alcanzó un PPC histórico de 95 %, por otra parte, la implementación del *Last Planner System* optimizó la productividad y mejoró el proceso de ejecución; también se logró reducir 7 días calendarios de ejecución de obras civiles, el cual representa un ahorro de 12.5 % del presupuesto contractual. En conclusión, la metodología LPS tuvo un impacto positivo en la productividad, plazo de ejecución y costo del proyecto.

Palabras clave: *Last Planner System*, riego tecnificado, porcentaje de plan de cumplimiento, análisis de restricciones, *Lookahead*

Abstract

The objective of this research was to evaluate the influence of the Last Planner System on the execution of the project: "Construction of an irrigation system; in the Antonio Raimondi, Antares and Stella Maris parks". For this purpose, the productivity, execution time and costs of the project were analyzed using the tools of the methodology. In particular, based on the master plan and the sectorization of the project, through Lookahead, the programming of the activities that were executed was carried out, the restrictions and causes of non-compliance were analyzed; in addition, the Percentage of Compliance Plan (PPC) was evaluated. The main results obtained were: an efficient workflow, a historical PPC of 95 % was achieved; on the other hand, the implementation of the Last Planner System optimized productivity and improved the execution process, it was also possible to reduce 7 calendar days of execution of civil works, which represents a saving of 12.5 % of the contractual budget. In conclusion, the LPS methodology had a positive impact on the productivity, execution time and cost of the project.

Keywords: Last Planner System, technified irrigation, percentage of compliance plan, constraint analysis, Lookahead

Tabla de Contenido

Resumen.....	1
Abstract.....	2
Tabla de Contenido.....	3
Índice de Tablas.....	5
Índice de Figuras.....	6
Introducción.....	8
Trayectoria del Autor.....	11
Descripción de la Empresa.....	11
Organigrama de la Empresa.....	11
Áreas y Funciones Desempeñadas.....	12
Experiencia Profesional realizada en la Organización.....	16
Problemática.....	19
Planteamiento del Problema.....	19
Definición del Problema.....	21
Objetivo General.....	23
Objetivos Específicos.....	23
Justificación.....	23
Alcances y Limitaciones.....	25
Marco Teórico.....	27
Antecedentes.....	27
Bases Teóricas.....	31
Definición de Términos Básicos.....	48

Propuesta de Solución.....	51
Metodología de la Solución	51
Desarrollo de la Solución.....	59
Factibilidad Técnica-Operativa.....	84
Inversión.....	86
Análisis de Resultados	87
Análisis Costos-Beneficio.....	99
Aportes más Destacables a la Institución.....	104
Conclusiones.....	105
Recomendaciones	106
Referencias.....	107
Anexos	112

Índice de Tablas

Tabla 1.	Longitud real de red de distribución del proyecto de sistema de riego tecnificado	60
Tabla 2.	Resumen de los principales alcances del proyecto de sistema de riego tecnificado	63
Tabla 3.	Histórico del PPC del proyecto de sistema de riego tecnificado.....	79
Tabla 4.	CNC del proyecto de sistema de riego tecnificado	83
Tabla 5.	Cuadro de inversión para la gestión del proyecto de sistema de riego tecnificado bajo el enfoque del Last Planner System.....	86
Tabla 6.	Seguimiento y control de metrados de partidas de mayor incidencia	94
Tabla 7.	Seguimiento y control de costos de ejecución de partidas de mayor incidencia.....	98
Tabla 8.	Seguimiento y control de cronograma valorizado semanal.....	102

Índice de Figuras

Figura 1. Organigrama de la empresa Construcciones & Consultores Abigati S.A.C C&C	
ABIGATI S.A.C.	12
Figura 2. Sistema tradicional de planificación.....	35
Figura 3. Fases en Lean Construction.....	37
Figura 4. Visión global del Last Planner System.....	39
Figura 5. Jerarquía de la estructura del Last Planner System	40
Figura 6. Proceso del plan maestro	42
Figura 7. Proceso de la planificación intermedia (Lookahead)	44
Figura 8. Proceso de la planificación semanal.....	47
Figura 9. Proyecto sistema de riego en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella	
Maris.	52
Figura 10. Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Antares ...	54
Figura 11. Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Antonio	
Raimondi.....	55
Figura 12. Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Stella	
Maris	56
Figura 13. Sectorización de la obra de sistema de riego (sector 1).....	61
Figura 14. Sectorización de la obra de sistema de riego tecnificado (sector 2).....	62
Figura 15. Plan maestro del proyecto de sistema de riego tecnificado	64
Figura 16. Lookahead del proyecto de sistema de riego tecnificado	69
Figura 17. Análisis de restricciones del proyecto de sistema de riego	72
Figura 18. Plan semanal del proyecto de sistema de riego tecnificado	75

Figura 19. Porcentajes históricos del PPC del proyecto de sistema de riego	80
Figura 20. Análisis de CNC del proyecto de sistema de riego tecnificado.....	81
Figura 21. Histórico de porcentaje de CNC del proyecto de sistema de riego tecnificado	83
Figura 22. Comparativo de ejecución del cerco perimétrico de obra h = 2.10	88
Figura 23. Comparativo de ejecución de encofrado y desencofrado de cisterna de concreto armado.....	89
Figura 24. Comparativo de ejecución de acero de refuerzo $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$	89
Figura 25. Comparativo de ejecución de concreto $f'_c=210 \text{ kg/cm}^2$ para cisterna.....	90
Figura 26. Comparativo de ejecución de tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 $\emptyset = 1 \frac{1}{2}'' \times 5 \text{ m C-10}$	91
Figura 27. Comparativo de ejecución de tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 $\emptyset=2'' \times 5 \text{ m C-10}$	91
Figura 28. Comparativo de instalación de rotor serie 3500 de 1/2"	93
Figura 29. Lookahead de semana 8 y 9.....	96
Figura 30. Curva S del proyecto de sistema de riego tecnificado.....	100
Figura 31. Comparativo entre costo planificado vs costo ejecutado	101

Introducción

El sector construcción mantiene un constante crecimiento en el Perú y se ha posicionado como uno de los principales ejes de la economía, pues genera empleabilidad y desarrollo a la sociedad; sin embargo, estos avances se han visto opacados por las deficiencias en el ámbito de la planificación, programación y control, debido a que muchas empresas dedicadas en el rubro ejecutan los proyectos aplicando un sistema tradicional, lo que ocasiona atrasos en la obra y la consecuente variación del costo presupuestado (Instituto Peruano de Economía, 2024).

Asimismo, Díaz (2023) menciona que en nuestro país predomina un sistema de variabilidad que se basa en atender los imprevistos que surgen en un proyecto a consecuencia de una planificación basada en suposiciones y el flujo-transformación que son aquellas actividades inciertas que pueden incurrir en la sobreproducción y atrasos en culminar los alcances del proyecto.

En este contexto y en la búsqueda constante de encontrar una solución para contrarrestar la problemática anteriormente mencionada, el autor planteó desarrollar su trabajo de investigación para determinar en qué medida se puede mejorar la ejecución de una obra pública de riego tecnificado, con la aplicación de un sistema de planificación, seguimiento y control diferente al tradicional como es el Last Planner System. Esta herramienta genera mayor eficiencia y mejora continua, puesto que, garantiza que se completen los alcances del proyecto en el plazo previsto, puesto que, optimiza los procesos y la consecución en el entorno de los procesos constructivos (Pons & Rubio, 2019).

La importancia del presente trabajo de suficiencia profesional se centra en evaluar y evidenciar los beneficios obtenidos en la programación, seguimiento y control de las diferentes fases de ejecución de un proyecto de sistema de riego tecnificado. Se pretende informar el

impacto del *Last Planner System* aplicado en la construcción de un sistema de riego tecnificado. Este estudio podrá ser utilizado por otras empresas como un modelo de referencia para diferentes proyectos que se lleven a cabo, porque a través de esta estrategia técnica podrán observar las ventajas que se logran con la implementación del Last Planner System.

El presente trabajo de investigación se realizó en el proyecto “Construcción de sistema de riego en los Parques Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris” ubicado en el distrito de San Martín de Porres bajo el enfoque de la metodología *Last Planner System* (solicitado por la entidad en el contrato de obra) para optimizar los recursos designados a la obra. Se implementó esta metodología a fin de maximizar la eficiencia y eficacia en la producción, reducir los costos y cumplir los plazos establecidos para el proyecto.

Por otro lado, la innovación del presente trabajo de investigación se centra en contribuir a la industria de la construcción mediante una nueva forma de gestionar un proyecto en ejecución, demostrar las ventajas que se obtiene al aplicar el Last Planner System, que es una herramienta que brinda resultados positivos, agiliza y optimiza el uso de los recursos, el flujo de trabajo y mejora la productividad.

La estructura secuencial del presente trabajo se inicia con la introducción, que abarca los aspectos que se pretende solucionar y desarrollar; seguidamente, se detalla la trayectoria laboral de la empresa y el investigador describiendo las habilidades técnicas, principales funciones y cargos desempeñados en su recorrido profesional. Además, se profundiza en la problemática, tema de esta investigación, planteando el problema general y los específicos; asimismo, se establecen los objetivos de la investigación, la justificación, y se definen los alcances y limitaciones de la investigación. Por otro lado, en el marco teórico, se abordan los antecedentes y la base teórica, y se realiza el análisis de los resultados. Finalmente se presentarán las

conclusiones y recomendaciones en base a los resultados obtenidos. El trabajo de suficiencia profesional busca enriquecer con información clara y precisa sobre el uso de una herramienta alternativa que facilite y contribuya a la labor de los profesionales y empresas del sector construcción.

Trayectoria del Autor

Descripción de la Empresa

La empresa Construcciones & Consultores Abigati S.A.C | C&C Abigati S.A.C., identificada con RUC N° 20513175729, actualmente tiene como dirección legal el Asentamiento Humano Laura Caller Iberico Mz. 18ª Lote 11 (Altura paradero Ferretería - Av. Palmeras), distrito Los Olivos, provincia de Lima, departamento de Lima.

La empresa inició sus actividades el 4 de octubre del 2016, y sus principales actividades económicas son la construcción de edificios, venta al por menor de artículos de ferretería, pinturas y productos de vidrio en comercios especializados, alquiler de otros tipos de maquinaria, equipo y bienes digitales.

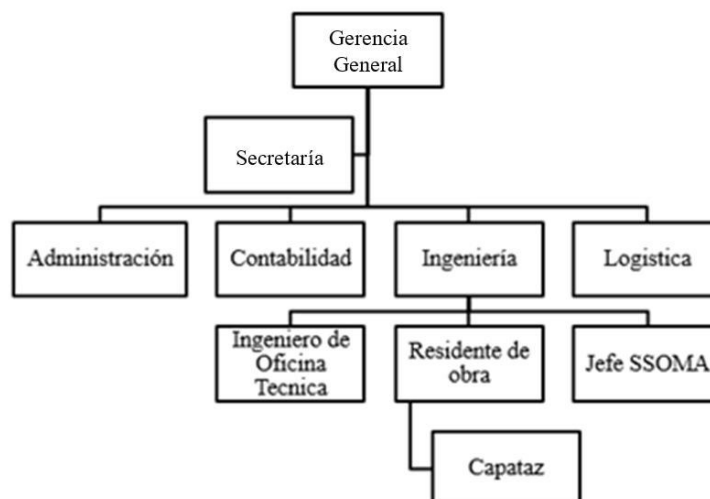
Entre los principales proyectos desarrollados por la empresa destacan la construcción de módulos de Techo Propio en el departamento de Nasca y Lima. La empresa brindó sus servicios en la elaboración de fichas técnicas simplificadas a las municipalidades de Vista Alegre y Nasca, además, ejecutó los siguientes proyectos “Construcción de sistema de riego en el Parque Primavera de La Asociación de Vivienda San Juan de Dios I Etapa, distrito de San Martín de Porres - provincia de Lima - departamento de Lima con CUI N°2574549”, y “Construcción de sistema de riego en el Parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris del distrito de San Martín de Porres - provincia de Lima - departamento de Lima con CUI N°2574554”, para la municipalidad distrital de San Martín de Porres.

Organigrama de la Empresa

El órgano directriz de la empresa se conforma tal como lo muestra la figura 1:

Figura 1

Organigrama de la empresa Construcciones & Consultores Abigati S.A.C | C&C ABIGATI S.A.C.



Nota. El autor del presente trabajo de suficiencia profesional se desempeñó en el área de ingeniería ocupando el cargo de ingeniero de oficina técnica

Áreas y Funciones Desempeñadas

Área: Oficina Técnica

Las funciones ejercidas como Asistente Técnico de Cierre de Cuentas de Obra en la empresa Consorcio DVC-SACEEM fueron:

- Control y seguimiento de valorizaciones de subcontratistas.
- Elaboración de cartas informativas de adicionales y/o deductivos para su comunicación vía Aconex al Proyecto Especial de Inversión Pública – Escuelas Bicentenario (PEIP-EB).
- Elaboración de dossier de liquidación de subcontratistas (declaraciones juradas, acta de recepción, etc.).

- Elaboración de finiquito para cierre de cuenta de subcontratistas.
- Elaboración de ficha de liquidación para cierre de cuentas de subcontratistas.
- Elaboración de informe de cierre de cuentas de subcontratistas.
- Revisión y verificación de las comunicaciones emitidas vía Aconex por parte del Consorcio DVC-SACEEM hacia el PEIP-EB.
- Revisión y verificación de las respuestas del PEIP-EB a las comunicaciones emitidas vía Aconex por parte del Consorcio DVC-SACEEM.

Área: Oficina Técnica

Las funciones ejercidas como Ingeniero de Oficina Técnica de la empresa Construcciones & Consultores Abigati S.A.C | C&C ABIGATI S.A.C. fueron:

- Elaboración de informe de revisión de Expediente Técnico de Obra.
- Verificación de interferencias que puedan generar paralizaciones y/o atrasos de la obra.
- Elaboración del calendario valorizado de obra.
- Elaboración de informe de sustento de adicionales de obra.
- Propuesta técnica para formular y atender consultas de obra sobre incompatibilidades del expediente técnico de obra.
- Planificación, programación, seguimiento, dirección y control del proyecto en etapa de ejecución.
- Elaboración de Reporte Diario de Obra (RDO) de avance programado vs avance ejecutado.
- Control de rendimiento del personal de obra.
- Realizar requerimiento de materiales al área de logística.
- Coordinación directa con proveedores.

- Coordinación directa con el residente y supervisor de obra.
- Elaboración del plan semanal (*Lookahead* y curva S) de avance físico, análisis de restricciones, PPC (Porcentaje de Plan de Cumplimiento), PCR (Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones), CNC (Causas de No Cumplimiento).
- Supervisión del cumplimiento del correcto proceso constructivo de acuerdo a las especificaciones técnicas del expediente de obra, aplicando controles de producción, calidad y seguridad y salud en el trabajo.
- Elaboración de informe de sustento para la solicitud de ampliación de plazo.
- Elaboración y cálculo de la valorización mensual de obra (reajustes y amortizaciones).
- Elaboración del dossier técnico para recepción de obra y liquidación de obra.
- Elaboración de ficha técnica simplificada de proyectos de inversión.
- Elaboración y actualización de Expediente Técnico de Obra.

Área: Producción

Las funciones realizadas como Planner de Obra en la empresa Consorcio Huilcamarca fueron:

- Planificación, programación, seguimiento y control de la obra en etapa de ejecución.
- Elaboración del plan semanal (*Lookahead* y curva S) de avance físico, análisis de restricciones, PPC (Porcentaje de Plan de Cumplimiento), PCR (Porcentaje de Cumplimiento de Restricciones), y CNC (Causas de No Cumplimiento).
- Elaboración de documentos técnicos: Calendario valorizado de obra, adicionales de obra, propuesta técnica para plantear y atender consultas de obra, solicitud de ampliación de plazo y valorización de obra.

Área: Gerencia de Proyectos

Las funciones llevadas a cabo como Gestor de Proyectos de Inversión Pública en el Fondo Metropolitano de Inversiones fueron:

- Realizar el control y seguimiento de la ejecución física y financiera de los proyectos en la etapa de ejecución, verificando: valorización de obra, adicional de obra, ampliación de plazo, mayores metrados.
- Realizar el seguimiento y control de avance del proyecto, mediante reportes diarios (porcentaje de avance del día, actividades ejecutadas y estado de interferencias).
- Brindar asistencia técnica y acompañamiento a las visitas en obra de las distintas áreas de INVERMET (coordinador de obra, representantes de Calidad y Sostenibilidad, gestores vecinales, etc.).
- Realizar seguimiento y control a la calidad de la obra; asimismo, el cumplimiento de la seguridad y salud en el trabajo.
- Apoyar en la implementación de los procesos técnicos de las actividades y metas enfocadas en la estructura de cada componente de los proyectos, y reportar su cumplimiento.
- Apoyar en el desarrollo de estrategias técnicas, así como el detalle del servicio a requerir, metas, hitos y cronogramas para su implementación; en coordinación con las áreas correspondientes al desarrollo de su ejecución.
- Participar y planificar las coordinaciones de los aspectos técnicos necesarias en beneficio de los proyectos en la etapa de ejecución.

Experiencia Profesional Realizada en la Organización

El autor del presente trabajo, con sólida formación en ingeniería civil obtenida en la Universidad Católica Sedes Sapientiae, ha desempeñado y adquirido una destacada experiencia en el rubro de la construcción, ocupando cargos afines en diferentes empresas. La trayectoria profesional del autor ha sido ejercida específicamente en el Consorcio Ramses S.R.L., 4R Promotores y Constructores S.R.L., Consorcio 4R Ingenieros, Fondo Metropolitano de Inversiones – INVERMET, Consorcio Huilcamarca, Construcciones & Consultores Abigati S.A.C | C&C Abigati S.A.C. y actualmente en la empresa Consorcio DVC – SACEEM.

Desde el año 2020 en adelante el autor ocupó puestos como Asistente de Residente de Obra, Gestor de Proyectos de Inversión Pública, Planner de Obra, Ingeniero de Oficina Técnica y Asistente Técnico de Cierre de Cuentas de Obra; en los cuales ha liderado proyectos de mejoramiento de parques, construcción de vías de acceso peatonal (veredas y escaleras), mejoramiento de pistas y veredas y Escuelas Bicentenario (7086 I.E. Los Precursores – Paquete 4), cuyos proyectos han sido ejecutados en el departamento de Lima para entidades como La Municipalidad Distrital de Comas, Municipalidad Distrital de Los Olivos, Fondo Metropolitano de Inversiones – INVERMET, Municipalidad Distrital de San Martín de Porres y el PEIP – EB del Sector Educación.

En los proyectos que ha participado pudo demostrar sólidas habilidades para el liderazgo (dirección y control) de proyectos en ejecución; asimismo, ha demostrado una sólida capacitación técnica para la elaboración y actualización de expedientes técnicos de obra y para ejercer cargos de supervisión para verificar el cumplimiento del correcto proceso constructivo que se realiza en los diferentes proyectos mencionados líneas arriba.

En el año 2022 el autor se desarrolló diversas actividades y labores afines, asumió el cargo de Gestor de Proyectos de Inversión Pública en el Fondo Metropolitano de Inversiones – INVERMET, organismo público de la Municipalidad de Lima encargada de gestionar, financiar y ejecutar inversiones en servicios y obras públicas en beneficio de los ciudadanos de la capital; su principal función en el puesto abarcaba el control y seguimiento de la ejecución física de la obra donde se aplicó la metodología Last Planner System. Esto le permitió contar con una visión amplia del proyecto, y a su vez establecer controles a corto plazo debido a que el *Lookahead* le permitía identificar las restricciones que podrían afectar y alterar el plazo de ejecución contractual; asimismo, se llevó a cabo el control financiero del proyecto, verificando y validando las valorizaciones mensuales de obra, adicionales y ampliaciones de obra. El puesto ocupado exigía la constante interacción directa con el residente y supervisor de obra a fin de establecer planes de acción y mejoras que conllevaran al éxito del proyecto sin alterar la calidad de la obra; para tal efecto, lo que permitió demostrar su capacidad de liderazgo y capacitación técnica que le permitió destacar en el puesto, ser propuesto y participar en diferentes proyectos ejecutados por la entidad pública en mención.

En el año 2023, al ocupar el puesto de ingeniero de oficina técnica en la empresa Construcciones & Consultores Abigati S.A.C | C&C ABIGATI S.A.C., el autor del presente trabajo implementó la metodología *Last Planner System* en la ejecución del proyecto de inversión pública del sistema de riego tecnificado en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris con la finalidad de mejorar la productividad y contar con una visión amplia del proyecto que le permita tener mayor control en diferentes ámbitos (calidad, producción, logística, costos, etc.).

Actualmente, el autor se encuentra laborando en la empresa Consorcio DV – SACEEM conformada por el Grupo Flesan, mediante la empresa de Vicente Constructora (DVC) y la compañía SACEEM; consorcio que se encuentra ejecutando el Paquete 3 y Paquete 4 del Proyecto Especial de Inversión Pública (PEIP) - Escuelas Bicentenario, ocupando el cargo de Asistente Técnico de Cierre de Cuentas de Obra en el área de Oficina Técnica, donde viene aplicando sus habilidades de liderazgo y capacidades técnicas que le permiten coordinar con subcontratistas y equipos multidisciplinarios a fin de recabar información para la elaboración de cartas informativas de adicionales, control de valorizaciones, la liquidación final de subcontratistas y el informe de cierre de cuentas.

En síntesis, el autor durante su trayectoria profesional se ha destacado por su capacidad técnica y liderazgo frente a proyectos en ejecución, aplicando criterios técnicos en concordancia a las normativas vigentes; asimismo, ha logrado contribuir significativa y positivamente en las diferentes empresas, con la aplicación e implementación de metodologías en los proyectos mencionados y que han contribuido a su éxito.

Problemática

Planteamiento del Problema

En la actualidad, es prioritario buscar una solución al uso inadecuado y al desaprovechamiento del recurso hídrico para el mantenimiento de los parques, deficiencia que aún no se ha podido superar, se ha visto la necesidad de indagar nuevos métodos que permitan lograr este objetivo; tal es el caso que a la fecha las diferentes municipalidades se han planteado como medida de solución a la ejecución de proyectos de riego tecnificado, para evitar grandes desperdicios de agua y aumentar la eficiencia en cuanto al aprovechamiento del mismo.

De igual manera, a nivel mundial, el *Last Planner System* en el sector construcción ha tenido un impacto positivo, porque durante la ejecución de un proyecto, brinda un sistema de planificación y control que maximiza el valor del proceso constructivo y disminuye la incertidumbre e inestabilidad del flujo de trabajo, lo cual permite obtener compromisos de alta confiabilidad; por tal motivo, debe considerarse imprescindible la implementación de la metodología *Last Planner System* en la ejecución de un proyecto para garantizar cumplir satisfactoriamente los alcances del proyecto.

Valenzuela (2021) en su investigación menciona que, la aplicación del *Last Planner System* en los diferentes proyectos de construcción permite mejorar la productividad, el uso óptimo de recursos y obtener resultados positivos de eficiencia y eficacia; por ende, las empresas dedicadas en el rubro de la construcción deben de considerar estandarizar la implementación del *Last Planner System* para la programación, seguimiento y control de los proyectos que se pretenden ejecutar.

De mismo modo, Díaz (2023) manifiesta que las empresas deben considerar implementación del *Last Planner System* como una herramienta de solución que puede prevenir

posibles imprevistos durante la ejecución de un proyecto, porque es un sistema que planifica las actividades a través de la participación de todos los involucrados de la obra mediante reuniones colaborativas logrando de esta manera mejorar el nivel de comunicación y compromiso de todos los participantes.

Asimismo, Vargas (2020) afirma que la implementación de la filosofía *Lean Construction* ha sido de interés limitado, puesto que desconocen los resultados y las ventajas que ofrece la metodología; consecuentemente se suelen desarrollar los proyectos siguiendo una programación, seguimiento y control de manera tradicional, lo cual no permite visualizar las restricciones que afectan al plazo de ejecución del proyecto, los tiempos improductivos y el no uso correcto de los recursos de la obra, incurriendo en sobrecostos y pérdidas de utilidades. Por tal razón, las empresas que deseen reducir las pérdidas económicas deben de adaptarse a nuevas metodologías de trabajo, tal es el caso de la implementación del *Last Planner System* que les permitirá anticipar las posibles restricciones que puedan generar un costo mayor del proyecto.

Por otra parte, en el país durante los últimos años, el sector construcción ha logrado crecimiento a grandes escalas, posicionándose como uno de los rubros que mantienen la estabilidad económica del Perú. De acuerdo al Instituto Peruano de Economía (2024), en el primer trimestre del año 2024 el rubro de la construcción creció considerablemente logrando alcanzar el 6.6 % de la composición del PBI; sin embargo, los proyectos que se desarrollan presentan diversos desafíos esencialmente la deficiente planificación y programación de ejecución de las actividades de la obra, con un inadecuado seguimiento y control del mismo, y consecuentemente, se recae en incumplimiento de plazos de ejecución del proyecto, y sobre todo con sobrecostos que no son considerados en su ejecución. En ese contexto, el *Last Planner System* se presenta como una medida de solución que las empresas constructoras deben

implementar para mitigar esta problemática, puesto que, a diferencia de la práctica convencional y tradicional de planificación y programación de obra actual, el *Last Planner System* con el plan maestro permite tener una visión a largo plazo del proyecto. Además, el *Lookahead* permitirá visualizar la ejecución de las actividades de un proyecto a corto plazo, optimizando los materiales, horas hombre y horas máquinas de manera efectiva.

Para la implementación del *Last Planner System* en la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado, se ha elaborado el plan maestro y el *Lookahead*, que permitirán realizar un adecuado análisis de restricciones, correcta evaluación del porcentaje de plan de cumplimiento y la identificación de las causas de no cumplimiento, y cuyos indicadores facilitan establecer los controles necesarios para una adecuada gestión de los recursos de la obra, y realizar un control de avance de obra más exacto.

Por lo tanto, la correcta programación, seguimiento y control es fundamental para lograr cumplir los alcances de un proyecto, y evitar sobrecostos, mayor tiempo de ejecución y un deficiente manejo de los recursos de la obra. Por todas estas razones, se ha realizado la presente investigación que evaluará la influencia del *Last Planner System* en la programación, seguimiento y control de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado.

Definición del Problema

La construcción de los diferentes proyectos de construcción civil generalmente presenta una deficiencia en la programación, seguimiento y control, debido a que en el país aún predomina el sistema tradicional, método que trae consigo como resultado un mal manejo de los recursos, mayor costo y plazo de la obra.

El proyecto de inversión pública que se informa comprende a la construcción del sistema de riego tecnificado en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris, en el cual se

presentó la necesidad de implementar el Last Planner System, puesto que el cliente (Municipalidad Distrital de San Martín de Porres) en las bases del contrato de obra estableció la aplicación de la metodología a fin de no incurrir en posibles atrasos y/o paralizaciones de la obra.

Se observó que la empresa ejecutora del proyecto no contaba con la implementación del Last Planner System, ella venía ejecutando sus proyectos aplicando el método tradicional el cual no garantizaba una programación y control de las actividades a ejecutar de manera que permitiese identificar las restricciones a corto y largo plazo en que pueden incurrir a un sobre costo, y principalmente no se culmine el proyecto en el plazo establecido.

La falta de la implementación del *Last Planner System* en la empresa ocasionó diversos tipos de pérdidas, puesto que, no se contaba con el compromiso de todos los involucrados en el proyecto; además, no se efectuaba una comunicación efectiva, porque los especialistas de las distintas áreas de trabajo laboraban de manera independiente, y no se efectuaban las reuniones colaborativas donde pudieran abordar temas que les permitiera mitigar las restricciones que existía en la obra.

La principal causa de la aplicación del sistema tradicional para la programación y control de los proyectos que ejecutaba la empresa principalmente era debido al desconocimiento y la falta de capacitación sobre las ventajas que proporcionaba la metodología Last Planner System, y cuya problemática se ha superado ahora con la implementación de la metodología para ejecución del sistema de riego tecnificado en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris.

¿De qué manera el *Last Planner System* influye en la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado?

Objetivo General

Evaluar la influencia del *Last Planner System* en la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado.

Objetivos Específicos

Analizar el impacto del *Last Planner System* en la producción durante la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado.

Analizar el impacto del *Last Planner System* en el plazo de ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado.

Determinar el impacto del *Last Planner System* en el costo de ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado.

Justificación

De acuerdo a Carbajal (2016), el proceso de planificación y control de proyectos de construcción se define como la etapa en la que se establecen y fijan las tareas necesarias a ejecutar, lo que permite realizar los controles durante la ejecución de las actividades. Bajo ese contexto, el *Last Planner System* es una herramienta que se recomienda para planificar, programar y controlar los proyectos, donde se establecen las actividades, las tareas a un corto (*Lookahead*) y largo plazo (Plan Master), lo que permite establecer los controles necesarios para una adecuada gestión de los recursos de la obra, realizar un mejor control de avance de obra, identificar las restricciones; además de identificar las causas de no cumplimiento de las actividades programadas. En el presente estudio de suficiencia profesional se pretende informar la mejora en la productividad, el cumplimiento del plazo de ejecución del proyecto y el correcto uso de los recursos de la obra de un proyecto de inversión pública de riego tecnificado.

De acuerdo a lo mencionado se puede afirmar que a la fecha, no se ha evidenciado investigaciones que hayan sido desarrolladas en relación a la implementación del *Last Planner System* para la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado. Por tal motivo, el presente estudio puede ser considerado como una investigación innovadora, puesto que, aportará conocimientos e información relevante con respecto a la ejecución de un proyecto de sistema riego bajo el enfoque del Last Planner System.

En tal sentido, la presente investigación tiene como objetivo evaluar la influencia del *Last Planner System* en la ejecución de un proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris, y analizar el impacto de esta metodología en la productividad, plazo de ejecución y el costo final de la obra.

Desde una perspectiva práctica, la investigación se justifica en brindar soluciones a los problemas suscitados a causa de una planificación de ejecución de las actividades de un proyecto de manera tradicional, debido a que el *Last Planner System* es una metodología que permite controlar y gestionar de manera óptima un proyecto, ya que, que su aplicación se enfoca en el control de la mano de obra, uso adecuado de los materiales y maquinarias en la obra, cuyos indicadores son claves para obtener resultados favorables en la estructura del presupuesto general de la proyecto (Pons & Rubio, 2019).

En términos técnicos, debido a la alta complejidad del proyecto, la aplicación del *Last Planner System* mejora sustancialmente la productividad y aumenta la eficiencia y eficacia durante la etapa de ejecución, debido a la integración de todo el equipo de trabajo del proyecto. Motiva el trabajo colaborativo en la planificación, control, producción y permite la adecuada gestión de los alcances del proyecto, aumentando la confiabilidad de lo planificado y consecuentemente, aumentando las probabilidades de éxito del proyecto. Además, este estudio

contribuirá con conocimientos relevantes y técnicos para la gestión de proyectos de riego tecnificado.

En el ámbito social, se beneficiará a la población del Sector IV del distrito de San Martín de Porres, provincia de Lima, departamento de Lima y aledaños, mejorando el paisajismo de la zona, mejorando la calidad del medio ambiente con la inclusión de nuevas áreas verdes, y transformando la zona en un lugar de sano esparcimiento y descanso; además, consolidando el desarrollo socio cultural de la misma y del distrito. En el sector de la construcción, específicamente en proyectos de sistema de riego ejecutados por diferentes empresas dedicadas en el rubro, pueden tomar la investigación como base para implementar la metodología en sus futuros proyectos.

Finalmente, la relevancia económica de la investigación radica en la mejora de la productividad, optimización de los recursos de la obra y control del presupuesto de la obra. Mediante una correcta planificación, programación y control de las actividades a ejecutar para la construcción de un sistema de riego tecnificado en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris, permitirá la culminación más rápida del proyecto, y dará lugar al aumento de la rentabilidad y crecimiento económico de la empresa ejecutora.

Alcances y Limitaciones

El alcance del presente trabajo de suficiencia profesional radica en evaluar la influencia del *Last Planner System* en la ejecución del proyecto de inversión pública de sistema de riego tecnificado en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris. El desarrollo del estudio abarcará un análisis detallado de los procesos constructivos que se realizan para la ejecución de un sistema de riego tecnificado aplicando el *Lookahead* con la finalidad de analizar el impacto de la metodología en la productividad, plazo y costo de la obra, de acuerdo con lo mencionado

por Ponz *et al.* (2013) en su trabajo de investigación, el *Lookahead* es una herramienta de planificación a corto plazo de segunda jerarquía del Last Planner System, el cual permite controlar las actividades que deben de ejecutarse; además, facilita diagnosticar si las tareas pueden o no ejecutarse debido a que las somete a un análisis de restricciones que pueden ser de diseño, trabajo previamente ejecutado, espacio, equipos, etc., se resalta que, estos indicadores son esenciales para el presente trabajo de investigación para validar la efectividad de la metodología aplicada en el proyecto de inversión pública.

Las limitaciones del presente trabajo abarcan la creencia errónea que la metodología tradicional para la planificación y control de un proyecto brinda resultados favorables, a pesar de la deficiente comunicación efectiva durante la ejecución del proyecto con el área de producción y especialistas que participan en la obra. Sin embargo, aún con las limitaciones mencionadas, se tiene la expectativa de lograr resultados que permitan en el proyecto de riego tecnificado mejorar la productividad, optimizar los recursos, no se incurra en paralizaciones o ampliaciones de plazo y no se presente pérdidas económicas.

Marco Teórico

Antecedentes

Antecedentes Nacionales

Cáceres (2023) realizó la implementación de la metodología System Last Planner para la mejora de la productividad en el proyecto “Creación del servicio de provisión de agua para riego Ichutorcco en los sectores de San Miguel, Taipeterra e Inchupalla del distrito de Pichigua-Espina-Cusco”. Actualmente, una de las principales problemáticas en los proyectos del sector público, es el incumplimiento del plazo de ejecución originados por retrasos debido a una deficiente planificación y consecuentemente se genera gastos económicos que no han sido considerados en el presupuesto contractual. En tal sentido, el autor desarrollo una investigación de enfoque cuantitativo mediante un diseño experimental y de tipo aplicada. La población del autor fueron los proyectos de riego y la muestra fue el proyecto de riego Ichutorcco en los sectores de San Miguel, Taipeterra y Inchupalla del distrito de Pichigua. La técnica empleada por el autor fue la observación registrada y el instrumento empleado fue el Last Planner System. La metodología para la recolección de datos realizada por el autor consistió en plantear lo que debería de hacer; el “plan maestro”, luego realizó una programación considerando lo que realmente se puede hacer; “planificación intermedia”, y finalmente, realizó una programación semanal considerando lo que realmente se ejecutará. Los resultados obtenidos por el autor evidenciaron un aumento en la producción durante la etapa de ejecución; También obtuvo un porcentaje de plan de cumplimiento (PPC) mayor al 83 %, y logró ejecutar las actividades con mayor fluidez y anticipando las restricciones que podrían afectar al cronograma y costo contractual del proyecto. Finalmente, el autor concluyó que la implementación del *Last Planner System* permitió generar un flujo de trabajo predecible y confiable, permitiendo contar con una

mayor eficiencia y eficacia en el proyecto, al incrementar la productividad, reduciendo las probabilidades de incurrir en atrasos y/o ampliaciones de plazo que producen pérdidas económicas.

Díaz (2023) implementó el sistema Last en una obra pública para mejorar el desempeño en el proceso de ejecución. Hoy en día, por lo general los proyectos son gestionados mediante sistemas y métodos tradicionales, los cuales traen consigo deficiencias en el seguimiento y control, que afectan directamente el desempeño de la producción, plazo y costo de la obra. Por tal razón, el autor desarrolló una investigación de enfoque cuantitativa y cualitativa mediante un diseño experimental. La recolección de datos que realizó el autor fue mediante una entrevista informativa dirigida al staff técnico del proyecto, el instrumento empleado fue un cuestionario de 8 preguntas mediante una muestra piloto, el autor estimó que solo el 20 % de los miembros del staff técnico conocían la metodología Last Planner System. Los resultados obtenidos en la investigación en un periodo de 8 semanas de la implementación del Last Planner System, permitió al autor alcanzar un avance real del 33 % con respecto al 28 % del programado contractual (método tradicional); asimismo, el autor logró obtener un desempeño destacable con un índice de cumplimiento del 118 %, y obtuvo una mejora del 66 % en el área de calidad. De igual forma, obtuvo un 13.38 % del margen del proyecto, y evidenció que las principales causas de incumplimiento de las actividades programadas fueron por problemas con los subcontratistas (32.3 %), interferencias (12.9 %) y temas administrativos (12.9 %). Finalmente, el autor concluyó que la implementación del *Last Planner System* en una obra pública optimizó las actividades a realizar mediante un trabajo colaborativo y aumentó el desempeño del área de producción, además, mejoró significativamente los indicadores de planificación, restricción y

avance real del proyecto dando lugar a un desempeño positivo en el costo de la obra y disminuyó las probabilidades de incurrir en paralizaciones y/o ampliaciones de plazo del proyecto.

Montañez (2023) realizó la adaptación de la metodología del *Last Planner System* para la optimización en la ejecución de obras de redes de distribución de agua potable en Caminaca – Azángaro – Puno. Durante la ejecución de un proyecto en el sistema sanitario, el desperdicio de materiales y pérdida de horas hombre a causa de una gestión tradicional generó demoras en la ejecución de las partidas que contemplan el proyecto, y consecuentemente se extendió el plazo de ejecución contractual de la obra. En tal sentido, con la finalidad de erradicar la problemática mencionada, el autor desarrollo una investigación de enfoque cuantitativo mediante un diseño no experimental longitudinal de tipo aplicativo correlacional. La técnica empleada por el autor fue la observación directa e indirecta, y los instrumentos fueron los formatos de análisis del Porcentaje, de Análisis de Cumplimiento (PAC), formatos de rendimientos, formatos de análisis de restricciones y formatos de carta balance. La metodología para la recolección de datos aplicada por el autor en primera instancia consistió en la capacitación al personal técnico acerca de la metodología Last Planner System, posteriormente, elaboró el plan maestro en el cual plasmó las actividades que debían de ejecutarse, luego realizo el *Lookahead* con las actividades que pueden ejecutarse y finalmente elaboró el plan semanal plasmando aquellas actividades que realmente se ejecutarían. Los resultados obtenidos por el autor evidenciaron que con la adaptación del *Last Planner System* en las primeras 3 semanas evaluadas, el Porcentaje de Análisis de Cumplimiento fue en promedio de un 94 %; asimismo, identifico que la principal causa de restricción fue el acceso de rutas y zonas con problemas sociales, cada una con un 21.43 %. Por otro lado, el análisis de la carta balance evidenció que se realizaron los trabajos de manera óptima. En conclusión, el autor concluye que la adaptación del *Last Planner System* para

la optimización en la ejecución de obras de redes de distribución de agua potable ha optimizado los trabajos y aumentado la productividad.

Sarmiento & Vega (2021) realizaron la aplicación del *Last Planner System* para el mejoramiento del proyecto “Instalación del servicio de agua para el sistema de riego por aspersión, en el caserío Peña Colorada – Sanagoran – La Libertad”. Hoy en día, la variabilidad de los indicadores de los proyectos durante la ejecución y la deficiencia de los procesos constructivos genera un perjuicio en relación con la productividad, duración y costo del proyecto. Por tal razón, los autores desarrollaron una investigación de enfoque cuantitativo mediante un diseño no experimental de tipo aplicativo. La técnica empleada por los investigadores fue la observación registrada y los instrumentos fueron las herramientas del *Last Planner System (Lookahead)*. La metodología para la recolección de datos aplicada por los autores consistió en primera instancia en elaborar la programación de los trabajos que se iban a realizar para determinar la producción de actividades; seguidamente, los investigadores realizaron las reprogramaciones de las partidas de estructuras y sistemas de riego post verificación en campo. Los resultados obtenidos por los autores mostraron que la programación de las actividades a ejecutarse por partidas, mediante el *Lookahead* por un periodo de 4 a 6 semanas, tuvo una efectividad positiva, puesto que, consiguieron alcanzar un 75 % de Porcentaje de Planificación Cumplida. Finalmente, los autores concluyeron que la aplicación del *Last Planner System* para el mejoramiento de la instalación del servicio de agua para el sistema de riego por aspersión mostró resultados favorables, puesto que, logró mejorar la producción y adelantar la fecha de culminación de la obra con respecto al plazo contractual.

Huamán & Sune (2020) mejoraron la planificación tradicional en los procesos constructivos durante la ejecución de un proyecto mediante la filosofía *Lean Construcción*.

Durante la ejecución de un proyecto con el modelo tradicional, los aspectos negativos que se presentan son la ineficacia en el seguimiento y el control durante la ejecución de la obra; puesto que, se consideran datos estadísticos que no garantizan una confiabilidad y afectan el cronograma y la rentabilidad del proyecto. Por tal razón, los autores realizaron una investigación de enfoque cuantitativo mediante un diseño experimental y tipo explicativa-correlacional. La recolección de datos fue realizada a través de la técnica de observación experimental registrada y los instrumentos empleados fueron el *Last Planner System*, *Poka Yoke* y *Carta Balance*. La metodología aplicada por los autores fue mediante el uso de las herramientas de la filosofía Lean Construction como el sistema del último planificador, *poka yoke*, y la carta balance. Los resultados obtenidos por los investigadores fueron; la disminución del plazo de ejecución contractual de la obra en 4 días, obtuvieron un promedio mayor a 60 % de porcentaje de plan de cumplimiento (PPC), alcanzaron un 8.70 % de metrado rehecho (lo que disminuyó 3 días del plazo otorgado para el levantamiento de observaciones), también, lograron incrementar la productividad y el trabajo colaborativo de los trabajos preliminares en un 7.22 % y 13.24 % respectivamente, y consiguieron disminuir el porcentaje del trabajo no colaborativo hasta un 20.46 % del presupuesto contractual de la obra. En conclusión, los autores señalaron que la aplicación de la metodología Lean Construction mejoró el trabajo colaborativo y optimizó los procesos constructivos durante la ejecución del proyecto, lo cual redujo el plazo de ejecución del proyecto, y permitió el ahorro de un 8.20 % del presupuesto contractual de la obra, que era equivalente a la suma de S/ 79,924.80.

Antecedentes Internacionales

Botero & Hoyos (2021) implementaron el sistema del último planificador (*Last Planner System*) en el sector constructor colombiano. En el sector construcción de Colombia la filosofía

Lean Construction inició a difundirse aproximadamente en el año 2011 sin embargo, las empresas constructoras aun habiendo implementado la filosofía presentan deficiencias en su aplicación y sostenimiento. Por tal razón, los investigadores desarrollaron una investigación de enfoque cualitativo mediante un diseño no experimental y de tipo aplicativo. La técnica empleada en la investigación fue la observación no participante, la encuesta con entrevista semiestructurada, y los instrumentos fueron las herramientas de estadística simple y guías de registro de información. La metodología para la recolección de datos se desarrolló en colaboración con 16 empresas constructoras colombianas que planifican y controlan sus proyectos bajo los principios de construcción sin pérdidas y el *Last Planner System*. Los investigadores emplearon 3 tipos de encuestas con la finalidad de determinar el punto de vista de aquellos que suelen aplicar el *Last Planner System in situ*. La primera encuesta consistió en evaluar a los maestros de obra y subcontratistas, la segunda encuesta se realizó al personal operativo, y con la tercera encuesta evaluaron a los profesionales de la obra. Los investigadores realizaron 15 entrevistas con la finalidad de conocer e identificar las opiniones de aquellos delegados a dirigir el área *Lean* en las empresas, y la observación no participante la utilizaron durante las reuniones de planificación semanal de 33 obras en ejecución a fin de delimitar informaciones de mayor relevancia, lo cual les permito sintetizar y codificar los datos encontrados. Los resultados obtenidos con la implementación del *Last Planner System* en las obras evaluadas fue el aumento del porcentaje de plan de cumplimiento, lo cual aumento la productividad del proyecto. Finalmente, los autores concluyeron que la permanente rotación del personal en el sector construcción limita considerablemente la correcta implementación del *Last Planner System*, debido a que el cambio permanente exige una nueva capacitación y altera los resultados pretendidos en un proyecto.

Bases Teóricas

Con la finalidad de brindar una mayor comprensión de los términos empleados en el presente trabajo de investigación se ha realizado la revisión de diferentes estudios que describen de manera detallada el *Last Planner System* y la planificación, programación, seguimiento y control de un proyecto y sus dimensiones.

Planificación de un Proyecto

Segura & Taípe (2022) afirman que la planificación de un proyecto consiste en establecer y determinar un plan de trabajo de actividades planteando y respondiendo las siguientes interrogantes: ¿Qué debe de hacerse? ¿Cómo se hará? ¿Quiénes serán los responsables? ¿Dónde se llevará a cabo? ¿Cuándo se realizará? y ¿Cuánto se invertirá? Con la finalidad de cumplir los objetivos del proyecto de manera satisfactoria en un plazo y costo determinado.

Asimismo, Serpell & Alarcón (2001) afirman que la planificación permite elaborar un adecuado plan de trabajo a través de las siguientes etapas:

- Definición de los alcances del proyecto.
- División del proyecto en actividades.
- Determinación de la secuencia de las actividades del proyecto.
- Asignación de responsabilidades en la ejecución de las actividades del proyecto.
- Estimación de la duración y costo de las actividades del proyecto.
- Elaboración del presupuesto.
- Reconciliación del plan del proyecto con las restricciones de los recursos, tiempo y costo.

Por otro lado, Angeli (2017) define el proceso de planificación como fundamental para la ejecución de un proyecto de construcción, puesto que, permite contar con una buena administración, dirección y control que asegura el logro de los objetivos del proyecto.

Control de Proyectos

Programación. Consiste en la elaboración de un plan de trabajo (cronograma) con el mayor detalle mediante el empleo de técnicas y métodos que permitan integrar todas las actividades que contempla el proyecto de manera sistemática y secuencial. Se asignan las duraciones de dichas actividades, los cuales definirán el inicio y fin del proyecto (ruta crítica); además, en la programación se establecen relaciones y posibles restricciones entre las diferentes actividades (Rivera, 2015).

Seguimiento y control de un proyecto. El seguimiento de un proyecto consiste en la obtención y análisis de la información del comportamiento o estado del cronograma a la fecha que se efectúa el control respecto a lo planificado, lo cual permite identificar las variaciones en el mismo; mientras que el control se define como aquellas acciones que se llevan a cabo en base a la información obtenida en el seguimiento, es decir, se establecen medidas de control sobre factores que generan una variación en el cronograma (Serpell & Alarcón, 2001).

Actualmente, existen diferentes métodos que permiten realizar el seguimiento y control de un proyecto, de los cuales el más utilizado es la curva S, puesto que, permite comparar el avance real respecto al avance programado en la fecha en la que se efectúa el control (Rabanal, 2017).

Sistema Tradicional de la Construcción

De acuerdo con Orihuela & Karem (2011), el sistema tradicional presenta un buen deseo de lo que “debería” de realizarse, sin embargo, durante la construcción del proyecto se generan grandes diferencias con lo que realmente se “hizo”, siendo los principales motivos:

- El sistema tradicional se fundamenta en la destreza y experiencia de especialista a cargo de la programación.

- Se evalúa lo ejecutado vs lo programado en la obra, pero no se analiza el desempeño de la habilidad y la destreza para planificar, lo cual conlleva a que no se analicen los errores de la planificación y sus causas; por tanto, no se genera un aprendizaje.

Por otro lado, Porras et al. (2014) afirma que la planificación tradicional mediante los métodos de ruta crítica (CPM) no permite controlar la incertidumbre y variabilidad de un proyecto de construcción, debido a que no se pueden controlar las restricciones que se presentan en las actividades planificadas; además, señalan que en la metodología tradicional frecuentemente la programación indica lo que debe de realizarse, los responsables del proyecto deciden lo que harán y en el terreno se ejecuta lo que realmente se puede hacer. A continuación, en la figura 2 se muestra el sistema tradicional de la planificación de un proyecto de un proyecto.

Figura 2

Sistema tradicional de planificación



Nota. Adaptado de Sistema Tradicional de Planificación (p.39), por Porras et al., 2014. Filosofía *Lean Construction* para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual.

Lean Construction

La introducción de la filosofía *Lean Construction* en el rubro de la construcción fue realizado por Lauri Koskela en el año 1992, mediante su trabajo de investigación “*Application of the new production philosophy to construction*”, donde estableció elementos teóricos de un nuevo sistema de producción describiendo de qué manera se pueden utilizar las herramientas de la filosofía en el rubro de la construcción (Lozano & Manturano, 2020).

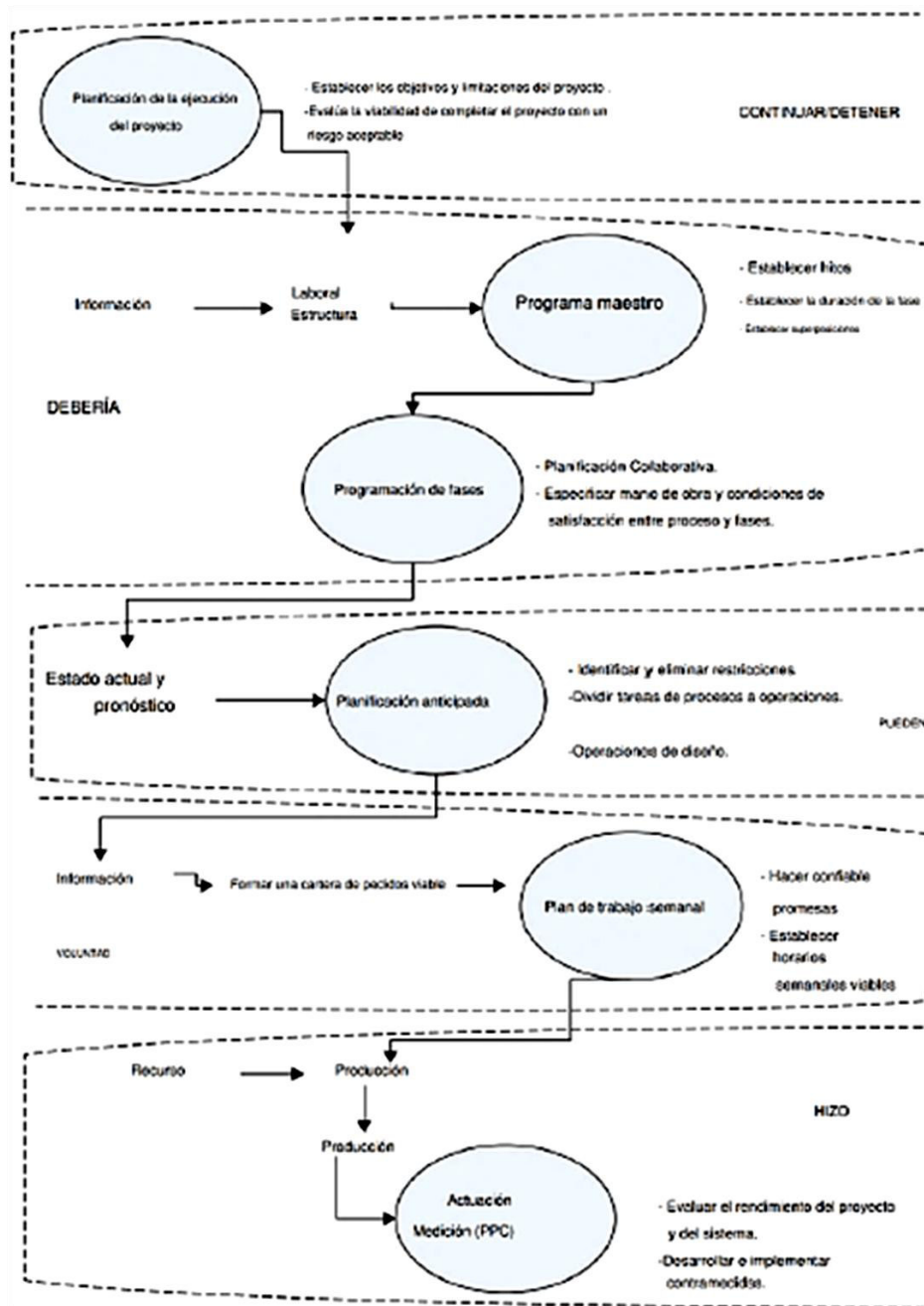
Por otro lado, Zenawi et al. (2022) definen el *Lean Construction* como un método que permite elaborar un sistema de producción abocado al uso óptimo de los recursos, minimizando el desperdicio de los materiales, tiempo y energía; con la finalidad de alcanzar un objetivo establecido a través de un trabajo colaborativo entre todos los involucrados de un proyecto (cliente, contratista y usuarios finales).

Asimismo, Pons (2014) señala que la construcción sin pérdida (*Lean Construction*) busca la excelencia mediante la aplicación de los principios y herramientas de la filosofía *Lean* en los proyectos desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio.

En la figura 3 se muestra de manera esquematizada las fases de la producción sin pérdida (*Lean Construction*).

Figura 3

Fases en Lean Construction



Nota. Adaptado de *Fases en Lean Construction* (p. 29), por Montañez, 2023, Adaptación de *Last Planner System* para la optimización en la ejecución de obra de las redes de distribución de agua potable, Caminaca-Azángaro-Puno.

Last Planner System

El *Last Planner System* fue desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell tomando como base los principios de la filosofía *Lean Construction* como un sistema que aumenta la fiabilidad de la planificación que busca mejorar el desempeño de la producción. El propósito principal de *Last Planner System* radica en controlar de manera efectiva los procesos, reducir la variabilidad en el flujo de trabajo de los proyectos de construcción, y disminuir la incertidumbre (Pons & Rubio, 2019).

Según López & Mego (2020), el *Last Planner System* es un método de control de la productividad que mejora los procesos y garantiza el cumplimiento de las actividades, y optimiza el uso de los recursos de un proyecto de construcción, puesto que, con la finalidad de lograr las metas programadas rediseña la programación ordinaria, implementando un trabajo colaborativo entre todos los involucrados del proyecto, con la finalidad de identificar las restricciones que puedan limitar que las actividades sean ejecutadas en los plazos establecidos.

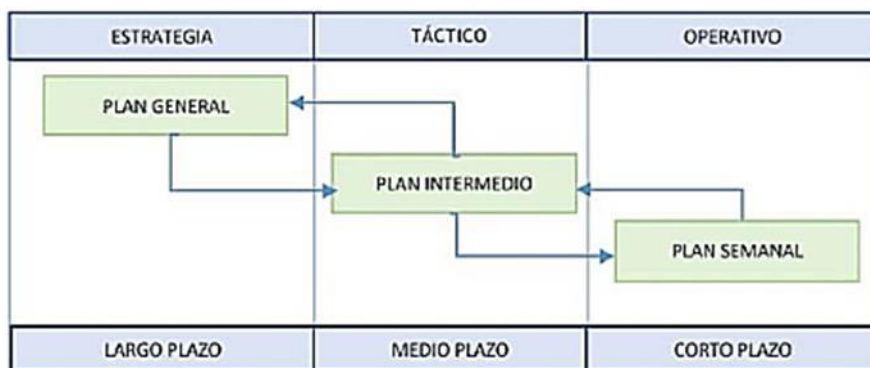
De acuerdo con Montañez (2023), el *Last Planner System* es un sistema enfocado para la planificación y control de la producción, puesto que, su principal finalidad consiste en reducir las limitaciones a través de la evaluación de los recursos de la obra mediante la planificación de largo, mediano y corto periodo de tiempo.

El principal aporte del *Last Planner System* se basa en la elección de aquellas actividades que se “pueden” ejecutar de manera semanal; evalúa los recursos y restricciones para definir que tareas son realmente ejecutables, mientras que el método tradicional únicamente abarca lo que “debe” de ejecutarse y lo que se “hará”, lo cual no permite identificar aquellas actividades que pueden o no realizarse. Por esta razón se incumplía la ejecución de diferentes tareas y consecuentemente se alteraba la duración del proyecto (Lozano & Manturano, 2020).

posibles restricciones de las tareas para mitigarlas y asegurar la viabilidad para su ejecución, con el propósito de reducir la incertidumbre del proceso constructivo; la última fase corresponde a la planificación a corto plazo o también denominado planificación semanal, su elaboración radica del trabajo colaborativo de todo el equipo de trabajo involucrado en la ejecución del proyecto mediante reuniones semanales donde se evalúan las causas de incumplimiento de la semana anterior y se proyectan las actividades que se ejecutarán la siguiente semana. A continuación, en la figura 5 se muestra el esquema resumido de la jerarquía de la estructura del Last Planner System.

Figura 5

Jerarquía de la estructura del Last Planner System



Nota. Adaptado de *Jerarquía de la Estructura del Last Planner System* (p.31), por Montañez (2023). Adaptación de *Last Planner System* para la optimización en la ejecución de obra de las redes de distribución de agua potable, Caminaca-Azángaro-Puno.

Plan Maestro

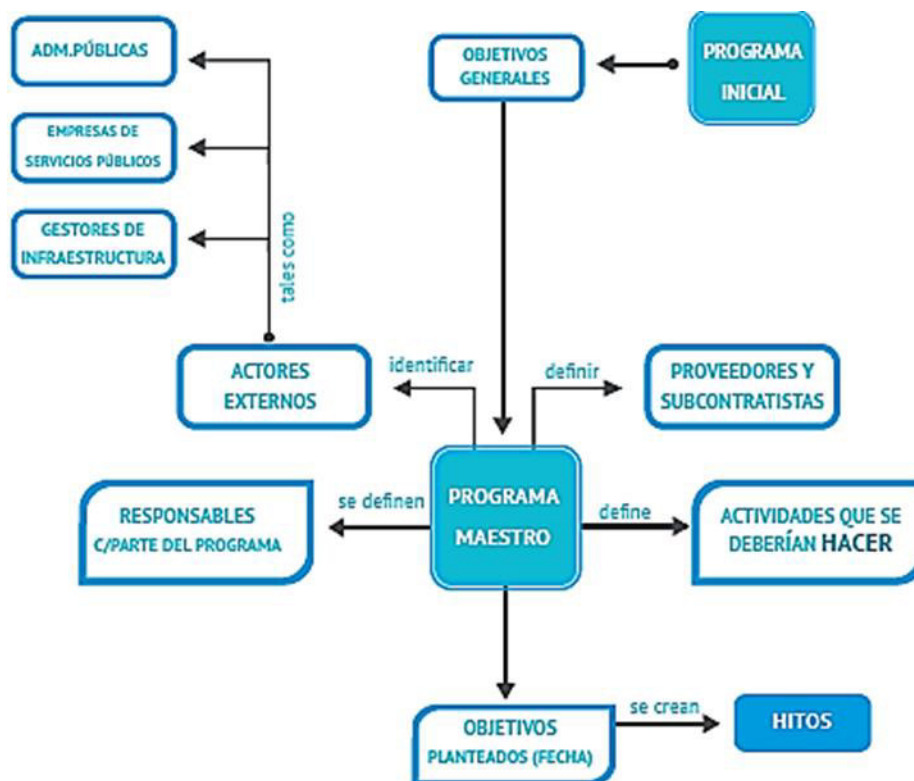
La planificación maestra es aquella que determina las estrategias que deben de realizarse para la ejecución de un proyecto. Establece los principales hitos de un proyecto y sus duraciones mediante niveles de planificación (López & Mego, 2020).

Según Pons & Rubio (2019), en esta se fase define el alcance, expectativa e hitos más destacados de un proyecto; asimismo, señala que un plan maestro debe contar con la información necesaria para proveer a un equipo de trabajo una visión común sobre los alcances del proyecto, de modo que permita efectuar un adecuado seguimiento de la evolución y alcance de este. Resalta que los principales componentes que deben considerarse en un programa maestros son las siguientes:

- Definición del alcance.
- Análisis de los involucrados (*stakeholders*) del proyecto.
- Definición de la estructura de desglose de trabajo.
- Definición de la estructura de organización del proyecto.
- Análisis de riesgos del proyecto,
- Definición de la estrategia de trabajo.
- Identificación de los recursos críticos.
- Identificación de los hitos,
- Programación general de la obra (secuencia y duración de las tareas principales).
- Costo de las actividades.

En tal sentido, la importancia de esta fase radica en que es la base del *Last Planner System*, puesto que, las siguientes jerarquías dependerán de la planificación de los hitos generales que definirán los entregables, la utilización de recursos, la identificación de riesgos y contingencias del proyecto.

En la figura 6 se esquematiza de manera gráfica lo mencionado anteriormente.

Figura 6*Proceso del plan maestro*

Nota. Adaptado de Proceso del Plan Maestro ELROY, 2009 (p.9). Metodología *Last Planner System*.

Planificación Intermedia (Lookahead)

Se define como un plan de producción donde se establece las tareas específicas que se requiere ejecutar, y su elaboración dependerá de las actividades definidas en el plan maestro. La programación intermedia se define como aquella herramienta que permite mantener bajo control un plan de trabajo en un mediano plazo, puesto que, semanalmente mediante un trabajo colaborativo (reuniones semanales) entre todos los participantes en la ejecución del proyecto evalúan el porcentaje de actividades cumplidas, las nuevas restricciones y condiciones que

puedan impedir la ejecución de una actividad en el plazo previsto, y planifican las actividades que se realizarán en la siguiente semana (Hinostroza & Monsalva, 2015).

Por otro lado, de acuerdo a lo señalado por Castaño (2013), el *Lookahead en el Last Planner System* tiene las siguientes funciones:

- Formular la secuencia de trabajo.
- Ajustar el flujo de trabajo y su capacidad en función a la disponibilidad de los recursos.
- Desglosar las actividades del plan maestro en paquetes de trabajo, para ejecutar las tareas.
- Desarrollar métodos detallados y comprensibles para la ejecución del trabajo.
- Mantener un inventario de trabajo ejecutable.
- Actualizar y revisar las actividades programadas para el cumplimiento de su ejecución en los plazos establecidos.

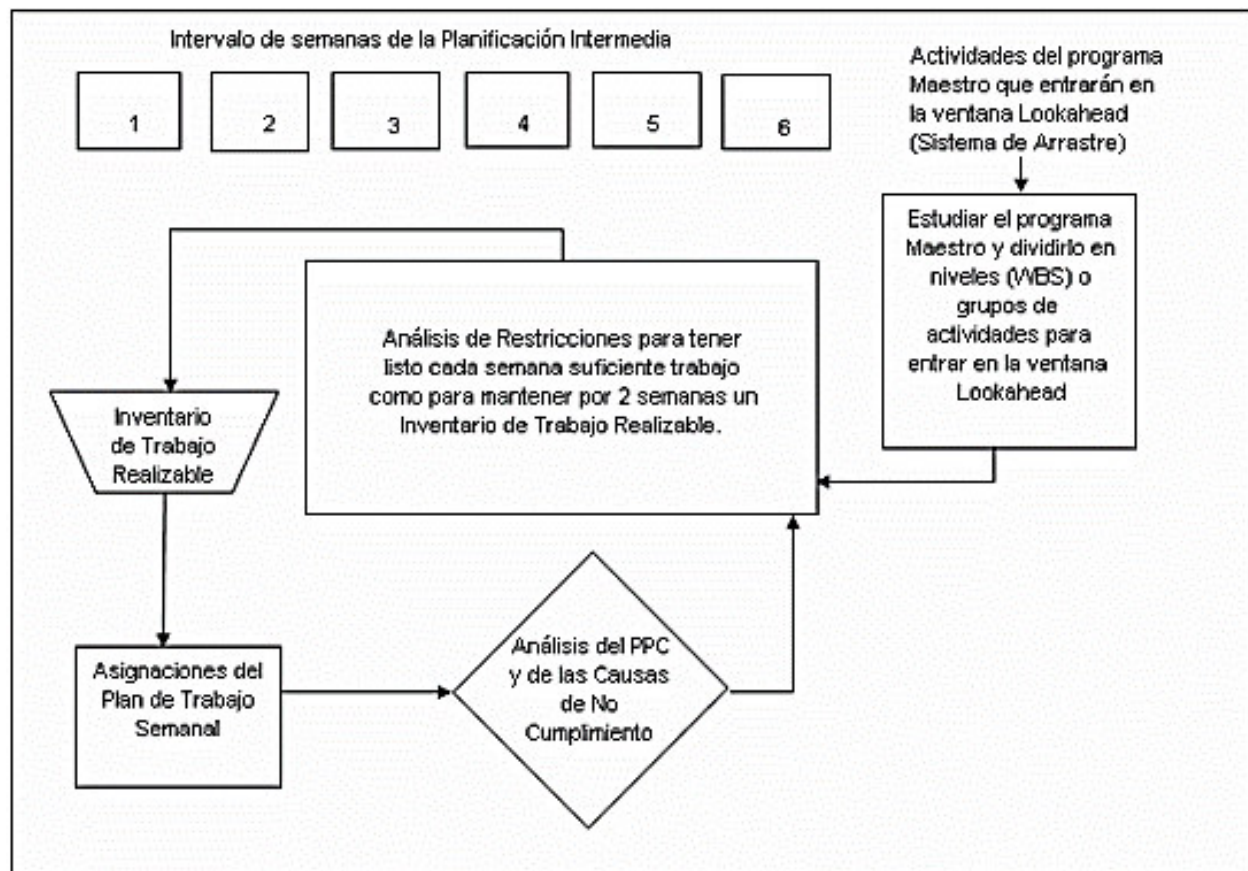
Asimismo, menciona que las funciones anteriormente resaltadas son cumplidas por los siguientes procesos específicos:

- Definición de actividades.
- Análisis de restricciones (mediante reuniones semanales).
- Arrastrar el trabajo desde las unidades de producción superiores.
- Equilibrar la carga con la capacidad.

Es importante resaltar que la planificación de este nivel jerárquico se realiza con tareas que abarcan un periodo de 4 a 6 semanas, lo cual dependerá de las particularidades del proyecto y la disponibilidad de los recursos. Lo expuesto anteriormente se esquematiza de manera gráfica en la figura 7.

Figura 7

Proceso de la planificación intermedia (Lookahead)



Nota. Adaptado de *Proceso de la Planificación Intermedia (Lookahead)* (p.32), por Echegaray et al., 2009. Pautas para la implementación del sistema del último planificador (Last Planner System) en una empresa constructora pequeña.

Análisis de Restricciones

El propósito principal del análisis de restricciones radica en el análisis de las condiciones necesarias para que una tarea pueda ser ejecutada, puesto que, identifica la restricción que impide realizar una determinada actividad y plantea una estrategia de solución para que la tarea pueda ser ejecutada según lo planificado; además permite tener un mayor control en la producción, entrega de los servicios y materiales mediante alertas tempranas (Pons & Rubio, 2019).

Por otro lado, según Brioso (2015), el análisis de restricciones se realiza con la finalidad de evitar paralizaciones en el flujo de trabajo y efectuar un uso óptimo de los recursos; asimismo, menciona que en el sector construcción se presentan las siguientes restricciones:

- Disponibilidad de la mano de obra.
- Compra y acopio de los materiales en el terreno.
- Disponibilidad de equipos y herramientas.
- Incongruencias en la información de diseño.
- Condiciones del terreno.
- Incumplimiento de tareas que preceden a la actividad que se va a ejecutar.
- Procedimientos de trabajo (seguridad).

Inventario de Trabajo Ejecutable

El Inventario de Trabajo Ejecutable son todas aquellas actividades que se encuentran libres de restricciones, y su ejecución no se encuentra limitada, por tanto, son incorporados al plan de trabajo semanal.

Según Angeli (2017), dentro del Inventario de Trabajo Ejecutable existen los siguientes tipos de actividades:

- Tareas con restricciones liberadas que pertenecen al Inventario de Trabajo Ejecutable de la semana que pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que formaron parte de la programación de la semana inicial.
- Tareas con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras (situación favorable para el encargado de la planificación).

Asimismo, señala que cuando el especialista en planeación tenga definido el Inventario de Trabajo Ejecutable, puede dar inicio la planificación semanal.

Planificación Semanal

El plan de trabajo semanal consiste en la planificación de mayor nivel de detalle previo a la ejecución de las tareas, su elaboración es realizada por el último planificador (personas que participan de manera directa en la ejecución de los trabajos). La planificación semanal es un compromiso en el cual se programa solo las tareas que pueden ser ejecutadas, mediante la selección de que aquellas actividades (asignaciones de calidad) que se encuentren integrados en el Inventario de Trabajo Ejecutable (ITE), con la finalidad de reducir la incertidumbre y variabilidad del flujo de producción, y crear un flujo de trabajo confiable tanto para las actividades que se encuentran dentro del plan semanal como para aquellas tareas que posteriormente serán ejecutadas en la misma línea de tiempo (Echegaray et al., 2009).

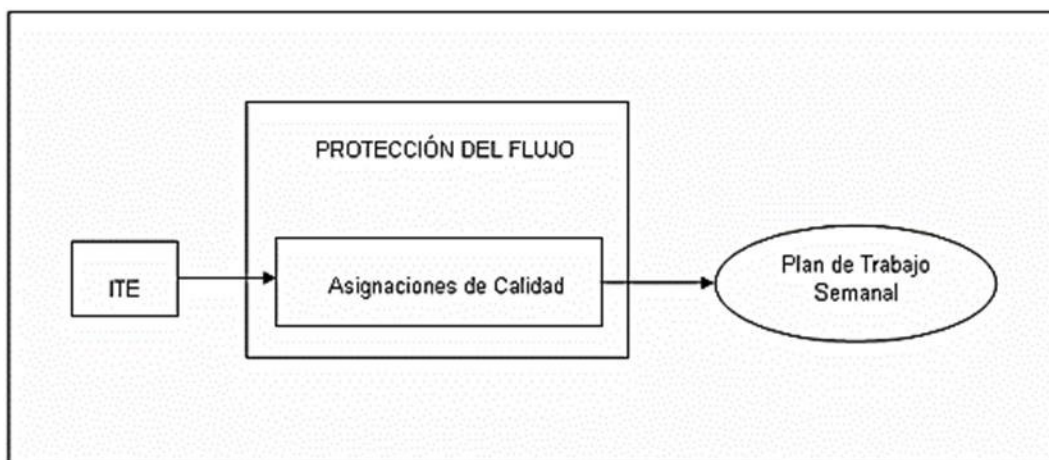
Por otro lado, según Angeli (2017), la efectividad de un plan de trabajo dependerá del cumplimiento de los cinco criterios de calidad.

- Definición. Se debe contar con una información detallada acerca de los recursos disponibles y de esa manera poder gestionarse.
- Consistencia. Las tareas programadas deben estar libre de restricciones.
- Secuencia: La asignación de las actividades que se ejecutarán debe realizarse en orden de prioridad.
- Tamaño. Debe mantenerse una congruencia con la unidad productiva asignada.
- Retroalimentación o aprendizaje: Se debe realizar un análisis de las causas de incumplimiento y plantear estrategias.

En la figura 8 se esquematiza de manera gráfica el proceso de la planificación semanal.

Figura 8

Proceso de la planificación semanal



Nota. Adaptado de *Proceso de la planificación semanal* (p.38), por Echegaray et al., 2009.

Pautas para la implementación del sistema del último planificador (Last Planner System) en una empresa constructora pequeña.

Indicadores del Last Planner System

Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC). El porcentaje de plan de cumplimiento es aquel indicador que nos permite verificar el avance de las actividades programadas en plan de trabajo semanal, su cálculo se realiza mediante la división entre las actividades cumplidas entre el número total de las tareas programadas en el plan semanal (Alarcón & Campero, 2008).

De mismo modo, Chokewanka & Sotomayor (2018) señalan que el PPC es una herramienta que mide la efectividad de un plan de trabajo semanal, y son analizados en las reuniones semanales verificando la ratio de tareas completas respecto a la programación semanal. Asimismo, resalta que el histórico del porcentaje de plan de cumplimiento evidencia el rendimiento en la ejecución de las actividades de un proyecto.

En tal sentido, para el análisis y cálculo de las actividades completadas se considera solo aquellas que cuenten con un 100 % y se emplea la siguiente ecuación:

$$\%PPC = \frac{\text{Total de actividades cumplidas}}{\text{Total de actividades programadas}} \times 100$$

Causas de no cumplimiento. Según Alarcón & Campero (2008), las causas de no cumplimiento son los motivos por el cual la planificación semanal no logra ejecutarse según lo programado; su análisis y control se realizan mediante estrategias de control y corrección en las reuniones colaborativas de todos los que participan en la ejecución de un proyecto, con la finalidad de no perjudicar la programación del proyecto.

Porcentaje de cumplimiento de restricciones (PCR). El PCR es un indicador que evidencia de manera cuantitativa y gráfica la liberación de las restricciones de una programación semanal, en cada *Lookahead* que se elabora. Se identifican todas las restricciones que reducen la probabilidad de éxito de la programación, y se asigna los responsables que se encargarán de levantar cada una de ellas. Bajo ese contexto, para la elaboración del plan semanal las restricciones de las actividades deben estar superadas y resueltas, para garantizar el cumplimiento de las actividades y contar con un buen porcentaje de cumplimiento (Alarcón & Campero, 2008).

Definición de Términos Básicos

- Last Planner System. Sistema del Último Planificador que facilita el trabajo colaborativo y mejora la eficiencia en el proceso de ejecución de un proyecto.
- Plan maestro: Consiste en la elaboración del cronograma de ejecución a largo plazo estableciendo hitos necesarios que permitirán alcanzar los objetivos del proyecto.
- Hito: Suceso o evento específico y significativo que establece un cambio importante en un proyecto.

- *Lookahead*. Es un nivel de planificación intermedia, y consiste en la programación de manera detallada de las tareas a ejecutar en un corto plazo. Permite mejorar la productividad mediante la anticipación de desafíos que pueden limitar el flujo de trabajo continuo.
- Flujo de trabajo continuo. Consiste en la ejecución de los trabajos sin interrupciones, libre de incertidumbres y restricciones que permitan una ejecución eficiente de las actividades.
- Trabajo colaborativo. Consiste en la participación de todos los participantes de la ejecución de un proyecto de manera integrada y efectiva con la finalidad de optimizar los procesos de trabajo y brindar solución a los problemas que paralizan la continua ejecución de una actividad.
- Plan semanal. Es el compromiso mediante el cual se programa de manera detallada las actividades o tareas libres de restricciones (ejecutables).
- Asignaciones de calidad. Consiste en la selección de aquellas actividades que se encuentran integradas en el Inventario de Trabajo Ejecutable.
- Inventario de Trabajo Ejecutable. Es el conjunto de tareas libres de restricciones cuya ejecución no se encuentra limitada.
- Restricciones. Es aquel limitante que paraliza el flujo continuo de trabajo y no permite el correcto uso de los recursos.
- Plan de mejora. Es el conjunto de estrategias de cambio que se realizan en una organización, con la finalidad de mejorar el rendimiento.
- Programación. Consiste en la elaboración de un plan de trabajo que será ejecutado por un equipo de trabajo, en un determinado periodo de tiempo.
- Seguimiento y control. Consiste en el análisis y control de las acciones que se llevan a cabo para establecer medidas sobre factores que generan una variación en el cronograma.

- Optimización de recursos de un proyecto. Consiste en uso eficiente (sin desperdicio) de los recursos disponibles en un proyecto.
- Casusas de no cumplimiento. Son los motivos por las cuales las actividades programadas en el plan de trabajo semanal no son completadas al 100 %.

Propuesta de Solución

Metodología de la Solución

Análisis Situacional

Descripción del proyecto. El proyecto evaluado en el presente trabajo de suficiencia profesional fue ejecutado con la finalidad de crear adecuadas condiciones de recreación y esparcimiento con un adecuado sistema de riego en los Parques Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris, motivo por el cual la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres por intermedio de la empresa ejecutora Consorcio Integral, empresa que ha sido conformada mediante la asociación de las empresas Construcciones & Consultores Abigati S.A.C | C&C Abigati S.A.C. y Consultores y Constructora Marka Jirca E.I.R.L. efectuó la construcción del proyecto: "Construcción de sistema de riego; en el (la) parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris de San Martín de Porres, provincia de Lima, departamento de Lima, CUI N°2574554", en el Sector IV del Distrito de San Martín de Porres, Provincia Lima, Departamento Lima.

El contrato celebrado entre la Municipalidad Distrital de San Martín de Porres y la empresa anteriormente mencionada fue bajo la modalidad de suma alzada con un presupuesto del proyecto de S/ 732,761.89 inc. IGV (consultar anexo 1), y el plazo de ejecución fue de sesenta (60) días calendarios.

De acuerdo con los documentos, tales como; la memoria descriptiva, especificaciones técnicas, metrados, presupuesto de obra, planos y demás documentos que conformaron el expediente técnico de obra de este proyecto, se consideraron los siguientes principales entregables:

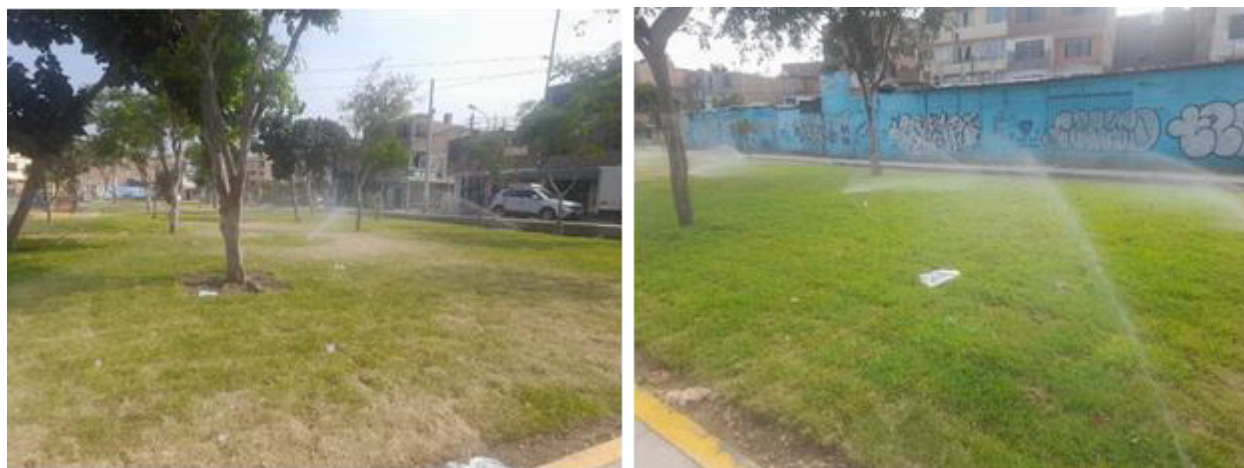
- Construcción de 3 cisternas de concreto de concreto armado de $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ con alma de acero de refuerzo $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$.
- Construcción de 3 cuartos de máquinas.
- Construcción de un sistema de riego que cuentan con 53 unids. de rociador Van-Serie 1800 y 253 unids. de rotores Serie 3500 de 1/2", incluidas las tuberías de alimentación correspondientes.
- Construcción y reposición de veredas de concreto.
- Construcción e instalación de 3 pedestales enchapados con placa recordatoria de mármol.

La extensión superficial del terreno donde se ejecutó el proyecto se constituyó de la siguiente manera: el parque Antares tiene un área de $7,159.28 \text{ m}^2$, la superficie del parque Antonio Raimondi es de $7.022.29 \text{ m}^2$, y el parque Stella Maris cuenta con una extensión de $1,757.77 \text{ m}^2$, lo cual resultó en un total de $15,939.34 \text{ m}^2$.

A continuación, en la figura 9 se muestra el proyecto culminado y puesta en marcha.

Figura 9

Proyecto sistema de riego en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris.



Por otro lado, para efectos de desarrollo y una mayor comprensión del presente informe, es fundamental describir el sistema de riego tecnificado instalado en los parques.

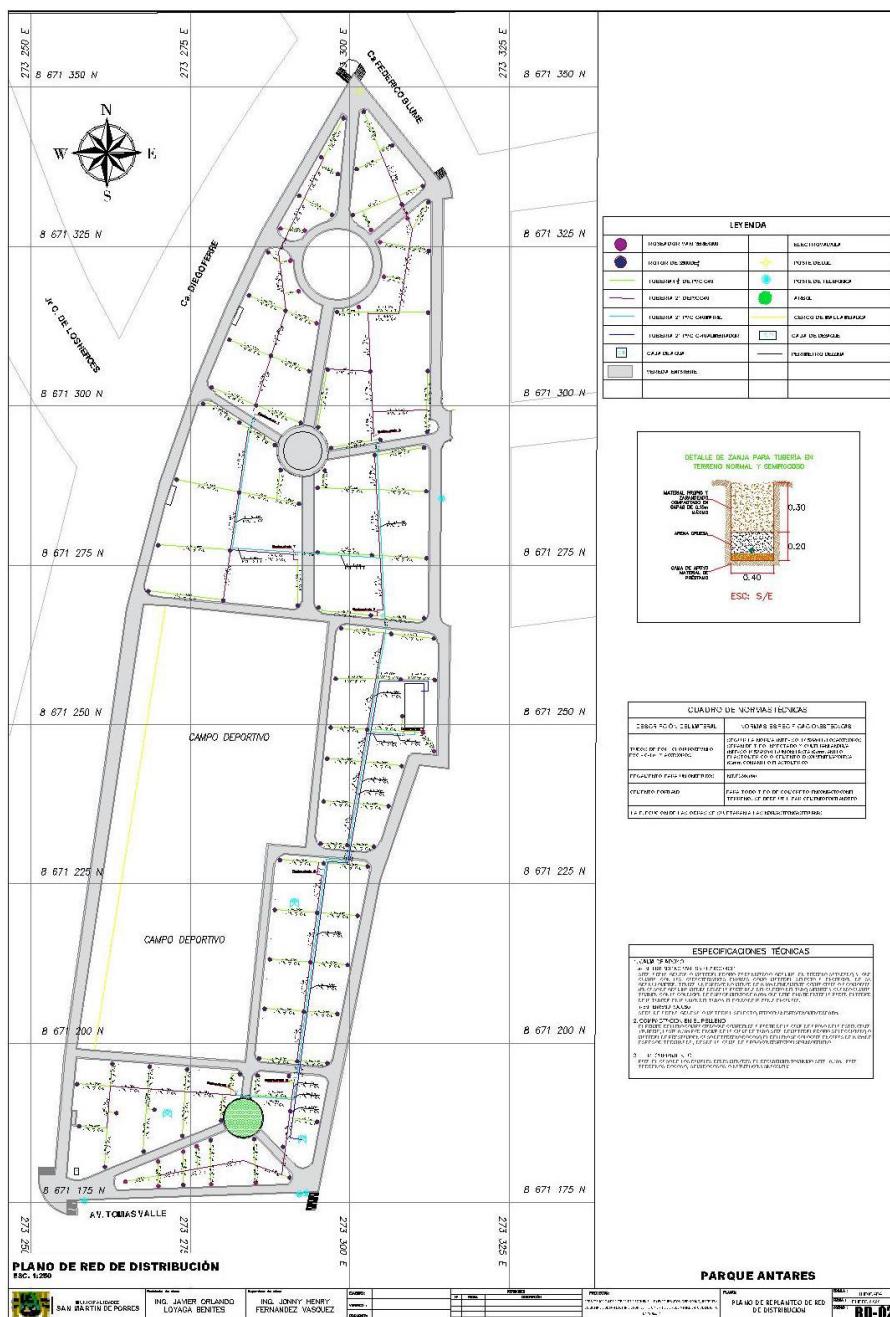
En tal sentido, se menciona que la funcionabilidad del sistema de riego radica en 3 bombas de presión constante y velocidad variable que han sido instaladas en el cuarto de bombas de la cisterna, y son las que se encargan de dirigir el recurso hídrico a través de la red de distribución de riego hasta los rociadores Van-Serie 1800 y rotores Serie 3500. Es preciso mencionar que para la puesta en marcha de las electrobombas se ha realizado la instalación de un sistema eléctrico.

Asimismo, se precisa que el sistema de riego instalado en el proyecto se clasifica en 2 tipos; el primer tipo consiste en la red principal también denominada matriz y está compuesta por tuberías de PVC de 2", y su funcionabilidad radica en la alimentación desde el cuarto de bombas hacia las derivaciones, por otro lado, el segundo tipo de red que compone el sistema de riego tecnificado son las redes secundarias que se originan de las derivaciones de la matriz hacia los rociadores y rotores mismos que fueron instalados de manera estratégica.

A continuación, en las figuras 10, 11 y 12 se muestra las vistas generales del sistema de riego tecnificado instalados en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris.

Figura 10

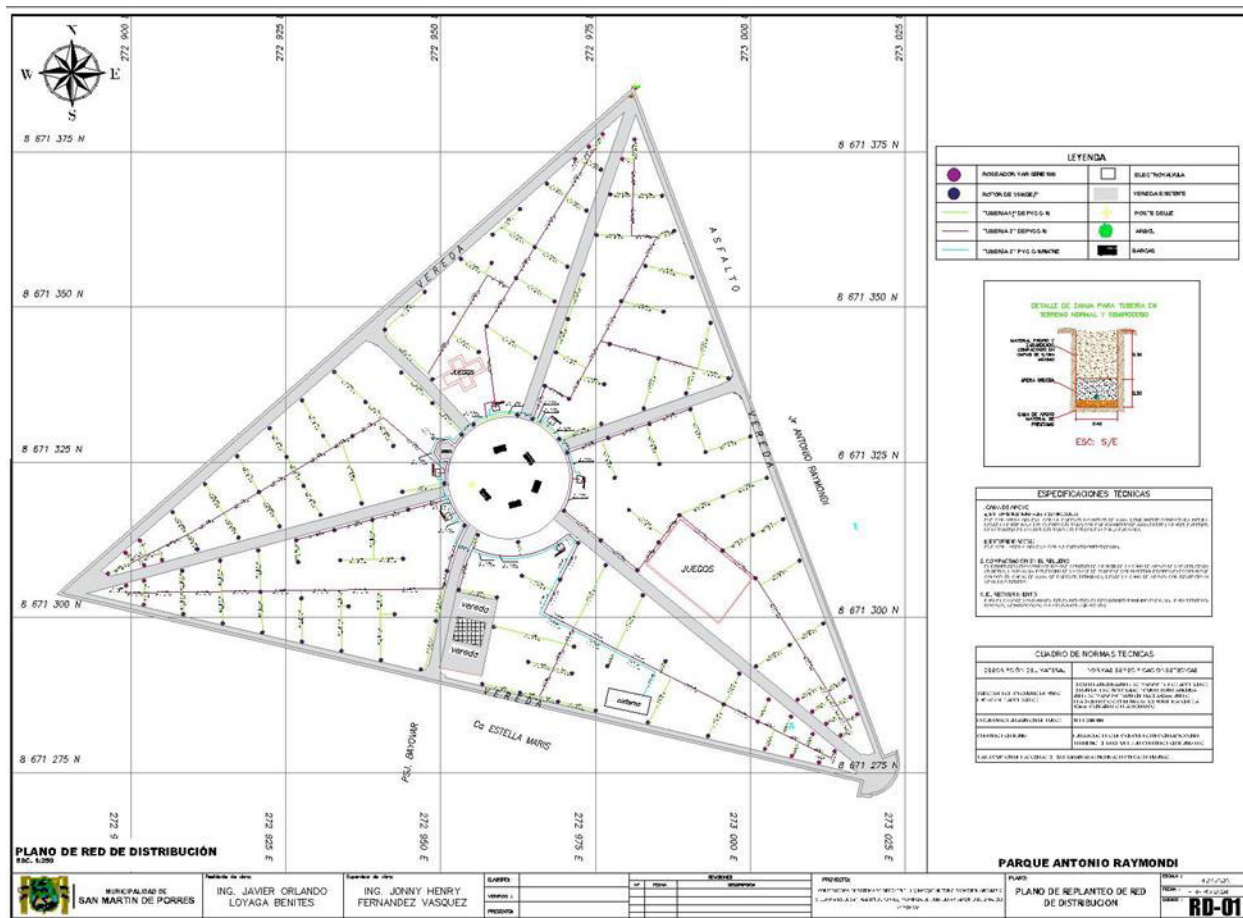
Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Antares



Nota. Adaptado de Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Antares. Tomado del expediente técnico del proyecto "Construcción de Sistema de Riego; en el (la) Parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris".

Figura 11

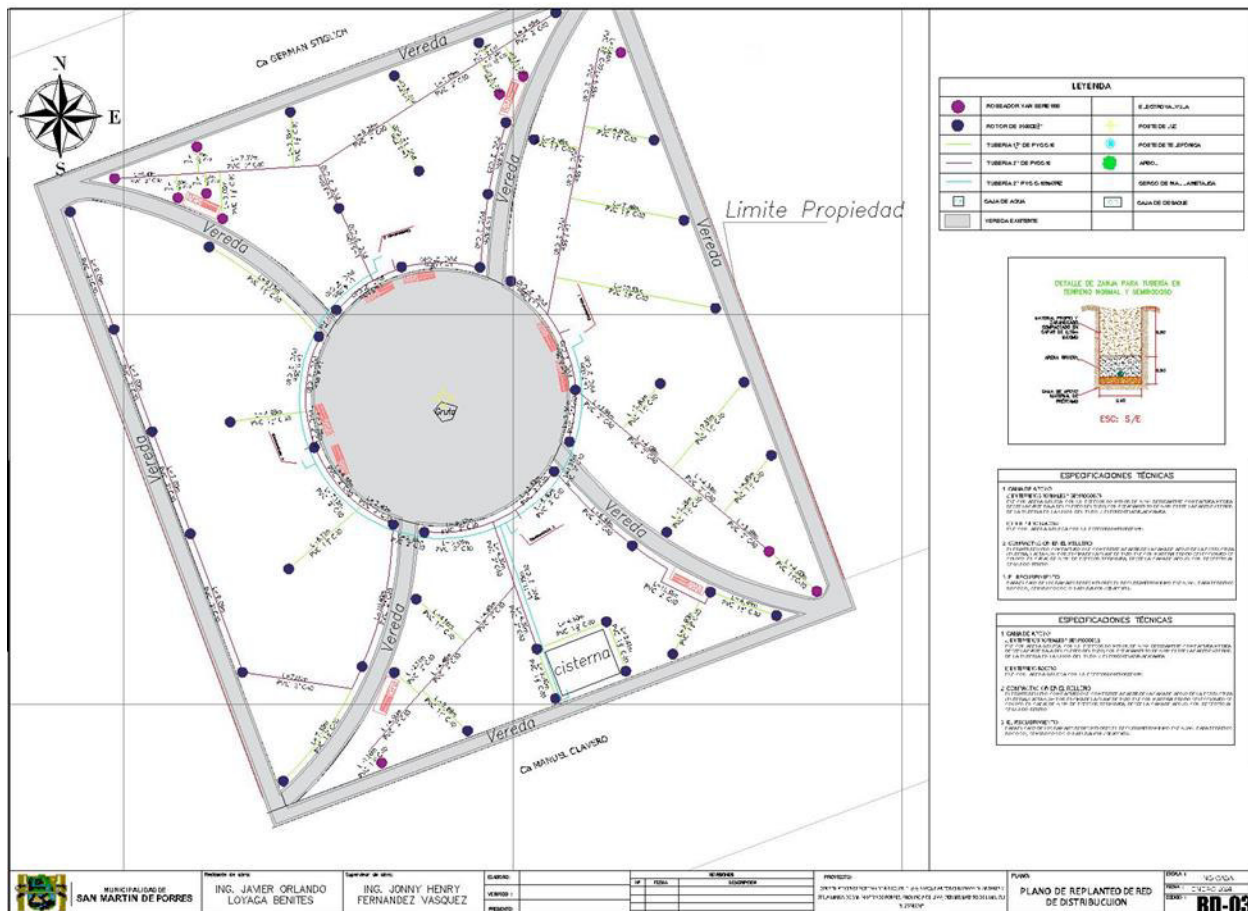
Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Antonio Raimondi



Nota. Adaptado de Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Antonio Raimondi. Tomado del expediente técnico del proyecto "Construcción de Sistema de Riego; en el (la) Parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris".

Figura 12

Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Stella Maris



Nota. Adaptado de Vista en planta del proyecto de sistema de riego tecnificado en el Parque Stella Maris. Tomado del expediente técnico del proyecto "Construcción de Sistema de Riego; en el (la) Parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris".

Análisis de los Procesos Actuales de Ejecución

La empresa Construcciones & Consultores Abigati S.A.C | C&C Abigati S.A.C., desde el inicio de sus actividades, ha ejecutado una variedad de proyectos empleando una metodología tradicional, sin embargo, para la ejecución de la obra "Construcción de sistema de riego; en el (la) parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris de San Martín de Porres, provincia de

Lima, departamento de Lima, CUI N°2574554", debido a su complejidad, era imprescindible aplicar nuevas metodologías de programación y control de proyectos que permitan contar con un plan de trabajo que evite incurrir en paralizaciones, desperdicio de los recursos y costos adicionales en la obra; aspecto que la empresa aún no había superado.

Por otro lado, en las estrategias de trabajo de la empresa para la ejecución de la obra de sistema de riego tecnificado estableció que los trabajos de excavaciones de zanjas para las redes de distribución debían ser ejecutadas de manera manual, debido a la presencia de interferencias que limitada la ejecución de la partida empleando maquinaria pesada.

Es relevante destacar que la construcción del sistema de riego fue ejecutada de manera simultánea en los tres parques, y la estrategia planteada por la empresa representó un desafío a superar, porque no se contaba con un plan de trabajo que permitiese evitar el desperdicio de horas hombres e incurrir a pérdidas económicas.

La situación anteriormente mencionada, la necesidad de reducir la probabilidad de incurrir en pérdidas económicas, y cumplir la ejecución de la obra en el plazo establecido, impulsó a la empresa a ejecutar el proyecto bajo el enfoque del Last Planner System, en vista que, el LPS es una metodología de gestión eficiente de proyectos de construcción que impulsa un trabajo colaborativo entre todos los involucrados en la ejecución de un proyecto. Esta mejorará la comunicación y contará con una programación de actividades realista y detallada.

Metodología implementada

La metodología implementada se realizó con la finalidad de mejorar la gestión del proyecto mediante una programación, control y seguimiento eficaz, para tal efecto, se implementó el Last Planner System, que es una herramienta que sustituye a la gestión de proyectos de manera tradicional, mediante una planificación colaborativa y con el uso eficiente

de recursos que reducen la variabilidad del proyecto. A continuación, se describe la planificación de las actividades del proyecto que se enfocó en los principales entregables tales como: construcción de 3 cisternas de concreto de concreto armado de $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ con alma de acero de refuerzo $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$ y la construcción de un sistema de riego que cuentan con 53 unds. de rociador Van-Serie 1800 y 253 unds. de rotores Serie 3500 de 1/2", incluida las tuberías de alimentación correspondientes.

En primera instancia consistió en la elaboración el plan maestro tomando como referencia el cronograma del expediente técnico, el cual permitió identificar y establecer los hitos y objetivos principales del proyecto.

Seguidamente, se procedió a elaboración de la planificación intermedia o *Lookahead*, en el cual se analizaron las restricciones y establecieron tareas específicas que se requieren ejecutar de acuerdo con los hitos definidos en el plan maestro. La planificación se desarrolló para un periodo de 9 semanas, mismos, que semanalmente fueron evaluados por todos los participantes en la ejecución del proyecto.

Posteriormente, se ejecutó la planificación semanal de las actividades libres de restricciones con la finalidad de reducir la incertidumbre y variabilidad del flujo de producción, para mantener un flujo de trabajo confiable. En esta fase se llevó a cabo el análisis de los indicadores claves que determinan el comportamiento del proyecto como el Porcentaje de Plan de Cumplimiento (PPC) y las Causas de No Cumplimiento (CNC), lo cual permitió un aprendizaje continuo y flujo continuo de la ejecución del proyecto, para evitar incurrir en paralizaciones de las actividades programadas.

Análisis de la causa raíz del problema

Como se dijo anteriormente, en la ejecución de un proyecto mediante una gestión tradicional predomina los atrasos, uso deficiente de recursos de la obra y sobrecostos, debido a que la programación de las actividades se basa en la experiencia del responsable que lidera el proyecto, y esto no permite, un control adecuado de su variabilidad. Debido a que en la programación no se realiza un análisis de las restricciones, esto puede generar paralizaciones de las actividades, y por tanto retraso en lo programado.

En tal sentido, con la finalidad de efectuar una gestión adecuada y brindar una solución a la problemática, se presenta este trabajo de investigación que muestra los beneficios a obtenerse mediante la dirección y control de un proyecto de sistema de riego bajo el enfoque del Last Planner System.

Desarrollo de la Solución

Implementación del Last Planner System

Para abordar una adecuada gestión de proyectos en la ejecución del sistema de riego tecnificado en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris, se implementó la metodología Last Planner System.

Sectorización

Consistió en la primera fase realizada, porque proporciona una información distribuida y equivalente a una escala manejable que facilita la planificación con mayor detalle.

La sectorización del proyecto de sistema de riego se delimitó considerando la cantidad de trabajo a realizar con la finalidad de distribuir equitativamente los trabajos en cada sector, en tal sentido, se designó como sector 1 al parque Antonio Raimondi, dado que tal como se aprecia en la tabla 1 dicho sector contaba con 1114.12 metros lineales de red de tuberías de distribución a

instalar, mientras que el sector 2 fue constituida por los parques Antares y Stella Maris, dado que el acumulado de metrado de red de tubería de ambos parques era equivalente a 1666.07 metros lineales (consultar en el anexo 2 el resumen de metrados del proyecto).

Tabla 1

Longitud real de red de distribución del proyecto de sistema de riego tecnificado

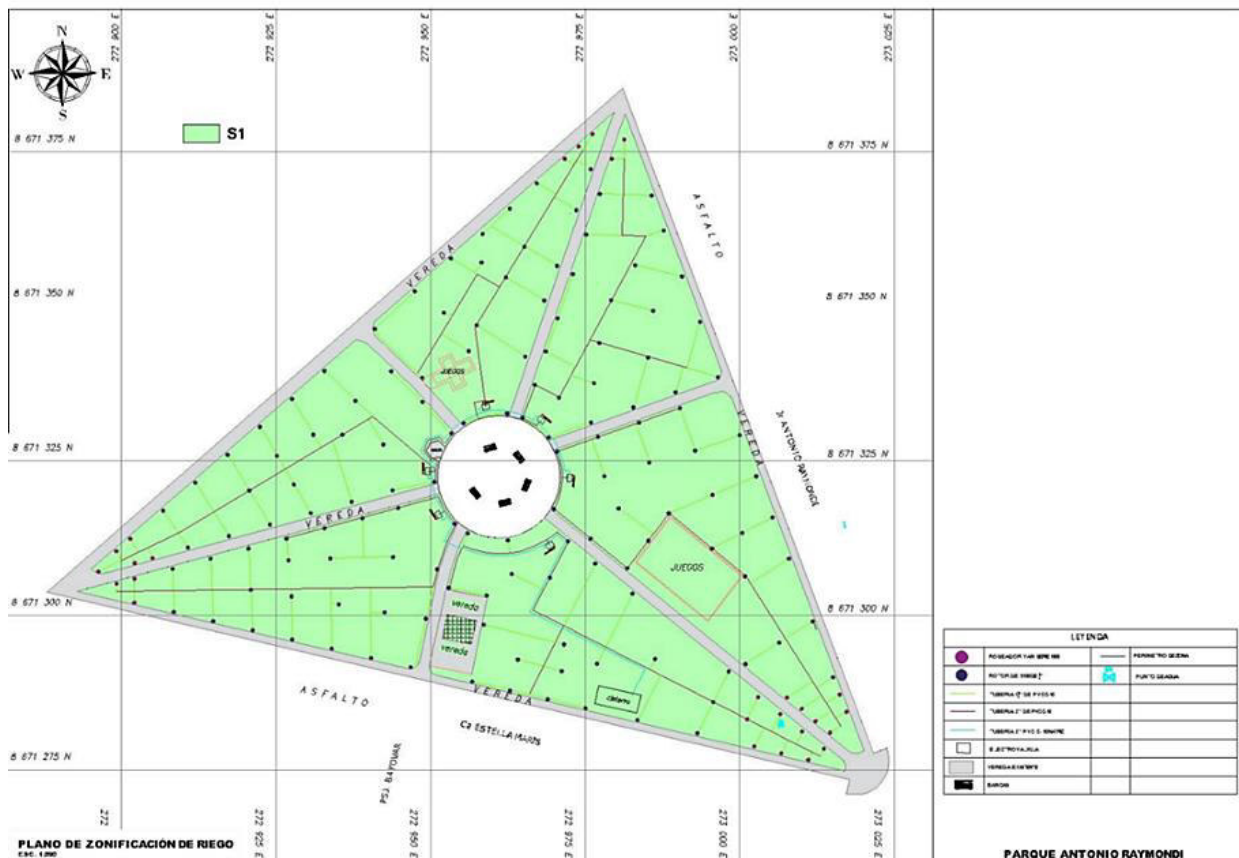
	Longitud de tuberías por sector (m)		Longitud
	Ø 2"	Ø 1 ½"	
Sector 1	594.37	519.75	1114.12
Sector 2	772.36	891.71	1666.07
Total	1366.73	1411.46	2780.19

Nota. Adaptado de *Longitud real de red de distribución del proyecto de sistema de riego tecnificado*. Tomado del expediente técnico del proyecto "Construcción de Sistema de Riego; en el (la) Parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris".

A continuación, en la figura 13 y 14, se presenta la sectorización realizada en el proyecto de sistema de riego tecnificado.

Figura 13

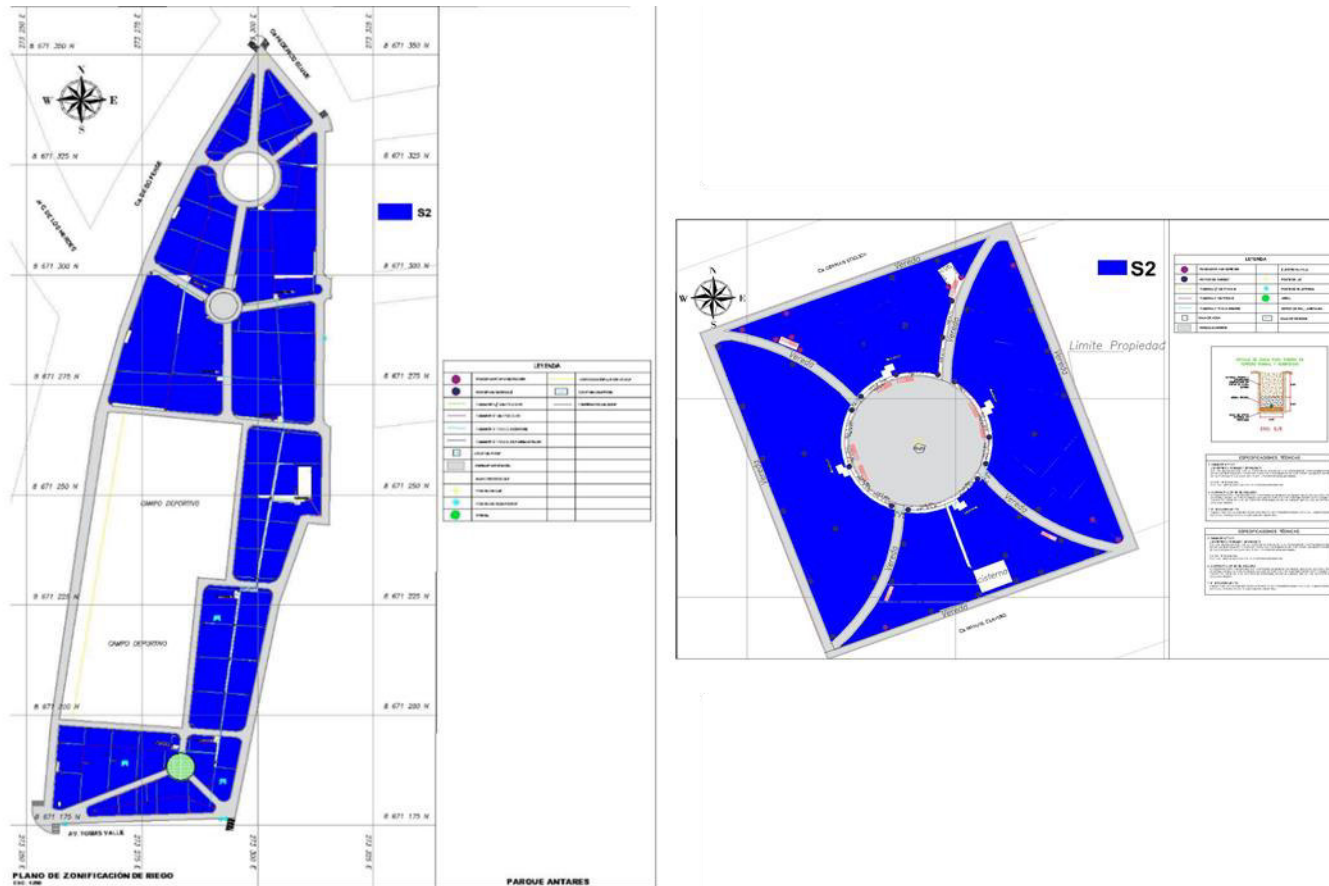
Sectorización de la obra de sistema de riego (sector 1)



Nota. Adaptado de *Sectorización de la obra de sistema de riego (sector 1)*. Tomado del expediente técnico del proyecto "Construcción de Sistema de Riego; en el (la) Parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris".

Figura 14

Sectorización de la obra de sistema de riego tecnificado (sector 2)



Nota. Adaptado de *Sectorización de la obra de sistema de riego (sector 2)*. Tomado del expediente técnico del proyecto "Construcción de Sistema de Riego; en el (1a) Parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris".

Desarrollo del Plan Maestro

Se elaboró el plan maestro con el apoyo del cronograma del expediente técnico contractual, considerando los principales hitos detallados en la tabla 2, por otro lado, en la figura 15, se presenta todo el sistema de riego tecnificado. Se muestra que el proyecto tuvo una duración de 60 días calendarios y la fecha de inicio de ejecución del proyecto fue el 07 de octubre del 2023 y culminó el 05 de diciembre del 2023.

Tabla 2

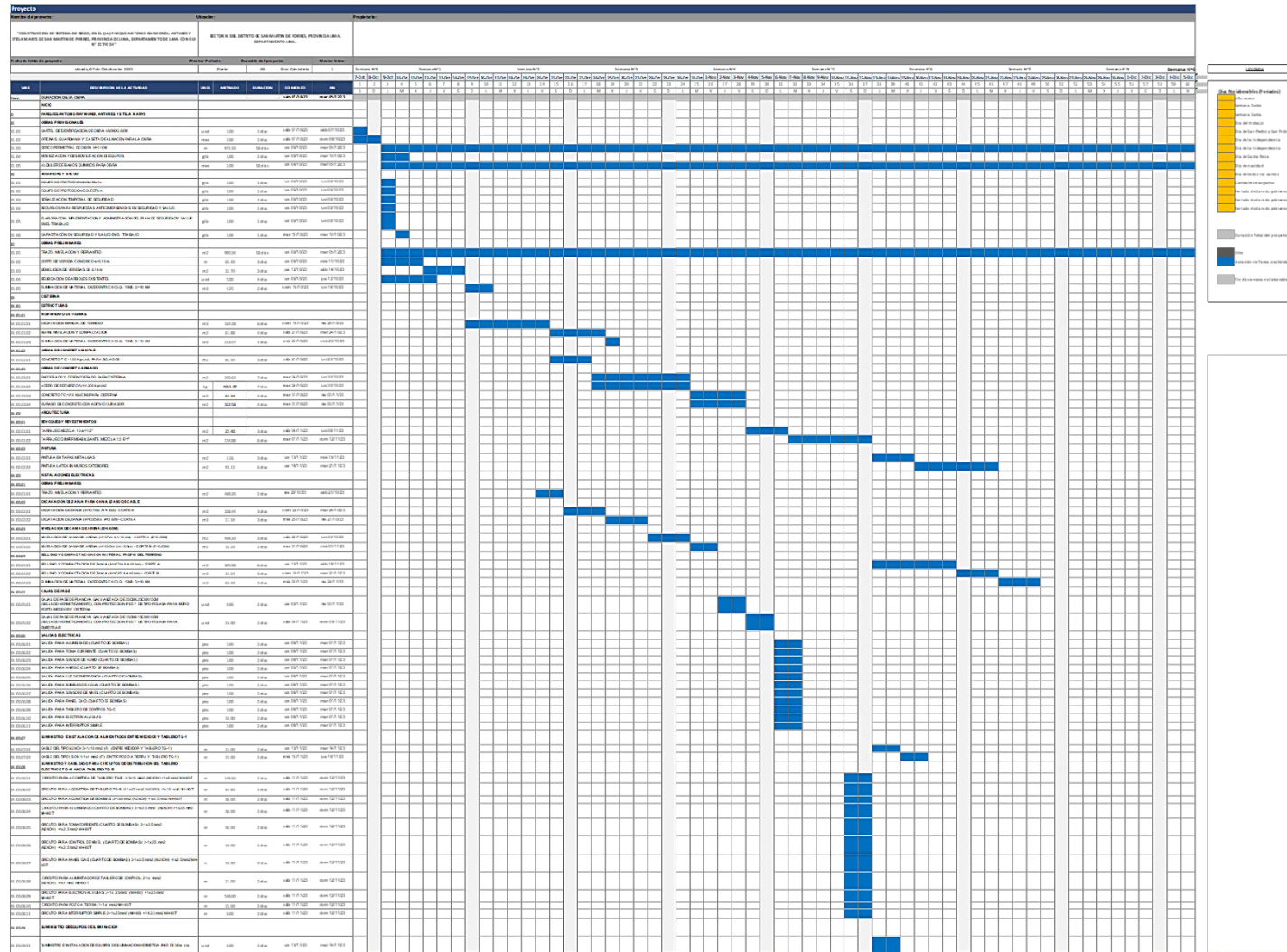
Resumen de los principales alcances del proyecto de sistema de riego tecnificado

Ítem	Principales alcances del proyecto de riego tecnificado
01	Construcción de 3 cisternas de concreto de concreto armado.
02	Construcción de 3 cuartos de máquinas.
03	Construcción de un sistema de riego.
04	Construcción y reposición de veredas de concreto.
05	Construcción e instalación de 3 pedestales de recordatoria

Nota. Adaptado de *Resumen de los principales alcances del proyecto de sistema de riego tecnificado*. Tomado del expediente técnico del proyecto "Construcción de Sistema de Riego; en el (la) Parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris".

Por otro lado, esta fase permitió identificar el cronograma a largo plazo (inicio y fin del proyecto), además, permitió contar con una visión general de la obra y sirvió como base para la planificación de las actividades de manera detallada.

Figura 15
Plan maestro del proyecto de sistema de riego tecnificado



Desarrollo del Lookahead

La elaboración del *Lookahead* consistió en la programación de planes de trabajo a mediano plazo, el plan intermedio realizado en el proyecto abarcó 9 semanas, en el cual se han detallado las actividades a ejecutarse y sus respectivos metrados. Esta fase permitió anticipar y coordinar la ejecución de las actividades próximas, mediante un análisis de las restricciones que podrían generar paralizaciones.

A continuación, en la figura 16 se presenta el *Lookahead* elaborado para el sistema de riego tecnificado. Se resalta que para efectos del desarrollo se adjunta un extracto del *Lookahead* que comprende la programación de la semana 1 a la semana 3. Consultar en el anexo 3 la programación intermedia completa.

Como puede apreciarse en el *Lookahead*, mostrado en la figura 16, se detalló la secuencia de las actividades a ejecutar en el sector 1 y 2, lo que permitió cumplir con las actividades y tareas programadas, se ejecutaron con una mayor eficacia y se cumplió con la ejecución del proyecto dentro de los 60 días calendarios establecidos en el cronograma del expediente técnico de obra.

Análisis de Restricciones

En el análisis de restricciones se evaluaron las condiciones de las actividades programadas con la finalidad de evitar paralizaciones en el flujo de trabajo y efectuar un uso óptimo de los recursos.

Para tal efecto se evaluó la disponibilidad de la mano de obra, incompatibilidades de los planos del expediente técnico de obra, topografía del terreno y disposición de los recursos de la obra.

A continuación, en la figura 17 se presenta el análisis de restricciones realizado para la planificación de la semana 1.

Figura 17

Análisis de restricciones del proyecto de sistema de riego

ANÁLISIS DE RESTRICCIONES/RECURSOS											
PROYECTO: "CONSTRUCCION DE SISTEMA DE RIEGO, EN EL (LA) PARQUE PRIMAVERA DE LA ASOCIACION DE VIVIENDA SAN JUAN DE DIOS I ETAPA DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA, CUI N° 2574549"											
CODIGO DE PROYECTO: 01											
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCION/RECURSOS	CANT	Fecha para realizar act.	Descripción de la Restricción	Fecha requerida en obra	RESPONSABLE	RESTRICCION LIBERADA?	ANÁLISIS DE INCUMPLIMIENTO			
								SI	NO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 4.80MX3.60M	1	7/10/2023	Demora en impresión de banner de cartel de obra.	7/10/2023	Contratista	Si	x			Se solicitó a la entidad modelo de banner para imprimir y continuar con los trabajos de la partida.
	OFICINAS, GUARDIANA Y CASETA DE ALMACEN PARA LA OBRA	1	7/10/2023	Demora en adquisición o compra de caseta prefabricada para almacén.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	CERCO PERIMETRAL DE OBRA H=2.10M	1	7/10/2023	Demora en compra de materiales.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	1	7/10/2023	Equipos deficientes y deteriorados.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			Previa adquisición de material o equipo se evaluará las condiciones de operatividad.
	ALQUILER DE BAÑOS QUIMICOS PARA OBRA	1	7/10/2023	Demora en alquiler de baños químicos.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	1	7/10/2023	Demora en compra de EPP.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	1	7/10/2023	Demora en compra de materiales para señalización de obra.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	1	7/10/2023	Demora en compra de materiales para señalización de obra.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	1	7/10/2023	Demora en compra de botiquín.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	1	7/10/2023	No contar con personal especializado en seguridad y salud en el trabajo.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista contratará personal especializado en el área.

CODIGO DE PROYECTO: 01								ANALISIS DE INCUMPLIMIENTO			
ITEM	DESCRIPCION DE ACTIVIDAD/RESTRICCION/RECURSOS	CANT.	Fecha para realizar act.	Descripción de la Restricción	Fecha requerida en obra	RESPONSABLE	RESTRICCION LIBERADA?	SI	NO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA
	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	1	7/10/2023	No contar en obra con materiales para iniciar actividad.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	CORTE DE VEREDA CON DISCO e=0.10 m.	1	7/10/2023	No contar con equipo de corte de concreto.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10 m	1	7/10/2023	No contar con herramienta para demolición de concreto.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	REUBICACION DE ARBOLES EXISTENTES	1	7/10/2023	No contar con equipo especializado para realizar trabajo de reubicación.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista contratará personal especializado en el área.
	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3, D=10 KM	1	7/10/2023	No disponer con volquete en obra para eliminar material excedente.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista realizó las gestiones necesarias a fin de realizar las compras y alquileres en un corto plazo.
	PEDESTAL ENCHAPADO CON PLACA RECORDATORIO DE MARMOL	1	7/10/2023	No contar con personal especializado en medio ambiente.	7/10/2023	Contratista (Administrador de obra)	Si	x			La contratista contratará personal especializado en el área.
ELABORADO POR:								17	0		
ELABORADO POR:								100%	0%		

% CUMPLIMIENTO

0%
100%

■ SI
■ NO

Desarrollo del Plan Semanal

Esta planificación consistió en programar las actividades libres de restricciones con la finalidad de optimizar la ejecución de la obra. Para su elaboración se tomó como base la planificación intermedia y se realizó mediante reuniones colaborativas entre todos los involucrados en el proyecto realizando el análisis de las causas de no cumplimiento de las tareas al 100 %, y se plantearon estrategias de solución para culminar la actividad en la semana inmediata. Esta práctica generó un impacto positivo durante la ejecución de la obra, porque permitió reducir considerablemente la incertidumbre y variabilidad del proyecto durante su desarrollo.

A continuación, en la figura 18 se presenta la planificación semanal correspondiente a la semana 3 realizada en el proyecto de sistema de riego tecnificado.

Fecha de Inicio del proyecto:		Mostrar Período:		Duración del proyecto:		Mostrar Inicio:		Semana N°3									
sábado, 07 de Octubre de 2023		Diario		60		16:00											
WBS	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND.	METRADO	DURACION	COMIENZO	FIN	METRADO PROG.	% PROG.	METRADO DEC. ACUM.	% EEC.	22 Oct	23 Oct	24 Oct	25 Oct	26 Oct	27 Oct	28 Oct
											16 D	17 L	18 M	19 X	20 J	21 V	22 S
04.03.08.09	CIRCUITO PARA ELECTROVALVULAS: 2 1x2.5mm2 (NH 80) +1x2.5 mm2 NH 80/T	m	548	3 días	sáb 04/11/23	mar 07/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.08.10	CIRCUITO PARA POZO A TIERRA: 1 2x4 mm2 NH 80/T	m	15	3 días	sáb 18/11/23	mar 21/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.08.11	CIRCUITO PARA INTERRUPTOR SIMPLE: 2 2x2.5mm2 (NH 80) + 1X2.5 mm2 NH 80/T	m	6	3 días	sáb 18/11/23	mar 21/11/23											
04.03.09	SUMINISTRO DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN																
04.03.09.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS DE ILUMINACION HERMETICA IP 65 DE 36w c/u	und	6	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLACA HIDROXO PARA TOMACORRIENTE EN CITO DE BOMBAS CON IP 65	und	3	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUZ DE EMERGENCIA CON PROTECCION IP 65 DE 8W	und	3	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBAS DE AGUA DE 3HP, 3F	und	1	1 días	mié 22/11/23	mié 22/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBAS DE AGUA DE 4HP, 3F	und	2	1 días	jue 23/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE PANEL GCI	und	3	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE NIVEL	und	3	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE ANIEGO	und	3	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.09	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE HUMO	und	3	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.09.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROVALVULAS	und	10	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23											
04.03.09.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTOR SIMPLE	und	3	2 días	mié 22/11/23	jue 23/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.10	CANALIZADO CONTUBERIA DE PLASTICO PESADO (PVC-SAP)																
04.03.10.01	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 50 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	288.2	2 días	jue 02/11/23	vie 03/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.10.02	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 20 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	732.6	9 días	vie 03/11/23	sáb 25/11/23											
04.03.10.03	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 25 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	30	3 días	sáb 28/10/23	mar 31/10/23	10.00	33%		0.00%							10.000
04.03.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TABLERO ELECTICO DE DISTRIBUCIÓN																
04.03.11.01	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 24 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-B)	und	3	3 días	vie 24/11/23	lun 27/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.11.02	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 12 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-1)	und	3	3 días	vie 24/11/23	lun 27/11/23											
04.03.11.03	TABLERO DE CONTROL CON 12 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-C)	und	3	3 días	sáb 25/11/23	mar 28/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.12	PRUEBA ELECTRICA EN BAJA TENSION																
04.03.12.01	PRUEBA DE AISLAMIENTO (MEGADO)	und	9	1 días	mar 05/12/23	mar 05/12/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.12.02	PRUEBA DE CARGA (VOLTAJE Y CORRIENTE)	und	9	1 días	mar 05/12/23	mar 05/12/23											
04.03.12.03	PRUEBA DE MEDICIÓN DE POZO A TIERRA (<10 Ohm)	und	9	1 días	mar 05/12/23	mar 05/12/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.13	MURETE DE CONCRETO DE 15X1.2MX0.30M, ACABADO TARRAJO INC. ALOJAM P/CONTROL, MEDIDOR Y PROTECCION CON REJA ANTIHURTO																
04.03.13.01	MURETE DE CONCRETO, PORTA MEDIDOR Y TABLERO ELECTICO TG-01	und	3	2 días	vie 24/11/23	sáb 25/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.14	TRAMITE Y COORDINACION CON ENEL																
04.03.14.01	INSTALACION DE MEDIDOR TRIFASICO DE ENERGIA EN CAJA PORTA-MEDIDOR (INCL. TRAMITE ANTE ENEL)	und	3	1 días	lun 04/12/23	lun 04/12/23	0.00	0%		0.00%							
04.03.15	POZO A TIERRA EN BAJA TENSION																
04.03.15.01	POZO A TIERRA EN BAJA TENSION (<10 Ohm)	und	3	3 días	lun 27/11/23	mié 29/11/23											
04.04	CUARTO DE MAQUINAS																
04.04.01	EQUIPOS DE BOMBO SISTEMA DE REGO																
04.04.01.01	VALVULA DE RETENCION BRONCE ROSCADO C/RESORTE PN 35 DE 2"	und	3	2 días	vie 17/11/23	sáb 18/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.04.01.02	ADAPTADOR UNION PRESION ROSCA PVC PN 30 DE 2"	und	3	2 días	vie 17/11/23	sáb 18/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.04.01.03	CANASTILLA DE SUCCIÓN BRONCE DE Ø 2"	und	3	2 días	vie 17/11/23	sáb 18/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.04.01.04	VALVULA DE COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO Q/MANILAJA PN 16 DE 2"	und	6	2 días	vie 17/11/23	sáb 18/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.04.01.05	VALVULA DE COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO Q/MANILAJA PN 16 DE 1 1/2"	und	3	2 días	vie 17/11/23	sáb 18/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.04.01.06	NIPLE F'G CON BRIDA ROMPE AGUA R (L=0.45 m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 2"	und	6	2 días	vie 17/11/23	sáb 18/11/23	0.00	0%		0.00%							
04.04.01.07	NIPLE F' G' R (L=0.07 m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 2"	und	24	2 días	jue 16/11/23	vie 17/11/23	0.00	0%		0.00%							

Como puede apreciarse en la figura 18 en la semana 3 se planificaron 21 actividades, las cuales han sido programadas posterior al análisis, evaluación de las restricciones, y causas de no cumplimiento de la planificación de la semana 2.

Evaluaciones, Aprendizaje y Mejora Continua

Plan de Porcentaje de Cumplimiento (PPC). La elaboración y cálculo del porcentaje de plan de cumplimiento, permitió verificar el avance y comportamiento de las actividades programadas en plan de trabajo semanal.

A continuación, en la tabla 3 y figura 19 se muestra el histórico de los porcentajes de cumplimiento.

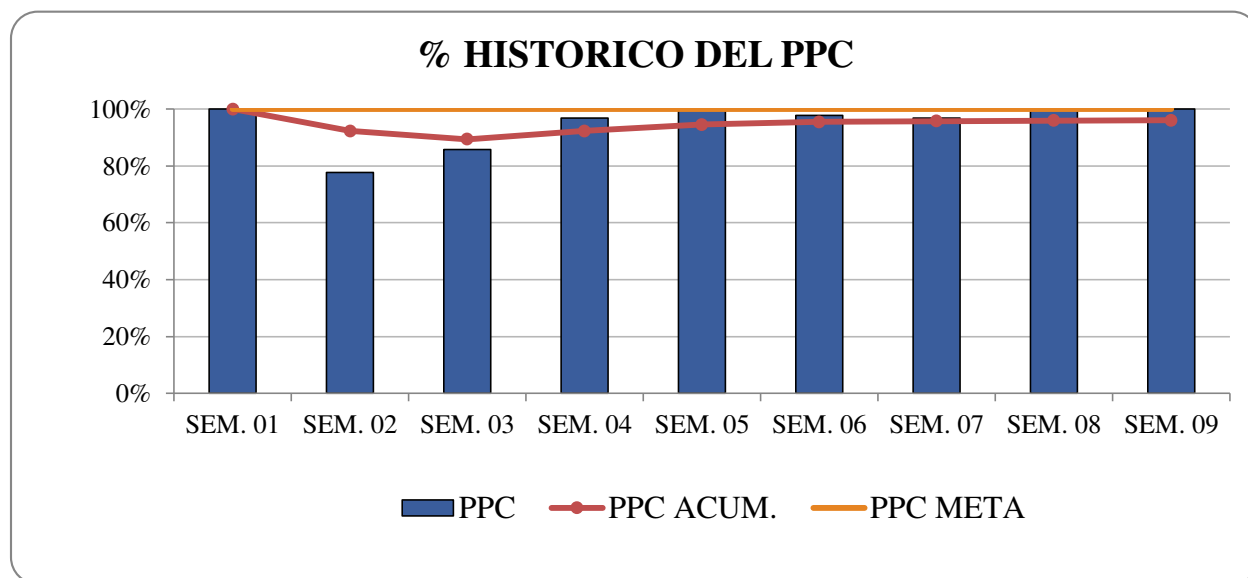
Tabla 3

Histórico del PPC del proyecto de sistema de riego tecnificado

Semanas	Activ. cumplidas	Activ. no cumplidas	Suma actv.	Acum. activ. cumplidas	Acum. actividades	PPC Meta	PPC	PPC Acum.
Sem. 01	17.00	0.00	17.00	17.00	17.00	100 %	100 %	100%
Sem. 02	7.00	2.00	9.00	24.00	26.00	100 %	78 %	92%
Sem. 03	18.00	3.00	21.00	42.00	47.00	100 %	86 %	89%
Sem. 04	30.00	1.00	31.00	72.00	78.00	100 %	97 %	92%
Sem. 05	32.00	0.00	32.00	104.00	110.00	100 %	100 %	95%
Sem. 06	43.00	1.00	44.00	147.00	154.00	100 %	98 %	95%
Sem. 07	31.00	1.00	32.00	178.00	186.00	100 %	97 %	96%
Sem. 08	12.00	0.00	12.00	190.00	198.00	100 %	100 %	96%
Sem. 09	4.00	0.00	4.00	194.00	202.00	100 %	100 %	96%

Figura 19

Porcentajes históricos del PPC del proyecto de sistema de riego



Nota. El proyecto tuvo un PPC promedio de 95 %.

Análisis de Causas de No Cumplimiento (CNC). En esta sección se realizó la evaluación de los motivos por los cuales una actividad programa no se ejecutó al 100 %; cabe resaltar que el análisis de las causas de no cumplimientos se realizó en las reuniones colaborativas con la participación de todos los involucrados en la ejecución del proyecto con la finalidad de no perjudicar la programación del proyecto.

A continuación, en la figura 20 se presenta evaluación de la programación de la semana 3, y se describen las causas que motivaron el no cumplimiento de 3 actividades de las 18 programadas.

Como puede apreciarse en la figura 20, en la semana 3 se planificaron 21 actividades, de las cuales se cumplieron 18 satisfactoriamente, mientras que 3 actividades lograron ejecutarse, pero no al 100 % de lo programado debido demoras administrativas y de logística.

Por otro lado, a continuación, en la tabla 4 y figura 21 se muestra el histórico de las causas de incumplimiento de las actividades de la obra en general.

Tabla 4

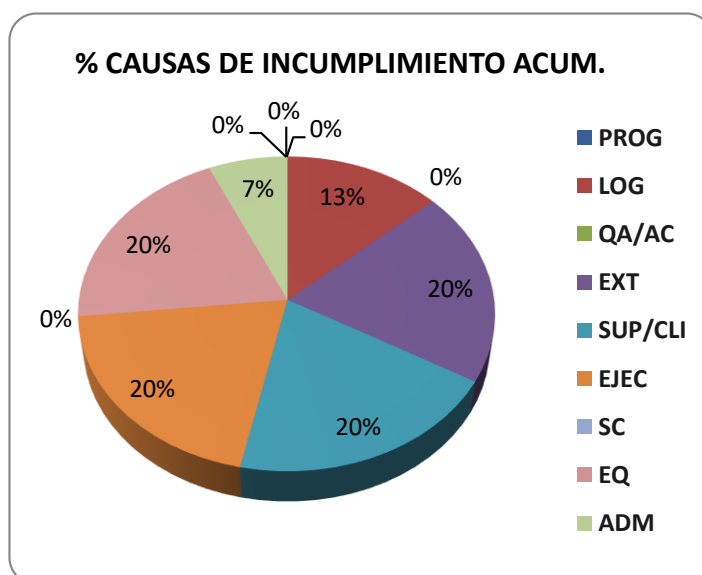
CNC del proyecto de sistema de riego tecnificado

Semana	Tipo	Descripción
Sem. 02	EXT	Externos
Sem. 03	LOG	Logística
Sem. 03	ADM	Administrativos
Sem. 04	SUP/CLI	Supervisión/clientes
Sem. 06	EJEC	Errores de ejecución
Sem. 07	EQ	Equipos

Nota. No se presenta la semana 1, 5, 8 y 9, debido a que se obtuvo un PPC de 100 %.

Figura 21

Histórico de porcentaje de CNC del proyecto de sistema de riego tecnificado



Como puede observarse en la figura 21, las principales CNC de las actividades fueron debido incidencias externas (EXT), la demora de aprobación de las fichas técnicas por parte de la supervisión (SUP/CLI) y un inadecuado proceso constructivo (EJEC). Se resalta que las restricciones o de incumplimiento se lograron mitigar oportunamente y se logró optimizar el flujo continuo de los trabajos y eliminar el desperdicio de los recursos.

En resumen, mediante la gestión de la ejecución bajo el enfoque del *Last Planner System* se logró obtener un 95 % de porcentaje de cumplimiento, resultado que evidencia una eficiente producción. Se resalta que este logro se alcanzó gracias una permanente evaluación de la programación y al compromiso del staff técnico y personal obrero involucrados en el proyecto.

Por otro lado, se resalta que las estrategias de solución planteadas mediante las reuniones colaborativas realizadas semanalmente a lo largo de la ejecución de la obra, impulsaron la mejora continua y permitió cumplir satisfactoriamente los objetivos del proyecto.

Factibilidad Técnica-Operativa

Factibilidad Técnica

La factibilidad técnica se basó en la viabilidad del *Last Planner System* para la gestión de la ejecución del proyecto de sistema de riego tecnificado en los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris; en tal sentido se señala que la metodología se adaptó a la complejidad y dinámica durante la construcción del proyecto, con su enfoque colaborativo de todos los participantes (desde el dueño de la empresa hasta los trabajadores finales) permitiendo efectuar una programación de las tareas de manera detallada y secuencial.

La aplicación de la metodología permitió contar con una amplia y clara visión general del proyecto. A través de la fase del plan maestro se logró establecer los hitos de los objetivos principales del proyecto, lo que permitió identificar de manera precisa el proyecto en el periodo

largo, además, mediante el *Lookahead* el *Last Planner System* se programaron las actividades y la asignación de recursos; mientras que en la fase de planificación semanal, se programaron aquellas actividades que se encontraban en el inventario de trabajos ejecutables, lo que permitió culminar la construcción del sistema de riego tecnificado en el plazo establecido, se mejoró la producción y se evitó incurrir en pérdidas económicas.

Por otro lado, el *Last Planner System* ofrece herramientas que permiten superar desafíos comunes en la construcción de un proyecto; por ejemplo, mediante el análisis de restricciones de las actividades, donde se pueden identificar posibles problemas que van a generar atrasos y paralizaciones; además, mediante el análisis de las causas de no cumplimiento se impulsa al aprendizaje y mejora continua. En tal sentido, la factibilidad técnica de la metodología se consolida por su capacidad de adaptación a las exigencias de un proyecto, analizando las diferentes variables que pueden afectar el plazo de ejecución de la obra.

Factibilidad Operativa

La factibilidad operativa se centró en la aplicación práctica y eficaz del *Last Planner System* para la construcción del sistema de riego de este proyecto, se empleó en la programación, control y seguimiento del proyecto.

Por otro lado, la aplicación del *Last Planner System* incentivó la realización de reuniones colaborativas donde se establecieron metas, y la planificación de las tareas para lograrlas. La metodología permitió contar con una visión anticipada y precisa de las actividades a ejecutarse.

Asimismo, la evaluación y análisis de los indicadores de la metodología como el Porcentaje de Plan de Cumplimiento y Causas de No Cumplimiento reflejó la operatividad del *Last Planner System*. La evaluación permanente permitió recabar información valiosa para el aprendizaje y mejora continua; en tal sentido, la factibilidad operativa de la metodología también

radica en la capacidad promover un compromiso de todos los participantes en la ejecución de un proyecto.

Inversión

La inversión para la gestión del proyecto bajo el enfoque del *Last Planner System*, se realizó a través de la participación de todos los involucrados en la ejecución del proyecto. Los involucrados claves que participaron en las reuniones colaborativas son el gerente general, residente de obra, ingeniero de oficina técnica, especialista hidráulico, especialista eléctrico, especialista soma y maestro de obra.

Tabla 5

Cuadro de inversión para la gestión del proyecto de sistema de riego tecnificado bajo el enfoque del Last Planner System

Ítem	Descripción	Unidad	Cantidad	P. Unitario S/	P. Parcial S/
01	Residente de obra	mes	2.00	6,000.00	12,000.00
02	Ingeniero de oficina técnica	mes	2.00	4,000.00	8,000.00
03	Especialista hidráulico	mes	1.50	3,000.00	4,500.00
04	Especialista eléctrico	mes	1.50	3,000.00	4,500.00
05	Especialista soma	mes	2.00	2,000.00	4,000.00
06	Maestro de obra	mes	2.00	4,000.00	8,000.00
Total					40,000.00

En resumen, para la gestión del proyecto bajo el enfoque del *Last Planner System* de acuerdo con lo mostrado en la tabla 5, la inversión asciende a un monto de S/ 40,000.00.

Análisis de Resultados

La gestión de la ejecución de la obra "Construcción de sistema de riego; en el (la) parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris de San Martín de Porres, provincia de Lima, departamento de Lima, CUI N°2574554", bajo el enfoque del *Last Planner System* generó considerables beneficios al proyecto, puesto que, en la programación permitió identificar las restricciones, y durante la ejecución se logró un flujo continuo de trabajo. A continuación, se describen los resultados obtenidos en relación con los objetivos planteados.

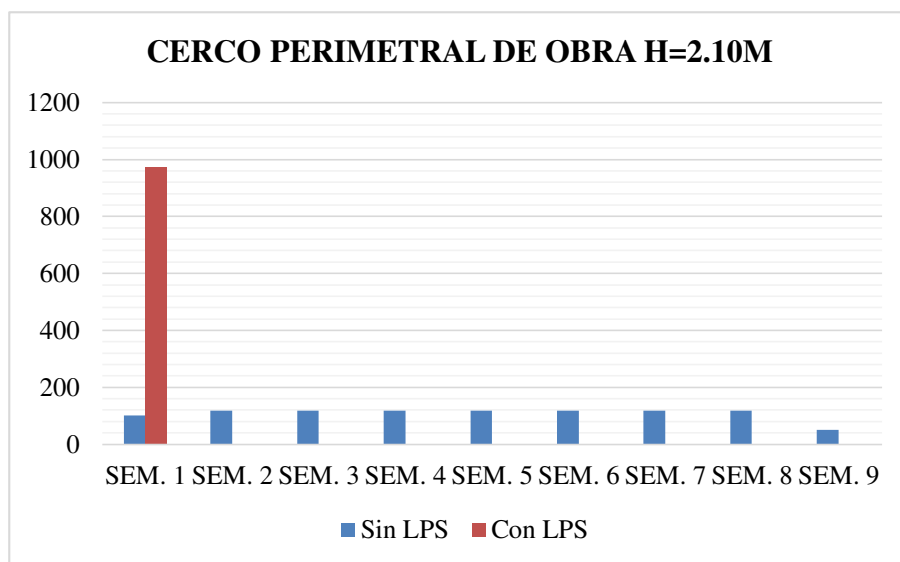
En primera instancia, los entregables definidos en el cronograma del expediente técnico de obra, permitieron realizar la programación intermedia (*Lookahead*) de las actividades en una secuencia lógica, para su posterior planificación semanal, la metodología del *Last Planner System* contribuyó en la optimización de los recursos, al determinar la cantidad necesaria del personal de obra para ejecutar la actividad programada; del mismo modo que determinó la cantidad de material y equipos necesarios.

Para determinar el impacto del *Last Planner System* en la producción durante la ejecución del proyecto, a través de la programación intermedia, se efectuó un control diario de las partidas ejecutadas en el día, mediante las reuniones colaborativas semanalmente se verificaba y validaba el cumplimiento de los metrados programados en el plan semanal. Aquellas actividades que no se ejecutaban a 100 % eran reprogramadas en la semana inmediata con la finalidad de evitar atrasos.

A continuación, mediante el análisis de las partidas de mayor incidencia en el proyecto se evidencia los resultados obtenidos en relación con el flujo de trabajo continuo.

Figura 22

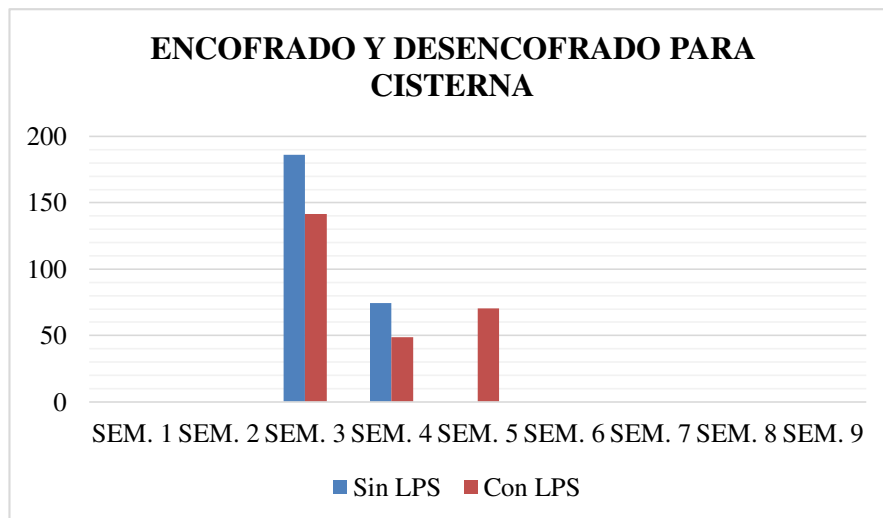
Comparativo de ejecución del cerco perimétrico de obra h = 2.10



Como puede apreciarse en la figura 22, mediante el sistema de planificación tradicional se programó la ejecución del cerco perimétrico de obra h = 2.10 m durante las 9 semanas que duró el proyecto, mientras que a través *Last Planner System* la partida en mención se programó y ejecutó en la primera semana. Se resalta que la ejecución del cerco perimétrico bajo el enfoque del LPS permitió el ahorro de horas hombre de trabajo, y se garantizó la seguridad e integridad de la obra, el cual permitió que las actividades precedentes se ejecutaran sin restricciones externas (delincuencia y/o robos).

Figura 23

Comparativo de ejecución de encofrado y desencofrado de cisterna de concreto armado

**Figura 24**

Comparativo de ejecución de acero de refuerzo $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$

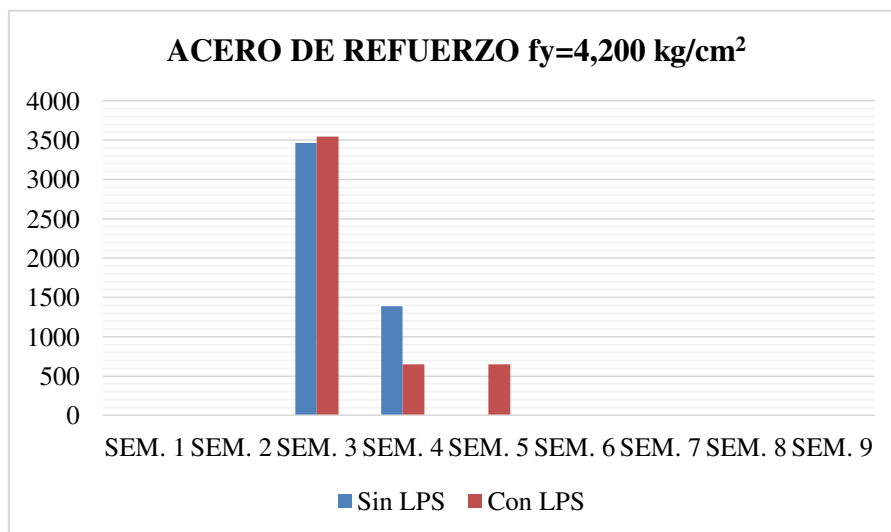
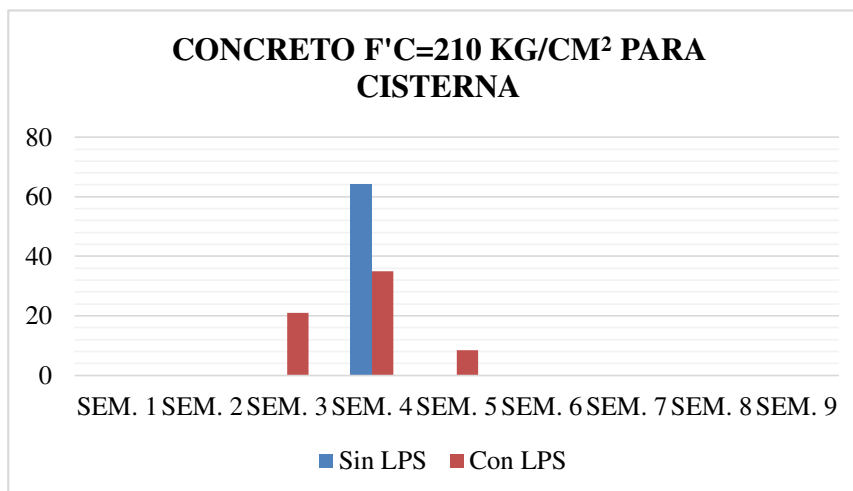


Figura 25

Comparativo de ejecución de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para cisterna



Como puede observar en las figuras 23, 24 y 25, a través de la programación tradicional se consideró la ejecución se contempló la ejecución encofrado y desencofrado, acero de refuerzo $f_y=4,200 \text{ kg/cm}^2$ y vaciado del concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ para la construcción de la cisterna de concreto armado entre las semanas 3 y 4, sin embargo, al efectuar la programación de las actividades mediante el *Last Planner System* se detectó que dicha planificación carecía de una secuencia lógica, debido a que no se respetaba una correcta práctica del proceso constructivo, ya que, no se consideró una holgura para ejecutar el techo de la cisterna; en tal sentido mediante la metodología LPS se determinó que las partidas en mención debían de ejecutarse en 2 etapas, tal como se detalla a continuación, la primera etapa consistió en la ejecución de la cimentación y muros de la cisterna (ejecutados entre las semanas 3 y 4), mientras que la etapa 2 consistió en la construcción del techo de la cisterna (ejecutado en la semana 5), se resalta que, mediante la aplicación del LPS se logró programar la ejecución de las partidas de la cisterna siguiendo una secuencia lógica en concordancia a la práctica correcta del proceso constructivo, lo cual permitió mantener un flujo de trabajo continuo. También se logró optimizar el uso de los materiales

necesarios para realizar el encofrado y desencofrado, habilitado y colocado del acero de refuerzo, y el vaciado del concreto, y se distribuyó eficientemente la mano de obra necesaria para ejecutar la partida.

Figura 26

Comparativo de ejecución de tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 $\varnothing = 1\ 1/2''$ x 5 m C-10

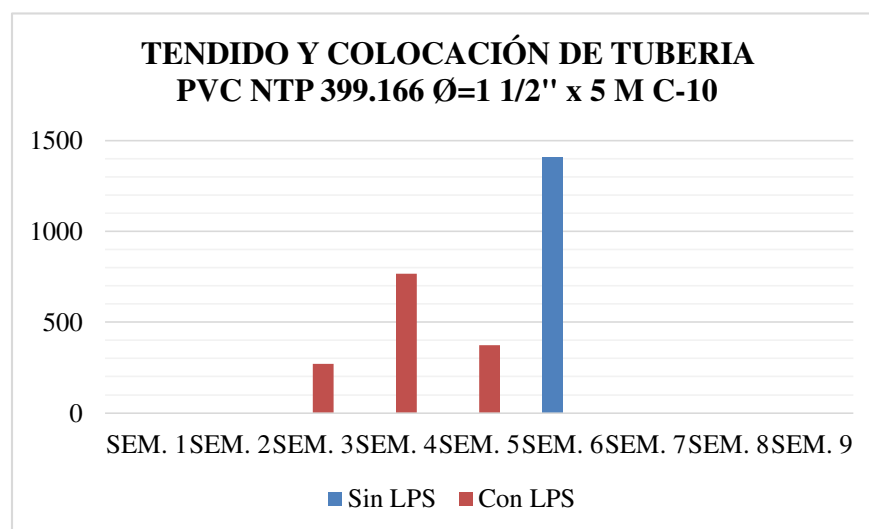
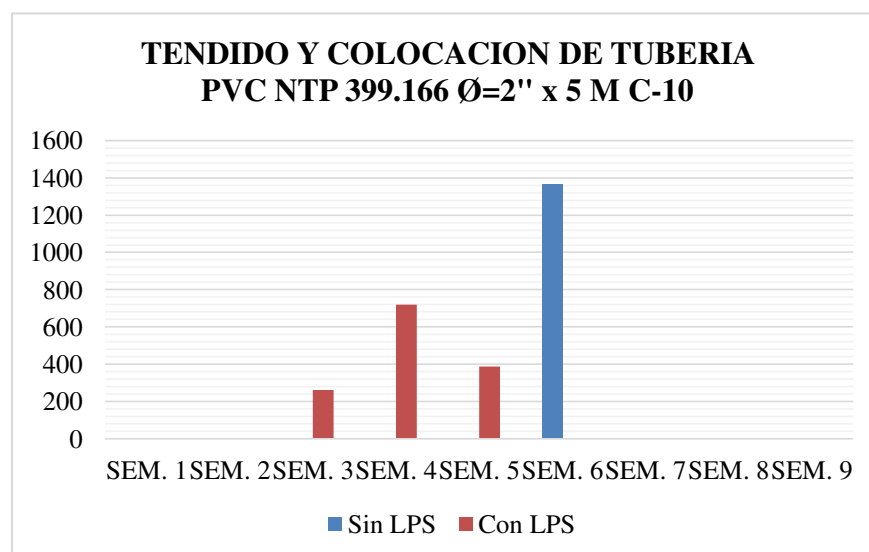


Figura 27

Comparativo de ejecución de tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 $\varnothing=2''$ x 5 m C-10

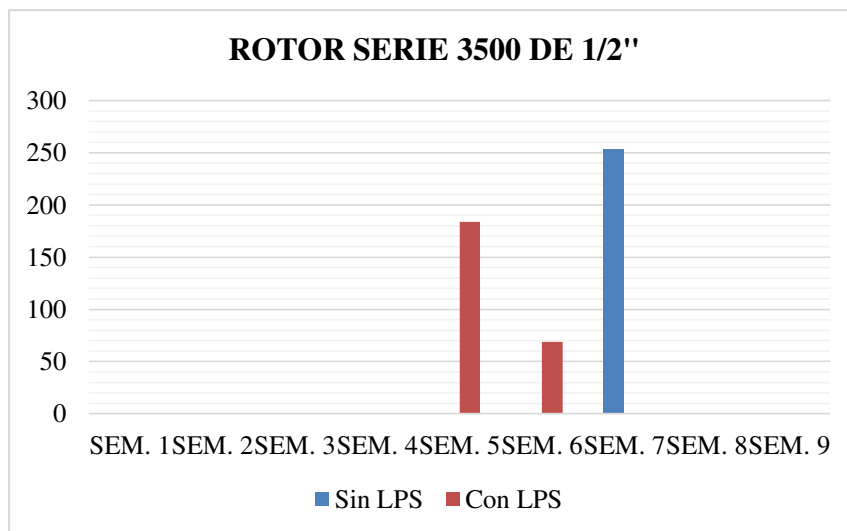


Tal como se observa en la figura 26 y 27, mediante la planificación tradicional se contempla que la ejecución de la partidas tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 $\varnothing = 1\ 1/2"$ x 5 m C-10 y tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 $\varnothing=2"$ x 5 m C-10 debían realizarse en la semana 6, sin embargo, con la finalidad de mantener un flujo de trabajo continuo a través del LPS, se consideró ejecutar las partidas entre las semanas 3, 4 y 5 , porque de acuerdo con la recomendación brindada por el especialista hidráulico era necesario disponer de una holgura para efectuar las pruebas de desinfección de tuberías; asimismo, a diferencia del sistema tradicional, con el propósito de evitar desperdicio de horas hombres , con el LPS se realizó la programación en concordancia con los rendimientos reales evaluados durante la ejecución de la obra; en síntesis, de los resultado obtenidos se destaca que se logró programar el tendido de la tubería de $\varnothing = 1\ 1/2"$ y 2” siguiendo una secuencia lógica en concordancia con el proceso constructivo. Se logró culminar la ejecución de las partidas una semana antes de lo planificado tradicionalmente, y además se logró prevenir demoras en la prueba de desinfección de tuberías. También se logró optimizar el uso de los materiales necesarios para llevar a cabo el tendido de las tuberías en mención, y se distribuyó eficientemente la mano de obra necesaria para ejecutar la partida.

Como se aprecia en la figura 28, a diferencia de la planificación tradicional, mediante el *Last Planner System* se logró culminar la instalación de los rotores y aspersores en la semana 6, lo cual se tradujo en un ahorro de la mano de obra destinada a la ejecución de las partidas. Asimismo, se resalta que el LPS tuvo un impacto positivo que permitió culminar el proyecto dentro del plazo contractual de la obra.

Figura 28

Comparativo de instalación de rotor serie 3500 de 1/2"



A continuación, en la tabla 6 se presenta el comparativo de las partidas de mayor incidencia con su respectivo resumen de metrados ejecutados entre la semana 1 y 9.

Tabla 6*Seguimiento y control de metrados de partidas de mayor incidencia*

ITEM	DESCRIPCION	UND	METRADO	SEG. Y CONT. DE OBRA	SEMANAS									
					Sem. 1	Sem. 2	Sem. 3	Sem. 4	Sem. 5	Sem. 6	Sem. 7	Sem. 8	Sem. 9	
01.03	Cerco perimetral de obra H=2.10M	m	971.33	Sin LPS Con LPS	100.48 971.33	117.23	117.23	117.23	117.23	117.23	117.23	117.23	117.23	50.24
04.01.03.01	Encofrado y desencofrado para cisterna	m2	260.63	Sin LPS Con LPS			186.16 141.74	74.47 48.63		70.26				
04.01.03.02	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm2	kg	4851.07	Sin LPS Con LPS			3465.05 3548.16	1386.02 652.42		650.49				
04.01.03.03	Concreto F'C=210 Kg/Cm2 para cisterna	m3	64.44	Sin LPS Con LPS				64.44 35		8.38				
04.05.02.01	Tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 Ø=1 1/2" x 5 M C-10	m	1411.46	Sin LPS Con LPS							1411.46			
04.05.02.02	Tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 Ø=2" x 5 M C-10	m	1366.73	Sin LPS Con LPS							1366.73			
04.05.03.10	Rotor serie 3500 DE 1/2"	und	253	Sin LPS Con LPS									253.00	
									184.000	69.00				

Como se observa en figura 29, las partidas que contemplan trabajos de obras civiles se lograron culminar el 28/11/23, y la partida de limpieza final de la obra se culminó el 2/12/23, mientras que las partidas correspondientes a las pruebas eléctricas se culminaron el 5/12/23. Bajo ese contexto se afirma que el *Last Planner System* tuvo un impacto beneficioso respecto al plazo de ejecución de la obra, al optimizar la productividad del proyecto, permitió contar con un flujo de trabajo continuo y consecuentemente se lograron culminar los trabajos de obras civiles 7 días antes del plazo contractual. Hay que resaltar que las partidas de pruebas eléctricas se realizaron el último día de trabajo debido a que la concesionaria suministradora de energía eléctrica dilató sus plazos de atención para la instalación del medidor del proyecto. Se precisa que, de acuerdo con el cronograma del expediente técnico de obra (plan maestro), el plazo de ejecución de la obra fue de 60 días calendarios.

Figura 29

Lookahead de semana 8 y 9

Proyecto															
Nombre del proyecto:					Ubicación:										
CONSTRUCCION DE SISTEMA DE RIEGO; EN EL (LA) PARQUE ANTONIO RAYMONDI, ANTARES Y STELA MARYS DE SAN MARTIN DE PORRES, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA CON CUI N° 2574554					SECTOR IV DEL DISTRITO DE SAN MARTIN DE PORRES, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA.										
Fecha de inicio de proyecto:		Mostrar Periodo:		Duración del proyecto:		Mostrar Inicio:									
sábado, 07 de Octubre de 2023		Diario		60		Días Calendario									
				1			Mostrar Inicio:								
						Semana N°8				Semana N°9					
						27-Nov	28-Nov	29-Nov	30-Nov	1-Dic	2-Dic	3-Dic	4-Dic	5-Dic	
						52	53	54	55	56	57	58	59	60	
WBS	DESCRIPCION DE LA ACTIVIDAD	UND.	METRADO	DURACION	COMIENZO	FIN	L	M	X	J	V	S	D	L	M
Item	DURACION DE LA OBRA				sáb 07/10/23	mar 05/12/23									
	INICIO														
0	PARQUES ANTONIO RAYMONDI, ANTARES Y STELA MARYS														
01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	2 días	lun 09/10/23	mar 10/10/23						0.05			
01.05	ALQUILER DE BAÑOS QUIMICOS PARA OBRA	mes	2.00	48 días	lun 09/10/23	sáb 02/12/23	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04			
04.03.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE ALIMENTADOS ENTRE MEDIDOR Y TABLERO TG-1														
04.03.07.01	CABLE DEL TIPO N2XDH 3-1x10 mm2 (F) (ENTRE MEDIDOR Y TABLERO TG-1)	m	12.00	2 días	lun 27/11/23	mar 28/11/23	6.00	6.00							
04.03.07.02	CABLE DEL TIPO LSDH 1-1x4 mm2 (F) (ENTRE POZO A TIERRA Y TABLERO TG-1)	m	15.00	2 días	lun 27/11/23	mar 28/11/23	5.00	10.00							
04.03.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE TABLERO ELECTRICO DE DISTRIBUCION														
04.03.11.01	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 24 POLOS, PROTECCION IP 65 (TG-B)	und	3.00	3 días	vie 24/11/23	lun 27/11/23	1.00								
04.03.11.02	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 12 POLOS, PROTECCION IP 65 (TG-1)	und	3.00	3 días	vie 24/11/23	lun 27/11/23	1.00								
04.03.11.03	TABLERO DE CONTROL CON 12 POLOS, PROTECCION IP 65 (TG-C)	und	3.00	3 días	sáb 25/11/23	mar 28/11/23	1.00	1.00							
04.03.12	PRUEBA ELECTRICA EN BAJA TENSION														
04.03.12.01	PRUEBA DE AISLAMIENTO (MEGADO)	und	9.00	1 días	mar 05/12/23	mar 05/12/23									9.00
04.03.12.02	PRUEBA DE CARGA (VOLTAJE Y CORRIENTE)	und	9.00	1 días	mar 05/12/23	mar 05/12/23									9.00
04.03.12.03	PRUEBA DE MEDICION DE POZO A TIERRA (<10 Ohm)	und	9.00	1 días	mar 05/12/23	mar 05/12/23									9.00
04.03.14	TRAMITE Y COORDINACION CON ENEL														
04.03.14.01	INSTALACION DE MEDIDOR TRIFASICO DE ENERGIA EN CAJA PORTA MEDIDOR (INCL. TRAMITE ANTE ENEL)	und	3.00	1 días	lun 04/12/23	lun 04/12/23								3.00	
04.03.15	POZO A TIERRA EN BAJA TENSION														
04.03.15.01	POZO A TIERRA EN BAJA TENSION (<10 Ohm)	und	3.00	3 días	lun 27/11/23	mié 29/11/23	1.00	1.00	1.00						
05	VARIOS														
05.01	LIMPIEZA AL FINAL DE OBRA	m2	1445.94	4 días	mié 29/11/23	sáb 02/12/23			313.05	313.05	409.92	409.92			
05.02	REPOSICION DE VEREDA DE CONCRETO F'C=175KG/CM2 E=0.10M INC. ENCOFRADO	m2	32.70	2 días	lun 27/11/23	mar 28/11/23	16.35	16.35							
05.03	PEDESTAL ENCHAPADO CON PLACA RECORDATORIO DE MARMOL	und	3.00	2 días	lun 27/11/23	mar 28/11/23	1.00	2.00							
06	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL														
06.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	48 días	lun 09/10/23	sáb 02/12/23	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02	0.02			

El impacto del *Last Planner System* en el costo de ejecución del proyecto podemos observarlo en; la gestión de los recursos (mano de obra, materiales y equipos), la eficacia en la productividad, la culminación de los trabajos de obras civiles y el control semanal del cumplimiento de las actividades, con lo cual permitió contrastar el metrado ejecutado e identificar el costo en función al tiempo. Esto muestra que el LPS influyó positivamente en el costo de ejecución del proyecto.

A continuación, en la tabla 7 se presenta el comparativo de las partidas de mayor incidencia con su respectivo resumen de costos de ejecución entre la semana 1 y 9.

Tabla 7

Seguimiento y control de costos de ejecución de partidas de mayor incidencia

ITEM	DESCRIPCION	UND	% DE INC.	SEG. Y CONT. DE OBRA	SEMANAS									
					Sem. 1 S/	Sem. 2 S/	Sem. 3 S/	Sem. 4 S/	Sem. 5 S/	Sem. 6 S/	Sem. 7 S/	Sem. 8 S/	Sem. 9 S/	
01.03	Cerco perimetral de obra H=2.10M	m	12.70%	Sin LPS Con LPS	6,797.47 55,799.47	7,930.61	7,930.61	7,930.61	7,930.61	7,930.61	7,930.61	7,930.61	7,930.61	3,398.74
04.01.03.01	Encofrado y desencofrado para cisterna	m ²	2.71%	Sin LPS Con LPS			9,998.65 6,602.02	3,999.78 2,265.11		3,272.60				
04.01.03.02	Acero de refuerzo fy=4,200 kg/cm ²	Kg	5.75%	Sin LPS Con LPS			21,240.76 18,862.23	8,496.30 3,468.30		3,458.04				
04.01.03.03	Concreto F'C=210 Kg/cm ² para cisterna	m ³	4.75%	Sin LPS Con LPS				24,566.46 11,571.36		2,770.51				
04.05.02.01	Tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 Ø=1 1/2" x 5 M C-10	m	3.87%	Sin LPS Con LPS							20,042.73			
04.05.02.02	Tendido y colocación de tubería PVC NTP 399.166 Ø=2" x 5 M C-10	m	5.11%	Sin LPS Con LPS							26,459.89			
04.05.03.10	Rotor serie 3500 DE 1/2"	und	5.60%	Sin LPS Con LPS								28,958.38		
										18,785.79	7,044.67			

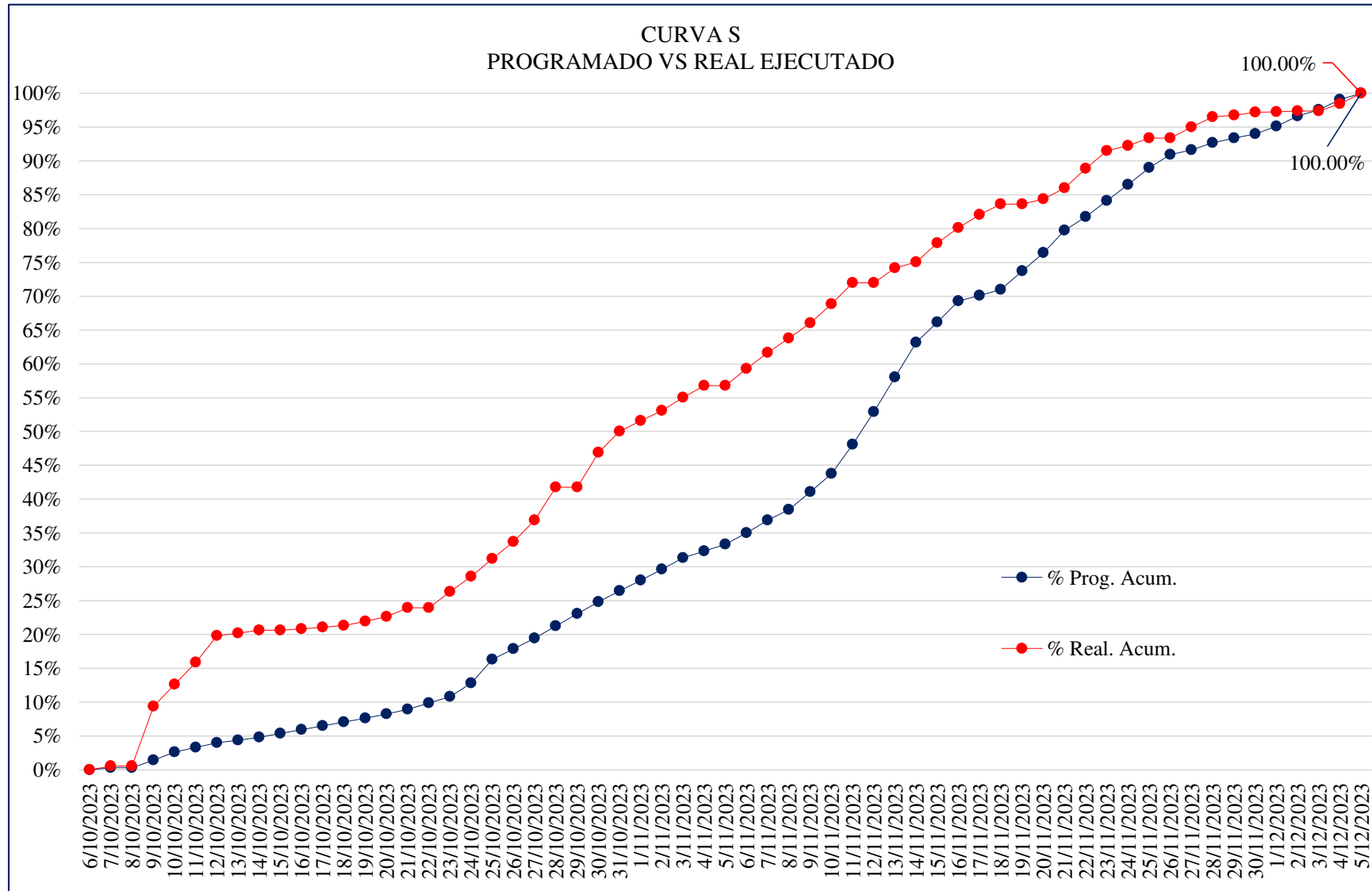
Análisis Costos-Beneficio

De acuerdo con el cronograma valorizado de obra del sistema de riego tecnificado de los parques Antares, Antonio Raimondi y Stella Maris, el avance de ejecución programada para el primer mes fue de 29.50 %, sin embargo, mediante la aplicación del *Last Planner System* en el primer mes se logró contar con un avance del 48.41 %. De igual manera, en el segundo mes se obtuvo un avance superior a lo programado.

A continuación, en la figura 30 se presenta la curva S del control diario efectuado en el proyecto.

Figura 30

Curva S del proyecto de sistema de riego tecnificado



Por otro lado, respecto al costo del proyecto, el presupuesto contractual para la construcción del sistema de riego asciende a S/ 732,761.89 (inc. IGV), sin embargo, debido a la culminación de las obras civiles realizado 7 días antes de lo panificado, el costo real del proyecto fue de S/ 641,166.65 (inc. IGV), por lo que se obtuvo un margen del 12.5 % menor al presupuesto original. Este logro se respalda debido a que se logró la eficiencia y eficacia en la producción durante la ejecución del proyecto, lo que permitió reducir los días de ejecución de las obras civiles y reducir el uso de horas hombres. A continuación, en figura 31 y la tabla 8 se presenta el comparativo entre los montos planificados y los montos realmente ejecutados bajo el enfoque del Last Planner System.

Figura 31

Comparativo entre costo planificado vs costo ejecutado

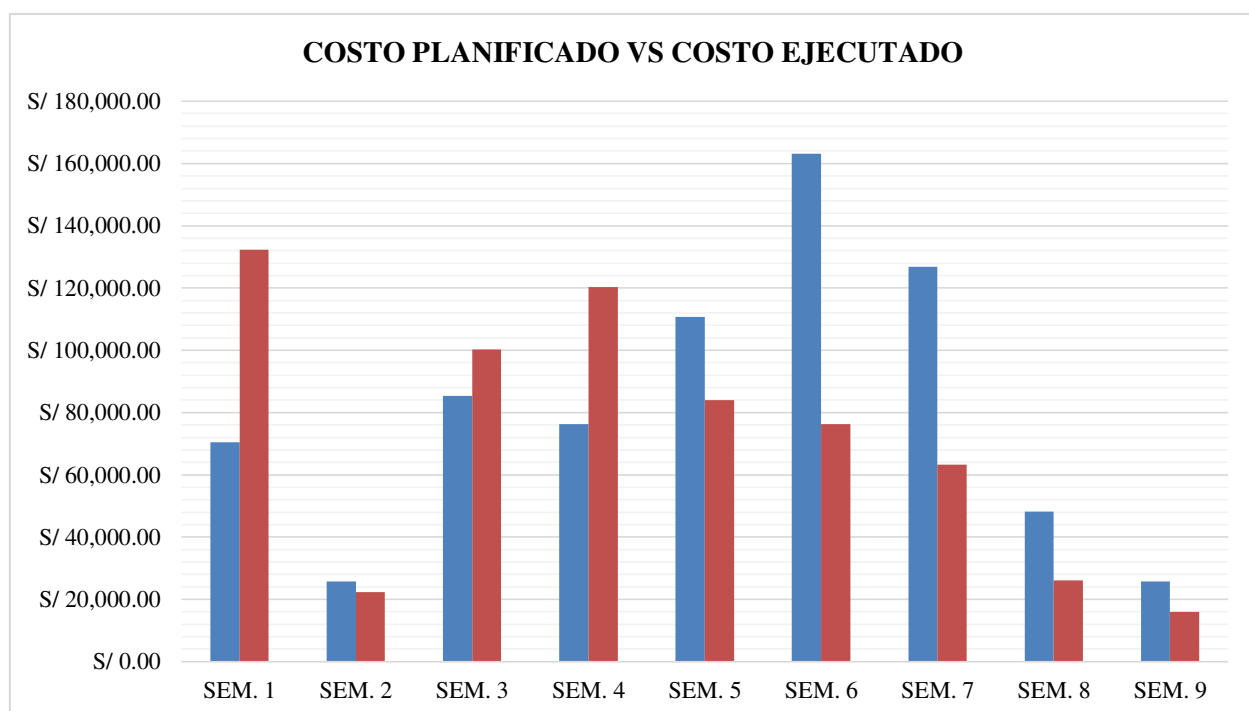


Tabla 8*Seguimiento y control de cronograma valorizado semanal*

ITEM	DESCRIPCION	SEG. Y CONT. DE OBRA	PTO. S/	SEMANAS								
				SEM. 1 S/	SEM. 2 S/	SEM. 3 S/	SEM. 4 S/	SEM. 5 S/	SEM. 6 S/	SEM. 7 S/	SEM. 8 S/	SEM. 9 S/
01	Obras provisionales	Planificado	107,411.88	21,731.99	11,533.80	11,533.80	11,533.80	11,533.80	11,533.80	11,533.80	11,533.80	4,943.29
		Real ejecutado	91,211.12	89,336.72	312.40	312.40	312.40	312.40	312.40	312.40	312.40	
02	Seguridad y salud	Planificado	,184.04	36,184.04								
		Real ejecutado	30,756.43	30,756.43								
03	Obras preliminares	Planificado	15,251.92	11,436.60	758.03	475.58	475.58	475.58	475.58	475.58	475.58	203.81
		Real ejecutado	12,267.21	11,150.74	1,116.47							
04	Cisterna	Planificado	136,884.71		10,349.84	61,418.99	53,801.93	6,764.31	2,914.67		1,634.97	
		Real ejecutado	118,709.18		15,830.73	45,009.57	54,552.69				3,316.19	
05	Instalaciones eléctricas	Planificado	162,628.58		1,866.94	10,689.75	6,305.11	33,967.02	62,007.25	14,792.39	20,014.61	12,985.51
		Real ejecutado	145,909.33		3,930.48	7,720.24	12,856.91	36,267.95	17,835.61	37,441.89	13,788.18	16,068.06
06	Cuarto de máquinas	Planificado	15,790.32				456.82	15,333.50				
		Real ejecutado	12,632.26						12,632.26			
07	Sistema de riego	Planificado	234,895.32				2,440.03	41,370.14	85,004.88	97,180.69	8,899.58	
		Real ejecutado	209,523.27			46,155.99	51,535.76	46,275.73	44,419.39	21,136.40		
08	Varios	Planificado	13,095.12								6,057.98	7,037.14
		Real ejecutado	11,130.85								11,130.85	
09	Mitigación de impacto ambiental	Planificado	10,620.00	1,098.62	1,281.72	1,281.72	1,281.72	1,281.72	1,281.72	1,281.72	1,281.72	S/ 549.34
		Real ejecutado	9,027.00	1,128.38	1,128.38	1,128.38	1,128.38	1,128.38	1,128.38	1,128.38	1,128.38	
	Costo Planificado		732,761.89	70,451.25	25,790.33	85,399.84	76,294.99	110,726.07	163,217.90	126,899.15	48,263.27	25,719.09
	% De Avance Semanal Planificado			4.77%	4.17%	12.31%	11.06%	15.76%	22.93%	17.97%	7.24%	3.79%
	% Avance Semanal Planificado Acumulado			4.77%	8.94%	21.25%	32.31%	48.07%	71.00%	88.97%	96.21%	100.00%
	Costo Ejecutado		641,166.65	132,372.27	22,318.46	100,326.59	120,386.14	83,984.46	76,328.03	63,335.25	26,047.40	16,068.06
	% De Avance Semanal Ejecutado			20.61%	3.34%	17.79%	15.06%	15.15%	11.65%	9.74%	4.08%	2.58%
	% Avance Semanal Ejecutado Acumulado			20.61%	23.95%	41.74%	56.80%	71.95%	83.60%	93.34%	97.42%	100.00%

En síntesis, la gestión del proyecto bajo el enfoque del *Last Planner System* ha optimizado y mejorado la productividad y el desempeño de la obra, lo cual permitió que se reduzcan los plazos de ejecución de las obras civiles, y por tanto un beneficio económico. De acuerdo con los resultados se ha demostrado que la metodología LPS es una herramienta fundamental que permite una mejora continua, reduce el desperdicio de los recursos de la obra y optimiza los tiempos de ejecución.

Beneficios de la Implementación

Los beneficios que se obtienen de la implementación de la metodología *Last Planner System* son:

- Respecto al tiempo de ejecución; permite mejorar la productividad, reduciendo el tiempo por una mayor eficiencia en la ejecución, y reduce la incertidumbre y variabilidad del proyecto, permitiendo un flujo continuo del proyecto.
- En cuanto a la producción los beneficios que proporciona la metodología mediante el análisis de restricciones consiste en la reducción factores que puedan limitar o paralizar la continua ejecución de una actividad, que afecta al flujo de trabajo y limita la producción y el cumplimiento de la programación.
- La metodología permite contar con una visión detallada del proyecto, además, impulsa el aprendizaje y mejora continua mediante reuniones colaborativas de todos los participantes en la ejecución de un proyecto.
- El uso y aplicación de las herramientas del *Last Planner System* permiten que se efectúe una correcta asignación de los recursos de la obra y se evite los desperdicios.

Aportes más Destacables a la Institución

Los aportes más destacables a la empresa fueron:

Inicialmente la empresa Construcciones & Consultores Abigati S.A.C | C&C Abigati S.A.C. ejecutaba sus diversos proyectos bajo el enfoque de la gestión tradicional, motivo por el cual se enfrentaba a diferentes desafíos, sin embargo, mediante la implementación de la metodología *Last Planner System* en el proyecto de riego tecnificado en los parques Antares, Antoni Raimondi y Stella Maris, la empresa logro obtener un cambio significativo; puesto que obtuvo un ahorro de 12.5 % del presupuesto inicial, lo cual evidencia que la gestión mediante la metodología del *Last Planner System* tiene mayor eficiencia. Además, permite la optimización del uso de recursos y reduce la variabilidad del proyecto, logrando culminar el proyecto dentro del plazo establecido en el cronograma del expediente técnico de obra, y 7 días antes de lo planificado en la construcción de las obras civiles.

Se utilizaron herramientas de la metodología de *Last Planner System* para la programación y control de una obra en ejecución.

Se incrementó la competitividad de la empresa en el mercado del sector construcción, porque la implementación de la metodología *Last Planner System* mejoró considerablemente la reputación de la empresa.

Se impulsó una nueva cultura de mejora continua en la empresa, al adoptar la metodología como una herramienta óptima de gestión de proyectos de ejecución.

Se mejoró la calidad del procedimiento de trabajo mediante la aplicación de protocolos de control de calidad tales como; prueba de desinfección de tuberías, protocolos de liberación de trazos, protocolos de liberación de excavaciones y protocolos de prueba de estanqueidad.

Conclusiones

Se concluye que el *Last Planner System* tuvo un impacto positivo en la productividad del proyecto “Construcción de sistema de riego; en el (la) parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris, debido a que su enfoque colaborativo permitió que semanalmente se analizarán las Causas de No Cumplimiento, las restricciones y se plantearan estrategias de planes de acción. De modo que al culminar el proyecto se obtuvo un 95 % de Porcentaje de Plan de Cumplimiento.

El *Last Planner System* tuvo un impacto positivo en el plazo de ejecución del proyecto “Construcción de sistema de riego; en el (la) parque Antonio Raimondi, Antares y Stella Maris, porque logró culminar los trabajos de obras civiles 7 días antes de los programado. La metodología demostró ser fundamental para el análisis de las restricciones, y la reducción de la incertidumbre y variabilidad del proyecto, lo cual generó un flujo de trabajo continuo.

La gestión del proyecto de sistema de riego bajo el enfoque de la metodología *Last Planner System* ha demostrado ser efectiva y beneficiosa, puesto que, al optimizar el flujo de trabajo se logró obtener un ahorro de 7 días de ejecución de obras civiles, lo cual en términos económicos es equivalente al ahorro de un 12.5 % del presupuesto contractual de la obra.

Recomendaciones

Utilizar del *Last Planner System* para contar con un buen análisis y control de los indicadores (Causas de No Cumplimiento y Porcentaje de Plan de Cumplimiento) para contar con información que permita conocer el desempeño del proyecto.

Resaltar en el plan maestro los principales hitos de un proyecto y las fechas reales de entrega de los alcances de la obra. Asimismo, se recomienda realizar el *Lookahead* en colaboración de todos los involucrados en la ejecución del proyecto, y así poder identificar todas las restricciones a mitigar del proyecto para lograr un flujo de trabajo continuo.

Utilizar la información necesaria, completa y confiable para gestionar los proyectos bajo el enfoque del *Last Planner System* y optimizar los gastos, asignar los recursos necesarios que se requieran para la ejecución de cada actividad del proyecto.

Referencias

- Alarcón, L., & Campero, M. (2008). *Administración de Proyectos Civiles* (Tercera Edición).
- Angeli, C. (2017). *Implementación del Sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora: Estudio de casos de dos edificios en las comunas de Las Condes y San Miguel*. <https://core.ac.uk/download/pdf/288901844.pdf>
- Botero, L., & Hoyos, M. (2021). Implementación del sistema del último planificador en el sector constructor colombiano: Caso de estudio. In *Revista chilena de ingeniería* (Vol. 29, Issue 4). <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v29n4/0718-3305-ingeniare-29-04-601.pdf>
- Cáceres, Y. (2023). *Implementación de la metodología System Last Planner para la mejora de la productividad en el proyecto de riego*. <https://repositorio.upeu.edu.pe/server/api/core/bitstreams/a95f258b-80e5-4cd9-a504-80e91ab8de9c/content>
- Carbajal, P. (2016). *Planificación y control temporal de obras en Perú*. https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/62041/TFM_Aaron_Motilla.pdf
- Castaño, P. (2012). *Implementación del sistema de planeación y control “Last Planner” en el tramo 2b del corredor parcial de envigado para mejorar la confiabilidad y reducir la incertidumbre en la construcción*. <https://repository.eafit.edu.co/server/api/core/bitstreams/bc7df19c-10f1-47d6-8118-9a050b6fef2/content>
- Chokewanka, V., & Sotomayor, J. (2018). *Sistema Last Planner para mejorar la planificación en la obra civil del centro de salud Picota - San Martín*. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/4235/chokewanka_sotomayor.pdf?sequence=3&isAllowed=y

- Díaz, E. (2023). *Implementación del Sistema Last Planner para mejorar el desempeño del proceso de ejecución en obras públicas de infraestructura vial en lima metropolitana* [Pontificia Universidad Católica del Perú].
<https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/27852>
- Echegaray, J., Jara, R., & Ramos, C. (2009). *Pautas para la implementación del sistema del último planificador (last planner system) en una empresa constructora pequeña*.
<https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/273973/UPC-658.84-ECHE-2009-159-microsof-l.pdf?sequence=1>
- ELROY Soluciones e Ingeniería. (2014). *Metodología Last Planner System Metodología*.
https://www.academia.edu/18030334/Book_Last_Planner_System_espa%C3%B1ol
- Hinostroza, D., & Manosalva, O. (2015). *Aplicación de last planner en edificaciones multifamiliares*.
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2224/manosalva_oo-hinostroza_da.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huamán, L., & Sune, J. (2020). *Mejora de la planificación tradicional en procesos constructivos mediante la filosofía lean construction*.
https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/3730/CIV-T030_73227423_T%20%20%20SUNE%20CHAVEZ%20JAVIER.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Instituto Peruano de Economía. (2024). *Crecimiento del PBI del sector construcción y contribución según tipo de obras, 4T22-1T24*. <https://www.ipe.org.pe/portal/wp-content/uploads/2024/04/Informe-IPE-EC-Balance-del-sector-construccion%CC%81n.pdf>

- Lopéz, J., & Mego, J. (2020). *Evaluación de la productividad mediante Last Planner System en la construcción de unidades básicas de saneamiento del distrito de Rázuri, provincia de Ascope - La Libertad*.
[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7238/REP_INCI_JEAN.L%
 %c3%93PEZ_JORGE.MEGO_EVALUACI%
 %c3%93N.PRODUCTIVIDAD.MEDIANT
 E.LAST.PLANNER.SYSTEM.CONSTRUCCI%
 %c3%93N.UNIDADES.B%
 %c3%81SICA
 S.SANEAMIENTO.DISTRITO.R%
 %c3%81ZURI.PROVINCIA.ASCOPE.LA.LIBERTA
 D.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7238/REP_INCI_JEAN.L%c3%93PEZ_JORGE.MEGO_EVALUACI%c3%93N.PRODUCTIVIDAD.MEDIANTE.LAST.PLANNER.SYSTEM.CONSTRUCCI%c3%93N.UNIDADES.B%c3%81SICAS.SANEAMIENTO.DISTRITO.R%c3%81ZURI.PROVINCIA.ASCOPE.LA.LIBERTAD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Lozano, M., & Manturano, V. (2020). *Comparación entre el sistema last planner y el sistema tradicional en dos obras, durante la etapa de estructuras, Dpto. de San Martín 2020*.
[https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655850/LozanoC_M.pd
 f?sequence=3&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/655850/LozanoC_M.pdf?sequence=3&isAllowed=y)
- Montañez, C. (2023). *Adaptación de Last Planner® System para la optimización en la ejecución de obra de las redes de distribución de agua potable, Caminaca Azángaro - Puno*.
[https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13874/11/IV_FIN_105_TE
 _Monta%C3%B1ez_Flores_2023.pdf](https://repositorio.continental.edu.pe/bitstream/20.500.12394/13874/11/IV_FIN_105_TE_Monta%C3%B1ez_Flores_2023.pdf)
- Orihuela, P., & Karem, U. (2011). *La planificación de las obras y el sistema Last Planner*.
http://www.motiva.com.pe/articulos/La_Planificacion_Obras_Sistema_LastPlanner.pdf
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. [https://www.juanfelipepons.com/wp-
 content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction-1.pdf](https://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction-1.pdf)
- Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Construction y la planificación colaborativa metodología del Last Planner® System* (Consejo General de la Arquitectura Técnica de España, Ed.; 1st ed.).
<https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>

- Ponz, J., Cerveró, F., & Alarcón, L. (2013). *Last Planner System Un Caso de Estudio*.
https://www.academia.edu/3632736/Last_Planner_System_Un_Caso_De_Estudio
- Porras, H., Sánchez, O., & Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción. *Avances Investigación En Ingeniería*, 11(1), 32–53.
<https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298>
- Rabanal, L. (2017). *El Sistema Last Planner y su influencia en la optimización de la programación en la instalación del sistema de disposición sanitaria de excretas en la localidad de Huillaran, distrito de Jamalca Utcubamba-Amazonas-2016*.
<https://repositorio.untrm.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14077/1262/INFORME%20TE SIS%20RABANAL%20CULQUI.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Ramírez, D. (2021). *Guía de aplicación del Sistema Last Planner® en PYMES constructoras en México*. <https://repositorioinstitucional.buap.mx/items/532daf2e-7169-4367-9d1e-119bb6b6282d>
- Rivera, V. (2015). *Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil, en la república de Guatemala* [Universidad de San Carlos de Guatemala].
<http://www.repositorio.usac.edu.gt/3615/1/V%C3%ADctor%20Manuel%20Rivera%20Esteban.pdf>
- Sarmiento, E., & Vega, G. (2021). *Aplicación del Last Planner System para el mejoramiento del proyecto instalación del servicio de agua para el sistema de riego por aspersión, en el caserío Peña Colorada – Sanagoran – La Libertad*.
https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12759/7262/REP_EDWIN.SARMIENTO_GUILLERMO.VEGA_APLICACION.DEL.LAST.PLANNER.SYSTEM_pages_deleted.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Segura, F., & Taípe, A. (2022). *Análisis correlacional entre el sistema de planificación tradicional y el Sistema Last Planner (LSP) para la mejora de la productividad del I.E. Ricardo Palma, Vichayal, Piura 2022.*
<https://repositorio.upn.edu.pe/bitstream/handle/11537/35643/Segura%20Sueldo%2c%20Fernando%20Enrique-Taipe%20Zegarra%2c%20Alex%20Angel.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Serpell, A., & Alarcón, L. (2001). *Planificación y Control de Proyectos.*
https://docdrop.org/download_annotation_doc/Planificacion-y-control-de-proy---Alfredo-SerpellLITE-a1892.pdf
- Valenzuela, S. (2021). *Sistema último planificador y control de productividad en la obra “Paso a Desnivel Centenario” distrito de Santa María, 2019.*
<https://repositorio.unjfsc.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14067/5523/SILVINA%20FABIOLA%20VALENZUELA%20GONZALES.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Vargas, C. (2020). *Lean Construction, qué es y para qué sirve (Parte II).*
<https://360lean.pe/lean-construction-que-es-y-para-que-sirve-parte-ii/>
- Zenawi, L., Belachew, D., & Abenezer, H. (2022). The Usefulness of Adopting the *Last Planner System* in the Construction Process of Addis Ababa Road Projects. *Advances in Civil Engineering*, 2022, 12. <https://doi.org/10.1155/2022/7846593>

Anexos

Anexo 1: Presupuesto del proyecto de riego tecnificado

PRESUPUESTO DE OBRA					
Obra	"CONSTRUCCIÓN DE SISTEMA DE RIEGO; EN EL (LA) PARQUE ANTONIO RAIMONDI, ANTARES Y STELLA MARIS DE SAN MARTÍN DE PORRES, PROVINCIA DE LIMA, DEPARTAMENTO DE LIMA, CUI N° 2574554"				
Contrato	CONTRATO N°028-2023-OGAF/MDSMP				
Entidad Contratante	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARTÍN DE PORRES				
Contratista	CONSORCIO INTEGRAL				
Ubicación	PARQUE RAIMONDI, STELLA MARIS Y ANTARES - SAN MARTÍN DE PORRES - LIMA - LIMA				
P. Selección:	ADJUDICACION SIMPLIFICADA N°21-2023-CS/MDSMP				
Modalidad	A SUMA ALZADA				
PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARIO (S/)	PARCIAL (S/.)
01	OBRAS PROVISIONALES				
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 4.80MX3.60M	und	1.00	1,592.53	1,592.53
01.02	OFICINAS, GUARDIANIA Y CASETA DE ALMACEN PARA LA OBRA	mes	2.00	1,200.00	2,400.00
01.03	CERCO PERIMETRAL DE OBRA H= 2.10 M	m	971.33	67.65	65,710.47
01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00	4,373.18	4,373.18
01.05	ALQUILER DE BAÑOS QUIMICOS PARA OBRA	mes	2.00	889.83	1,779.66
02	SEGURIDAD Y SALUD				-
02.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00	8,111.40	8,111.40
02.02	EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00	3,763.30	3,763.30
02.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00	900.00	900.00
02.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00	1,229.00	1,229.00
02.05	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	2,500.00	2,500.00
02.06	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00	9,050.00	9,050.00
03	OBRAS PRELIMINARES				
03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	990.34	2.81	2,782.86
03.02	CORTE DE VEREDA CON DISCO e=0.10 m.	m	65.40	4.36	285.14
03.03	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10 m	m2	32.70	11.44	374.09
03.04	REUBICACION DE ARBOLES EXISTENTES	und	5.00	1,425.91	7,129.55
03.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3, D=10 KM	m3	4.25	46.94	199.50
04	CISTERNA				
04.01	ESTRUCTURAS				
04.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
04.01.01.01	EXCAVACION MANUAL DE TERRENO	m3	164.28	38.48	6,321.49
04.01.01.02	REFINE NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	m2	61.88	8.72	539.59
04.01.01.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3, D=10 KM	m3	213.57	46.94	10,024.98
04.01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE				

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARIO (S/)	PARCIAL (S/.)
04.01.02.01	CONCRETO F´C= 100 Kg/cm2, PARA SOLADOS	m2	85.34	29.98	2,558.49
04.01.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO				
04.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFADO PARA CISTERNA	m2	260.63	53.71	13,998.44
04.01.03.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4,851.07	6.13	29,737.06
04.01.03.03	CONCRETO F´C=210 KG/CM2 PARA CISTERNA	m3	64.44	381.23	24,566.46
04.01.03.04	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	322.58	2.24	722.58
04.02	ARQUITECTURA				
04.02.01	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS				
04.02.01.01	TARRAJEO MEZCLA 1:3 e=1/2"	m2	22.40	28.23	632.35
04.02.01.02	TARRAJEO C/ IMPERMEABILIZANTE, MEZCLA 1:3 E=1"	m2	134.88	38.75	5,226.60
04.02.02	PINTURA				
04.02.02.01	PINTURA EN TAPAS METALICAS	m2	2.16	15.08	32.57
04.02.02.02	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES	m2	93.12	24.80	2,309.38
04.03	INSTALACIONES ELECTRICAS				
04.03.01	OBRAS PRELIMINARES				
04.03.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	469.20	2.81	1,318.45
04.03.02	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA CANALIZADO DE CABLE				
04.03.02.01	EXCAVACION DE ZANJA (H=0.7m x A=0.6m) - CORTE A	m3	328.44	18.66	6,128.69
04.03.02.02	EXCAVACION DE ZANJA (H=0.85m x A=0.6m) - CORTE A	m3	11.34	18.66	211.60
04.03.03	NIVELACIÓN DE CAMA DE ARENA (E=0.05M)				
04.03.03.01	NIVELACION DE CAMA DE ARENA (H=0.7m X A=0.6m) - CORTE A (E=0.05M)	m2	469.20	7.73	3,626.92
04.03.03.02	NIVELACION DE CAMA DE ARENA (H=0.85m X A=0.6m) - CORTE B (E=0.05M)	m2	16.20	7.73	125.23
04.03.04	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL PROPIO DEL TERRENO				
04.03.04.01	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA (H=0.7m X A=0.6m) - CORTE A	m3	365.98	34.46	12,611.67
04.03.04.02	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA (H=0.85 X A=0.6m) - CORTE B	m3	12.64	34.46	435.57
04.03.04.03	ELIMINACION DE EXCEDENTES CON VOLQUETE 10 M3 D=10 KM	m3	63.10	46.94	2,961.91
04.03.05	CAJAS DE PASE				
04.03.05.01	CAJAS DE PASE DE PLANCHA GALVANIZADA DE 20CMX20CMX15CM (SELLADO HERMETICAMENTE), CON PROTECCION IP 65 Y DE TIPO PESADA PARA MURO PORTA MEDIDOR Y CISTERNA	und	9.00	98.76	888.84
04.03.05.02	CAJAS DE PASE DE PLANCHA GALVANIZADA DE 20CMX20CMX10CM (SELLADO HERMETICAMENTE), CON PROTECCION IP 65 Y DE TIPO PESADA PARA EMPOTRAR	und	23.00	88.76	2,041.48
04.03.06	SALIDAS ELECTRICAS				
04.03.06.01	SALIDA PARA ALUMBRADO (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00	76.28	228.84
04.03.06.02	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00	86.13	258.39
04.03.06.03	SALIDA PARA SENSOR DE HUMO (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00	65.41	196.23
04.03.06.04	SALIDA PARA ANIEGO (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00	81.11	243.33

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARIO (S/)	PARCIAL (S/.)
04.03.06.05	SALIDA PARA LUZ DE EMERGENCIA (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00	73.44	220.32
04.03.06.06	SALIDA PARA BOMBAS DE AGUA (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00	123.50	370.50
04.03.06.07	SALIDA PARA SENSOR DE NIVEL (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00	64.18	192.54
04.03.06.08	SALIDA PARA PANEL CACI (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00	80.58	241.74
04.03.06.09	SALIDA PARA TABLERO DE CONTROL TG-C	pto	3.00	92.57	277.71
04.03.06.10	SALIDA PARA ELECTROVALVULAS	pto	10.00	72.91	729.10
04.03.06.11	SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE	pto	3.00	71.77	215.31
04.03.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE ALIMENTADOS ENTRE MEDIDOR Y TABLERO TG-1				
04.03.07.01	CABLE DEL TIPO N2XOH 3-1x10 mm2 (F) (ENTRE MEDIDOR Y TABLERO TG-1)	m	12.00	27.53	330.36
04.03.07.02	CABLE DEL TIPO LSOH 1-1x4 mm2 (F) (ENTRE POZO A TIERRA Y TABLERO TG-1)	m	15.00	13.11	196.65
04.03.08	SUMINISTRO Y CABLEADO PARA CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN DEL TABLERO ELECTRICO TG-01 HACIA TABLERO TG-B				
04.03.08.01	CIRCUITO PARA ACOMETIDA DE TABLERO TG-B :3-1x16 mm2 (N2XOH) +1x6 mm2 NH-80/T	m	149.60	38.34	5,735.66
04.03.08.02	CIRCUITO PARA ACOMETIDA DE TABLERO TG-B :3-1x25 mm2 (N2XOH) +1x10 mm2 NH-80/T	m	94.80	55.83	5,292.68
04.03.08.03	CIRCUITO PARA ACOMETIDA DE BOMBAS :3-1x6 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	30.00	17.71	531.30
04.03.08.04	CIRCUITO PARA ALUMBRADO (CUARTO DE BOMBAS): 2-1x2.5 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	30.00	12.39	371.70
04.03.08.05	CIRCUITO PARA TOMACORRIENTE (CUARTO DE BOMBAS): 2-1x2.5 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	30.00	12.39	371.70
04.03.08.06	CIRCUITO PARA CONTROL DE NIVEL (CUARTO DE BOMBAS): 2-1x2.5 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	18.00	12.39	223.02
04.03.08.07	CIRCUITO PARA PANEL CACI (CUARTO DE BOMBAS): 2-1x2.5 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	18.00	12.39	223.02
04.03.08.08	CIRCUITO PARA ALIMENTADOR DE TABLERO DE CONTROL: 2-1x 4mm2 (N2XOH) +1x4 mm2 NH-80/T	m	21.00	15.85	332.85
04.03.08.09	CIRCUITO PARA ELECTROVALVULAS: 2-1x 2.5mm2 (NH-80) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	548.00	12.39	6,789.72
04.03.08.10	CIRCUITO PARA POZO A TIERRA: 1-1x4 mm2 NH-80/T	m	15.00	8.02	120.30
04.03.08.11	CIRCUITO PARA INTERRUPTOR SIMPLE: 2-1x2.5mm2 (NH-80) + 1X2.5 mm2 NH-80T	m	6.00	12.39	74.34
04.03.09	SUMINISTRO DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN				
04.03.09.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS DE ILUMINACION HERMETICA IP-65 DE 36w c/u	und	6.00	153.01	918.06
04.03.09.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLACA HIDROBOX PARA TOMACORRIENTE EN CTO DE BOMBAS CON IP-65	und	3.00	324.70	974.10
04.03.09.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUZ DE EMERGENCIA CON PROTECCION IP-65 DE 8W	und	3.00	106.14	318.42
04.03.09.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBAS DE AGUA DE 3HP, 3F	und	1.00	2,881.18	2,881.18
04.03.09.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBAS DE AGUA DE 4HP, 3F	und	2.00	3,275.45	6,550.90
04.03.09.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE PANEL CACI	und	3.00	302.36	907.08
04.03.09.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE NIVEL	und	3.00	114.62	343.86
04.03.09.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE ANIEGO	und	3.00	113.60	340.80

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO UNITARIO (S/)	PARCIAL (S/.)
04.03.09.09	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE HUMO	und	3.00	158.92	476.76
04.03.09.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROVALVULAS	und	10.00	684.35	6,843.50
04.03.09.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTOR SIMPLE	und	3.00	21.30	63.90
04.03.10	CANALIZADO CON TUBERIA DE PLASTICO PESADO (PVC-SAP)				
04.03.10.01	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 50 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	288.20	14.62	4,213.48
04.03.10.02	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 20 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	732.60	7.18	5,260.07
04.03.10.03	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 25 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	30.00	9.55	286.50
04.03.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TABLERO ELECTRICO DE DISTRIBUCIÓN				
04.03.11.01	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 24 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-B)	und	3.00	1,687.03	5,061.09
04.03.11.02	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 12 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-1)	und	3.00	1,325.35	3,976.05
04.03.11.03	TABLERO DE CONTROL CON 12 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-C)	und	3.00	894.51	2,683.53
04.03.12	PRUEBA ELECTRICA EN BAJA TENSIÓN				
04.03.12.01	PRUEBA DE AISLAMIENTO (MEGADO)	und	9.00	300.00	2,700.00
04.03.12.02	PRUEBA DE CARGA (VOLTAJE Y CORRIENTE)	und	9.00	300.00	2,700.00
04.03.12.03	PRUEBA DE MEDICIÓN DE POZO A TIERRA (<10 Ohm)	und	9.00	300.00	2,700.00
04.03.13	MURETE DE CONCRETO DE 1.5MX1.2MX0.30M, ACABADO TARRAJEO INC. ALOJAM P/CONTROL, MEDIDOR Y PROTECCION CON REJA ANTIHURTO				
04.03.13.01	MURETE DE CONCRETO, PORTA MEDIDOR Y TABLERO ELECTRICO TG-01	und	3.00	690.53	2,071.59
04.03.14	TRAMITE Y COORDINACION CON ENEL				
04.03.14.01	INSTALACION DE MEDIDOR TRIFASICO DE ENERGIA EN CAJA PORTA MEDIDOR (INCL. TRAMITE ANTE ENEL)	und	3.00	1,750.00	5,250.00
04.03.15	POZO A TIERRA EN BAJA TENSIÓN				
04.03.15.01	POZO A TIERRA EN BAJA TENSIÓN (<10 Ohm)	und	3.00	1,070.72	3,212.16
04.04	CUARTO DE MAQUINAS				
04.04.01	EQUIPOS DE BOMBEO SISTEMA DE RIEGO				
04.04.01.01	VALVULA DE RETENCION BRONCE ROSCADO C/RESORTE PN 16 DE 2"	und	3.00	215.08	645.24
04.04.01.02	ADAPTADOR UNION PRESION ROSCA PVC PN 10 DE 2"	und	3.00	18.19	54.57
04.04.01.03	CANASTILLA DE SUCCIÓN BRONCE DE Ø 2"	und	3.00	238.57	715.71
04.04.01.04	VALVULA DE COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO C/MANIJA PN 16 DE 2"	und	6.00	186.39	1,118.34
04.04.01.05	VALVULA DE COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO C/MANIJA PN 16 DE 1 1/2"	und	3.00	144.02	432.06
04.04.01.06	NIPLE F°G CON BRIDA ROMPE AGUA R (L=0.45 m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 2"	und	6.00	131.64	789.84
04.04.01.07	NIPLE F°G° R (L=0.07 m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 2"	und	24.00	40.94	982.56
04.04.01.08	NIPLE F°G° CON BRIDA ROMPE AGUA R (L=0.50m) CON ROSCA A UN LADO DE 1 1/2"	und	3.00	126.64	379.92
04.04.01.09	NIPLE F°G° CON BRIDA ROMPE AGUA R (L=0.50m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 1 1/2"	und	3.00	132.64	397.92
04.04.01.10	UNION UNIVERSAL Ø 1 1/2" F°G° PN 16	und	6.00	67.56	405.36
04.04.01.11	NIPLE F°G° R (L=0.10m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 1 1/2"	und	6.00	42.74	256.44
04.04.01.12	VALVULA DE AIRE TRIPLE EFECTO DE 1"	und	3.00	162.91	488.73

PARTIDA	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	METRADO	PRECIO	PARCIAL
				UNITARIO (S/)	(S/.)
04.04.01.13	MANOMETRO	und	3.00	106.56	319.68
04.04.01.14	VALVULA FLOTADOR DE BRONCE DE 1 1/2"	und	3.00	235.37	706.11
04.04.01.15	REDUCCION EXCENTRICA DE 2" A 1"	und	3.00	72.64	217.92
04.04.01.16	CODO DE 90° F°G° CON MALLA SOLDADA DE 2"	und	3.00	58.93	176.79
04.04.01.17	TUBERIA DE PVC DE 2"	und	30.00	18.81	564.30
04.04.01.18	TUBERIA DE PVC DE 3"	und	6.00	16.14	96.84
04.04.01.19	UNION F°G° 1 1/2"	und	3.00	27.12	81.36
04.04.01.20	CODO Ø=2" x 90° F°G° PN 16	und	12.00	51.59	619.08
04.04.01.21	CODO Ø=1 1/2" x 90° F°G° PN 16	und	3.00	43.54	130.62
04.04.01.22	UNION UNIVERSAL Ø 2" F°G° PN 16	und	15.00	91.59	1,373.85
04.04.01.23	COLGADOR PARA FIJACION DE TUBERIA DE 2"	und	6.00	33.02	198.12
04.05	SISTEMA DE RIEGO				
04.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS				
04.05.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA REDES DE AGUA	m3	461.73	18.66	8,615.88
04.05.01.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA REDES DE AGUA	m	2,308.53	8.76	20,222.72
04.05.01.03	CAMA DE APOYO (e=0.10m) -ARENA GRUESA	m	2,308.53	5.29	12,212.12
04.05.01.04	PROTECCION SOBRE TUBERIA H=0.20M CON ARENA GRUESA	m3	92.34	68.56	6,330.83
04.05.01.05	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO Y MATERIAL PROPIO	m3	332.43	35.40	11,768.02
04.05.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3, D=10 KM	m3	267.79	46.94	12,570.06
04.05.02	RED DE DISTRIBUCION				
04.05.02.01	TENDIDO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC NTP 399.166 Ø=1 1/2" x 5 M C-10	m	1,411.46	14.20	20,042.73
04.05.02.02	TENDIDO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC NTP 399.166 Ø=2" x 5 M C-10	m	1,366.73	19.36	26,459.89
04.05.02.03	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION EN REDES DE AGUA	m	2,778.19	2.80	7,778.93
04.05.02.04	EMPALME A LA RED EXISTENTE DE AGUA	und	3.00	109.25	327.75
04.05.03	ACCESORIOS DE PVC				
04.05.03.01	CODO DE PVC DE Ø=1 1/2"x90°	und	12.00	30.15	361.80
04.05.03.02	CODO DE PVC DE Ø= 2"x90°	und	28.00	32.94	922.32
04.05.03.03	TEE DE PVC DE Ø=2"	und	21.00	43.20	907.20
04.05.03.04	TEE DE PVC CON REDUCCION DE Ø= 2" A Ø=1 1/2"	und	10.00	53.20	532.00
04.05.03.05	CURVA DE PVC DE Ø=2"	und	14.00	35.57	497.98
04.05.03.06	CODO DE PVC DE Ø= 2"x45°	und	7.00	28.06	196.42
04.05.03.07	TEE DE PVC DE Ø=1 1/2"	und	10.00	32.26	322.60
04.05.03.08	CURVA DE PVC DE Ø=1 1/2"	und	5.00	27.38	136.90
04.05.03.09	ROSEADOR VAN-SERIE 1800	und	53.00	100.73	5,338.69
04.05.03.10	ROTOR SERIE 3500 DE 1/2"	und	253.00	114.46	28,958.38
04.05.03.11	CAJA PORTAVALVULAS PARA RIEGO	und	10.00	138.33	1,383.30
05	VARIOS				
05.01	LIMPIEZA AL FINAL DE OBRA	m2	1,445.94	0.62	896.48
05.02	REPOSICION DE VEREDA DE CONCRETO F'C=175KG/CM2 E=0.10M INC. ENCOFRADO	m2	32.70	68.55	2,241.59
05.03	PEDESTAL ENCHAPADO CON PLACA RECORDATORIO DE MARMOL	und	3.00	2,036.63	6,109.89
06	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL				
06.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00	7,500.00	7,500.00
	TOTAL COSTO DIRECTO				517,487.21
	Gastos generales		10.00%		51,748.72
	Utilidad		10.00%		51,748.72
	SUB-TOTAL				620,984.65
	IGV (18.00 %)				111,777.24
	TOTAL				732,761.89

Anexo 2: Resumen de metrados del proyecto de riego tecnificado

RESUMEN DE METRADOS			
PROYECTO:	CONSTRUCCION DE SISTEMA DE RIEGO; EN EL (LA) PARQUE ANTONIO RAIMONDI, ANTARES Y STELLA MARIS DISTRITO DE SAN MARTÍN DE PORRES, PROVINCIA LIMA, DEPARTAMENTO LIMA CON CUI 2574554		
ENTIDAD:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN MARTÍN DE PORRES		
FECHA:	Mayo del 2023		
ELABORADO:			
CODIGO	PARTIDA	UND.	TOTAL
01	OBRAS PROVISIONALES		
01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 4.80MX3.60M	und	1.00
01.02	OFICINAS, GUARDIANA Y CASETA DE ALMACEN PARA LA OBRA	mes	1.00
01.03	CERCO PERIMETRAL DE OBRA H= 2.10 M	m	971.33
01.04	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	1.00
01.05	ALQUILER DE BAÑOS QUIMICOS PARA OBRA	mes	2.00
02	SEGURIDAD Y SALUD		
02.01	EQUIPO DE PROTECCION INDIVIDUAL	glb	1.00
02.02	EQUIPO DE PROTECCION COLECTIVA	glb	1.00
02.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	1.00
02.04	RECURSOS PARA RESPUESTAS ANTE EMERGENCIAS EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	1.00
02.05	ELABORACION, IMPLEMENTACION Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00
02.06	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	glb	1.00
03	OBRAS PRELIMINARES		
03.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	990.34
03.02	CORTE DE VEREDA CON DISCO e=0.10 m.	m	65.40
03.03	DEMOLICION DE VEREDAS DE 0.10 m	m2	32.70
03.04	REUBICACION DE ARBOLES EXISTENTES	und	5.00
03.05	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3, D=10 KM	m3	4.25
04	CISTERNA		
04.01	ESTRUCTURAS		
04.01.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
04.01.01.01	EXCAVACION MANUAL DE TERRENO	m3	164.28
04.01.01.02	REFINE NIVELACIÓN Y COMPACTACIÓN	m2	61.88
04.01.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3, D=10 KM	m3	213.57
04.01.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE		
04.01.02.01	CONCRETO F'C= 100 Kg/cm2, PARA SOLADOS	m2	85.34
04.01.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO		
04.01.03.01	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO PARA CISTERNA	m2	260.63
04.01.03.02	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2	kg	4,851.07
04.01.03.03	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 PARA CISTERNA	m3	64.44
04.01.03.04	CURADO DE CONCRETO CON ADITIVO CURADOR	m2	322.58
04.02	ARQUITECTURA		
04.02.01	REVOQUES Y REVESTIMIENTOS		
04.02.01.01	TARRAJEO MEZCLA 1:3 e=1/2"	m2	22.40
04.02.01.02	TARRAJEO C/ IMPERMEABILIZANTE, MEZCLA 1:3 E=1"	m2	134.88
04.02.02	PINTURA		
04.02.02.01	PINTURA EN TAPAS METALICAS	m2	2.16
04.02.02.02	PINTURA LATEX EN MUROS EXTERIORES	m2	93.12

CODIGO	PARTIDA	UND.	TOTAL
04.03	INSTALACIONES ELECTRICAS		
04.03.01	OBRAS PRELIMINARES		
04.03.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO	m2	469.20
04.03.02	EXCAVACIÓN DE ZANJA PARA CANALIZADO DE CABLE		
04.03.02.01	EXCAVACION DE ZANJA (H=0.7m x A=0.6m) - CORTE A	m3	328.44
04.03.02.02	EXCAVACION DE ZANJA (H=0.85m x A=0.6m) - CORTE A	m3	11.34
04.03.03	NIVELACIÓN DE CAMA DE ARENA (E=0.05M)		
04.03.03.01	NIVELACION DE CAMA DE ARENA (H=0.7m X A=0.6m) - CORTE A (E=0.05M)	m2	469.20
04.03.03.02	NIVELACION DE CAMA DE ARENA (H=0.85m X A=0.6m) - CORTE B (E=0.05M)	m2	16.20
04.03.04	RELLENO Y COMPACTACIÓN CON MATERIAL PROPIO DEL TERRENO		
04.03.04.01	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA (H=0.7m X A=0.6m) - CORTE A	m3	365.98
04.03.04.02	RELLENO Y COMPACTACIÓN DE ZANJA (H=0.85 X A=0.6m) - CORTE B	m3	12.64
04.03.04.03	ELIMINACION DE EXCEDENTES CON VOLQUETE 10 M3 D=10 KM	m3	63.10
04.03.05	CAJAS DE PASE		
04.03.05.01	CAJAS DE PASE DE PLANCHA GALVANIZADA DE 20CMX20CMX15CM (SELLADO HERMETICAMENTE), CON PROTECCION IP 65 Y DE TIPO PESADA PARA MURO PORTA MEDIDOR Y CISTERNA	und	9.00
04.03.05.02	CAJAS DE PASE DE PLANCHA GALVANIZADA DE 20CMX20CMX10CM (SELLADO HERMETICAMENTE), CON PROTECCION IP 65 Y DE TIPO PESADA PARA EMPOTRAR	und	23.00
04.03.06	SALIDAS ELECTRICAS		
04.03.06.01	SALIDA PARA ALUMBRADO (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00
04.03.06.02	SALIDA PARA TOMA CORRIENTE (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00
04.03.06.03	SALIDA PARA SENSOR DE HUMO (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00
04.03.06.04	SALIDA PARA ANIEGO (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00
04.03.06.05	SALIDA PARA LUZ DE EMERGENCIA (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00
04.03.06.06	SALIDA PARA BOMBAS DE AGUA (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00
04.03.06.07	SALIDA PARA SENSOR DE NIVEL (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00
04.03.06.08	SALIDA PARA PANEL CACI (CUARTO DE BOMBAS)	pto	3.00
04.03.06.09	SALIDA PARA TABLERO DE CONTROL TG-C	pto	3.00
04.03.06.10	SALIDA PARA ELECTROVALVULAS	pto	10.00
04.03.06.11	SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE	pto	3.00
04.03.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE ALIMENTADOS ENTRE MEDIDOR Y TABLERO TG-1		
04.03.07.01	CABLE DEL TIPO N2XOH 3-1x10 mm2 (F) (ENTRE MEDIDOR Y TABLERO TG-1)	m	12.00
04.03.07.02	CABLE DEL TIPO LSOH 1-1x4 mm2 (F) (ENTRE POZO A TIERRA Y TABLERO TG-1)	m	15.00
04.03.08	SUMINISTRO Y CABLEADO PARA CIRCUITOS DE DISTRIBUCIÓN DEL TABLERO ELECTRICO TG-01 HACIA TABLERO TG-B		
04.03.08.01	CIRCUITO PARA ACOMETIDA DE TABLERO TG-B :3-1x16 mm2 (N2XOH) +1x6 mm2 NH-80/T	m	149.60
04.03.08.02	CIRCUITO PARA ACOMETIDA DE TABLERO TG-B :3-1x25 mm2 (N2XOH) +1x10 mm2 NH-80/T	m	94.80
04.03.08.03	CIRCUITO PARA ACOMETIDA DE BOMBAS :3-1x6 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	30.00
04.03.08.04	CIRCUITO PARA ALUMBRADO (CUARTO DE BOMBAS): 2-1x2.5 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	30.00
04.03.08.05	CIRCUITO PARA TOMACORRIENTE (CUARTO DE BOMBAS): 2-1x2.5 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	30.00
04.03.08.06	CIRCUITO PARA CONTROL DE NIVEL (CUARTO DE BOMBAS): 2-1x2.5 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	18.00
04.03.08.07	CIRCUITO PARA PANEL CACI (CUARTO DE BOMBAS): 2-1x2.5 mm2 (N2XOH) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	18.00

CODIGO	PARTIDA	UND.	TOTAL
04.03.08.08	CIRCUITO PARA ALIMENTADOR DE TABLERO DE CONTROL: 2-1x 4mm2 (N2XOH) +1x4 mm2 NH-80/T	m	21.00
04.03.08.09	CIRCUITO PARA ELECTROVALVULAS: 2-1x 2.5mm2 (NH-80) +1x2.5 mm2 NH-80/T	m	548.00
04.03.08.10	CIRCUITO PARA POZO A TIERRA: 1-1x4 mm2 NH-80/T	m	15.00
04.03.08.11	CIRCUITO PARA INTERRUPTOR SIMPLE: 2-1x2.5mm2 (NH-80) + 1X2.5 mm2 NH-80T	m	6.00
04.03.09	SUMINISTRO DE EQUIPOS DE ILUMINACIÓN		
04.03.09.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE EQUIPOS DE ILUMINACION HERMETICA IP-65 DE 36w c/u	und	6.00
04.03.09.02	SUMINISTRO E INSTALACION DE PLACA HIDROBOX PARA TOMACORRIENTE EN CTO DE BOMBAS CON IP-65	und	3.00
04.03.09.03	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUZ DE EMERGENCIA CON PROTECCION IP-65 DE 8W	und	3.00
04.03.09.04	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBAS DE AGUA DE 3HP, 3F	und	1.00
04.03.09.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE BOMBAS DE AGUA DE 4HP, 3F	und	2.00
04.03.09.06	SUMINISTRO E INSTALACION DE PANEL CACI	und	3.00
04.03.09.07	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE NIVEL	und	3.00
04.03.09.08	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE ANIEGO	und	3.00
04.03.09.09	SUMINISTRO E INSTALACION DE SENSOR DE HUMO	und	3.00
04.03.09.10	SUMINISTRO E INSTALACION DE ELECTROVALVULAS	und	10.00
04.03.09.11	SUMINISTRO E INSTALACION DE INTERRUPTOR SIMPLE	und	3.00
04.03.10	CANALIZADO CON TUBERIA DE PLASTICO PESADO (PVC-SAP)		
04.03.10.01	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 50 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	288.20
04.03.10.02	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 20 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	732.60
04.03.10.03	TUBERIA PVC-SAP ELECTRICA DE 25 Ømm (3ML CADA TUBERIA)	m	30.00
04.03.11	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE TABLERO ELECTRICO DE DISTRIBUCIÓN		
04.03.11.01	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 24 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-B)	und	3.00
04.03.11.02	TABLERO DE DISTRIBUCION CAJA METALICA CON 12 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-1)	und	3.00
04.03.11.03	TABLERO DE CONTROL CON 12 POLOS, PROTECCIÓN IP 65 (TG-C)	und	3.00
04.03.12	PRUEBA ELECTRICA EN BAJA TENSIÓN		
04.03.12.01	PRUEBA DE AISLAMIENTO (MEGADO)	und	9.00
04.03.12.02	PRUEBA DE CARGA (VOLTAJE Y CORRIENTE)	und	9.00
04.03.12.03	PRUEBA DE MEDICIÓN DE POZO A TIERRA (<10 Ohm)	und	9.00
04.03.13	MURETE DE CONCRETO DE 1.5MX1.2MX0.30M, ACABADO TARRAJEO INC. ALOJAM P/CONTROL, MEDIDOR Y PROTECCION CON REJA ANTIHURTO		
04.03.13.01	MURETE DE CONCRETO, PORTA MEDIDOR Y TABLERO ELECTRICO TG-01	und	3.00
04.03.14	TRAMITE Y COORDINACION CON ENEL		
04.03.14.01	INSTALACION DE MEDIDOR TRIFASICO DE ENERGIA EN CAJA PORTA MEDIDOR (INCL. TRAMITE ANTE ENEL)	und	3.00
04.03.15	POZO A TIERRA EN BAJA TENSIÓN		
04.03.15.01	POZO A TIERRA EN BAJA TENSIÓN (<10 Ohm)	und	3.00
04.04	CUARTO DE MAQUINAS		
04.04.01	EQUIPOS DE BOMBEO SISTEMA DE RIEGO		
04.04.01.01	VALVULA DE RETENCION BRONCE ROSCADO C/RESORTE PN 16 DE 2"	und	3.00
04.04.01.02	ADAPTADOR UNION PRESION ROSCA PVC PN 10 DE 2"	und	3.00
04.04.01.03	CANASTILLA DE SUCCIÓN BRONCE DE Ø 2"	und	3.00
04.04.01.04	VALVULA DE COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO C/MANIJA PN 16 DE 2"	und	6.00
04.04.01.05	VALVULA DE COMPUERTA DE CIERRE ESFERICO C/MANIJA PN 16 DE 1 1/2"	und	3.00
04.04.01.06	NIPLE F°G CON BRIDA ROMPE AGUA R (L=0.45 m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 2"	und	6.00

CODIGO	PARTIDA	UND.	TOTAL
04.04.01.07	NIPLE F° G° R (L=0.07 m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 2"	und	24.00
04.04.01.08	NIPLE F°G° CON BRIDA ROMPE AGUA R (L=0.50m) CON ROSCA A UN LADO DE 1 1/2"	und	3.00
04.04.01.09	NIPLE F°G° CON BRIDA ROMPE AGUA R (L=0.50m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 1 1/2"	und	3.00
04.04.01.10	UNION UNIVERSAL Ø 1 1/2" F°G° PN 16	und	6.00
04.04.01.11	NIPLE F°G° R (L=0.10m) CON ROSCA AMBOS LADOS DE 1 1/2"	und	6.00
04.04.01.12	VALVULA DE AIRE TRIPLE EFECTO DE 1"	und	3.00
04.04.01.13	MANOMETRO	und	3.00
04.04.01.14	VALVULA FLOTADOR DE BRONCE DE 1 1/2"	und	3.00
04.04.01.15	REDUCCIÓN EXCENTRICA DE 2" A 1"	und	3.00
04.04.01.16	CODO DE 90° F°G° CON MALLA SOLDADA DE 2"	und	3.00
04.04.01.17	TUBERIA DE PVC DE 2"	m	30.00
04.04.01.18	TUBERIA DE PVC DE 3"	m	6.00
04.04.01.19	UNION F°G° 1 1/2"	und	3.00
04.04.01.20	CODO Ø=2" x 90° F°G° PN 16	und	12.00
04.04.01.21	CODO Ø=1 1/2" x 90° F°G° PN 16	und	3.00
04.04.01.22	UNION UNIVERSAL Ø 2" F°G° PN 16	und	15.00
04.04.01.23	COLGADOR PARA FIJACION DE TUBERIA DE 2"	und	6.00
04.05	SISTEMA DE RIEGO		
04.05.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
04.05.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS PARA REDES DE AGUA	m3	461.73
04.05.01.02	REFINE Y NIVELACION DE ZANJA PARA REDES DE AGUA	m	2,308.53
04.05.01.03	CAMA DE APOYO (e=0.10m) -ARENA GRUESA	m	2,308.53
04.05.01.04	PROTECCION SOBRE TUBERIA H=0.20M CON ARENA GRUESA	m3	92.34
04.05.01.05	RELLENO Y COMPACTACION CON EQUIPO Y MATERIAL PROPIO	m3	332.43
04.05.01.06	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE C/VOLQ. 15M3, D=10 KM	m3	267.79
04.05.02	RED DE DISTRIBUCION		
04.05.02.01	TENDIDO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC NTP 399.166 Ø=1 1/2" x 5 M C-10	m	1411.46
04.05.02.02	TENDIDO Y COLOCACION DE TUBERIA PVC NTP 399.166 Ø=2" x 5 M C-10	m	1366.73
04.05.02.03	PRUEBA HIDRAULICA Y DESINFECCION EN REDES DE AGUA	m	2778.19
04.05.02.04	EMPALME A LA RED EXISTENTE DE AGUA	und	3.00
04.05.03	ACCESORIOS DE PVC		
04.05.03.01	CODO DE PVC DE Ø=1 1/2"x90°	und	12.00
04.05.03.02	CODO DE PVC DE Ø= 2"x90°	und	28.00
04.05.03.03	TEE DE PVC DE Ø=2"	und	21.00
04.05.03.04	TEE DE PVC CON REDUCCION DE Ø= 2" A Ø=1 1/2"	und	10.00
04.05.03.05	CURVA DE PVC DE Ø=2"	und	14.00
04.05.03.06	CODO DE PVC DE Ø= 2"x45°	und	7.00
04.05.03.07	TEE DE PVC DE Ø=1 1/2"	und	10.00
04.05.03.08	CURVA DE PVC DE Ø=1 1/2"	und	5.00
04.05.03.09	ROSEADOR VAN-SERIE 1800	und	53.00
04.05.03.10	ROTOR SERIE 3500 DE 1/2"	und	253.00
04.05.03.11	CAJA PORTAVALVULAS PARA RIEGO	und	10.00
05	VARIOS		
05.01	LIMPIEZA AL FINAL DE OBRA	m2	1445.94
05.02	REPOSICIÓN DE VEREDA DE CONCRETO F°C=175KG/CM2 E=0.10M INC. ENCOFRADO	m2	32.70
05.03	PEDESTAL ENCHAPADO CON PLACA RECORDATORIO DE MARMOL	und	32.70
06	MITIGACION DE IMPACTO AMBIENTAL		
06.01	MITIGACION DEL IMPACTO AMBIENTAL	glb	1.00

