

# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN  
CONSTRUCTION Y LOOKAHEAD PARA MEJORAR LA  
GESTIÓN DE COSTOS EN PROYECTOS DE  
INFRAESTRUCTURA, EN EL DISTRITO DE CABANA,  
PROVINCIA DE PALLASCA, 2023”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título  
profesional de:  
Ingeniero Civil

**Autor:**

Edinson Jose Luna Blas

Asesor:

Ing. Erick Humberto Rabanal Chavez

<https://orcid.org/0000-0002-1289-1221>

Lima - Perú

2024

## INFORME DE SIMILITUD

### TS EDINSON JOSE LUNA BLAS

#### INFORME DE ORIGINALIDAD



#### FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucss.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>3%</b>
<b>2</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>Submitted to Universidad Cesar Vallejo</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>4</b>	<b>www.municerroazul.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>5</b>	<b>Submitted to Corporación Universitaria Minuto de Dios, UNIMINUTO</b> Trabajo del estudiante	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>Submitted to Universidad Privada del Norte</b> Trabajo del estudiante	<b>&lt;1%</b>
<b>7</b>	<b>hdl.handle.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>8</b>	<b>www.slideshare.net</b> Fuente de Internet	<b>&lt;1%</b>
<b>9</b>	<b>repositorio.upao.edu.pe</b> Fuente de Internet	

## **DEDICATORIA**

Con profundo afecto y estimación a mi madre Gladys, a mi padre Tereso, a mi hermana Thania y familiares; ellos constantemente me brindaron su decidida colaboración, así también hacer posible la culminación de mi carrera.

## **AGRADECIMIENTO**

Expreso mi agradecimiento al personal docente de la Universidad Privada del Norte, quienes con sus sabias orientaciones supieron encaminarme hacia la superación y logro de mi objetivo.

Agradezco a Dios, a mis padres, hermana y familiares, quienes me apoyaron y guiaron para ser un profesional.

También expreso mi gratitud al Ing. Erick H. Rabanal Chavez, quien me brindo su valioso apoyo profesional en el presente trabajo.

## TABLA DE CONTENIDO

<b>INFORME DE SIMILITUD .....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS .....</b>	<b>7</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES .....</b>	<b>8</b>
<b>RESUMEN EJECUTIVO.....</b>	<b>9</b>
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN .....</b>	<b>10</b>
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO .....</b>	<b>20</b>
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA .....</b>	<b>39</b>
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS .....</b>	<b>115</b>
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>122</b>
<b>REFERENCIAS .....</b>	<b>124</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>126</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> Principales clientes de la Constructora Shicshi E.I.R.L. ....	15
<b>Tabla 2</b> Ubicación Geográfica .....	42
<b>Tabla 3</b> Presupuesto general de la obra .....	45
<b>Tabla 4</b> Planilla de metrado .....	59
<b>Tabla 5</b> Costos de Insumos del Proyecto .....	63
<b>Tabla 6</b> Presupuesto General en el Proyecto de la Plaza de Armas del distrito de Cabana	66
<b>Tabla 7</b> Cronograma valorizado de obra (programado vs. ejecutado) - octubre .....	72
<b>Tabla 8</b> Avance de obra valorizada - octubre .....	76
<b>Tabla 9</b> Cronograma valorizado de obra (programado vs. ejecutado) - noviembre .....	78
<b>Tabla 10</b> Avance de obra valorizada - noviembre .....	83
<b>Tabla 11</b> Cronograma valorizado de obra (programado vs. ejecutado) - diciembre .....	85
<b>Tabla 12</b> Avance de obra valorizada - diciembre .....	89
<b>Tabla 13</b> Curva S del avance ejecutado vs el programado - diciembre.....	89
<b>Tabla 14</b> Planilla de metrados adicional - diciembre .....	90
<b>Tabla 15</b> Valorización de obra - adicional.....	91
<b>Tabla 16</b> Restricciones y limitaciones presentadas en las partidas.....	92
<b>Tabla 17</b> Reorganización de la Planilla de Metrado .....	101
<b>Tabla 18</b> Clasificación por sectores .....	111
<b>Tabla 19</b> Cronograma Lookahead adicional.....	113
<b>Tabla 20</b> Evaluación de costos aplicando Lean Construction .....	115
<b>Tabla 21</b> Comparación del Monto Total en relación a Lean Construction.....	116
<b>Tabla 22</b> Porcentaje de Plan Cumplido PPC .....	117
<b>Tabla 23</b> Evaluación del uso de Lookahead .....	119
<b>Tabla 24</b> Evaluación de las actividades completadas .....	120

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> Organigrama general de la Constructora Shicshi E.I.R.L.....	14
<b>Figura 2</b> Ciclo de vida del proyecto .....	32
<b>Figura 3</b> Mapa Nacional, Provincial, Distrital .....	43
<b>Figura 4</b> Mapa Satelital .....	43
<b>Figura 5</b> Cronograma de ejecución por partida .....	70
<b>Figura 6</b> Curva S del avance ejecutado vs el programado - octubre .....	77
<b>Figura 7</b> Curva S del avance ejecutado vs el programado - noviembre .....	83
<b>Figura 8</b> Plan Maestro .....	104
<b>Figura 9</b> Planificación Lookahead - octubre .....	105
<b>Figura 10</b> Planificación Lookahead - noviembre .....	108
<b>Figura 11</b> Planificación Lookahead - diciembre .....	110
<b>Figura 12</b> Sectorización de la plaza Cabana.....	112
<b>Figura 13</b> Curva S del Avance del Proyecto .....	120

## ÍNDICE DE ECUACIONES

<b>Ecuación 1</b> Porcentaje de Plan Cumplido.....	29
<b>Ecuación 2</b> Variación de cronograma.....	32
<b>Ecuación 3</b> Eficiencia en la Programación .....	33
<b>Ecuación 4</b> Eficiencia de costos .....	33
<b>Ecuación 5</b> Eficiencia Operativa .....	37

## RESUMEN EJECUTIVO

Mi experiencia profesional comenzó en febrero de 2019 en la construcción de un edificio multifamiliar, inicialmente como asistente de ingeniería de producción. Este primer proyecto permitió familiarizarme con el entorno de la construcción y las dinámicas de trabajo en equipo. La evolución hacia proyectos de mayor envergadura, como el “Mejoramiento y Rehabilitación de la Plaza de Armas del Distrito de Cabana”, supuso un desafío mayor, no solo en términos de complejidad sino también en la gestión de recursos y coordinación de equipos más grandes, incluyendo especialistas y personal administrativo y obrero. La implementación de Lean Construction y Lookahead en este último proyecto fue clave para optimizar la gestión de recursos y mejorar la coordinación de un equipo ampliado que incluía especialistas y personal obrero. La aplicación de Lean Construction permitió reducir los costos de mano de obra de S/.163,442.92 a S/.149,642.92, logrando un ahorro del 8.4% y evidenciando una gestión eficiente. Esto se reflejó en un Índice de Desempeño de Costos (CPI) de 91.556%, demostrando la efectividad de la metodología en la optimización financiera del proyecto. Por otro lado, Lookahead aseguró un cumplimiento de plan superior al 99.99%, resultando en una eficiencia operativa del 95.77% al combinar CPI y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI).

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial, la industria de la construcción enfrentó desafíos en 2022, marcados por la inflación, las perturbaciones en las cadenas de suministro y las tensiones geopolíticas. Sin embargo, el informe “Global Powers of Construction” realizado por Deloitte - España destaca la resiliencia del sector, señalando que las 100 principales compañías de construcción lograron generar ingresos por encima de los US\$ 1.511 billones en 2022, evidenciando un crecimiento del 6,3% respecto al año anterior. Este panorama sugiere que, a pesar de los desafíos, existen amplias oportunidades de crecimiento y desarrollo, especialmente en áreas como infraestructura, energía verde y manufactura (Deloitte, 2023).

La industria de la construcción ha sido históricamente una de las fuerzas más dinámicas dentro de la economía peruana, desempeñando un papel crucial en el desarrollo de infraestructura y en la generación de empleo. A pesar de los retos significativos presentados por la pandemia de COVID-19 en 2020, que afectaron profundamente la inversión tanto pública como privada, este sector ha demostrado una notable capacidad de recuperación y adaptación (Espinar et al., 2023).

La reactivación del sector construcción ha sido notable, con la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) reportando un crecimiento del 37.4 % en el PBI del sector hasta septiembre de 2021 (CAPECO, 2021). Este crecimiento no solo subraya la vitalidad del sector sino también su papel esencial en el impulso del PBI nacional, que registró un aumento del 12.9 % en el mismo periodo. Además, según información brindada el Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), hubo un aumento del 20% en las inversiones de construcción para finales de 2022 en comparación con el año anterior, esto refleja un optimismo sustentado en la solidez y el potencial de crecimiento de esta industria.

En este escenario de recuperación y crecimiento, el Estado Peruano ha reafirmado su compromiso con el sector a través de políticas y planes estratégicos orientados a fortalecer la competitividad y productividad nacional. La Política Nacional de Competitividad y Productividad, junto con el Plan Nacional de Infraestructura para la Competitividad, son claros ejemplos de cómo el gobierno busca priorizar y articular la planificación de inversiones públicas, incentivando así el desarrollo de sectores productivos y el cierre de brechas en acceso a servicios e infraestructura de calidad (Ministerio de Economía y Finanzas, 2022).

Ante los retos actuales que enfrenta la industria de la construcción, tanto a nivel local como global, la adopción de metodologías avanzadas como Lean Construction y la planificación Lookahead se perfilan como soluciones estratégicas cruciales para la mejora de la gestión de costos en proyectos de infraestructura. Específicamente, en el distrito de Cabana, provincia de Pallasca, la implementación de estas metodologías no solo se alinea con la necesidad de optimización de recursos, sino que también responde al imperativo de adaptación y evolución frente a las dinámicas cambiantes del sector. Lean Construction, con su enfoque en la eliminación de actividades que no agregan valor y la maximización de la eficiencia en cada etapa del proyecto, se complementa de manera efectiva con la planificación Lookahead, la cual permite una gestión anticipada de los recursos y la identificación temprana de potenciales cuellos de botella, asegurando así una ejecución más fluida y coherente de los proyectos.

Esta investigación, por tanto, no solo busca evidenciar la aplicabilidad y los beneficios de Lean Construction y la planificación Lookahead en la gestión de costos de proyectos de infraestructura en Cabana sino también contribuir al cuerpo de conocimiento existente sobre prácticas de gestión de proyectos.

## **1.1. Antecedentes de la empresa**

CONSTRUCTORA SHICSHI E.I.R.L., fue establecida el 25 de abril del 2014, bajo la dirección y gerencia de Jaime Ronald Shicshi Almanza. Localizada en la ciudad de Puente Piedra, departamento de Lima, Perú, en la dirección Mz. O-02 Lote 06 Urb. Rosa Luz I Etapa, esta empresa se ha dedicado a contribuir al sector de la construcción y desarrollo infraestructural en Perú. La empresa se especializa en la construcción de edificios completos, el transporte de carga por carretera, y la venta mayorista de materiales de construcción, actividades que reflejan su versatilidad y capacidad para atender diversas necesidades del mercado.

Con una sólida base operativa, CONSTRUCTORA SHICSHI E.I.R.L. ha implementado sistemas de facturación y contabilidad tanto manuales como computarizados, asegurando así eficiencia y transparencia en sus operaciones. Su compromiso con la calidad y la eficiencia se ve reflejado en su empadronamiento en el Registro Nacional de Proveedores para hacer contrataciones con el Estado Peruano, lo que destaca su competencia y fiabilidad en el sector de la construcción. Desde su inicio, ha mantenido una condición activa, demostrando su solidez y compromiso continuo con el desarrollo y la innovación en el ámbito de la construcción y servicios relacionados.

### **1.1.1. Misión**

Realizar proyectos de construcción e ingeniería, con excelencia de calidad, garantizando así un entorno agradable con el medio ambiente y satisfaciendo las necesidades de nuestros clientes como también el desarrollo de nuestro entorno social, económico. Generando fuentes de trabajo, fomentando un clima laboral que estimule el desarrollo personal y profesional de los trabajadores.

### 1.1.2. Visión

Ser la constructora líder elegida por nuestros proyectos de construcción de obras civiles y transporte de materiales de construcción, con personal altamente calificado, optimizando los costos pensando en ofrecer diferentes opciones a los clientes manteniendo altos estándares de calidad con servicio al cliente que garantice solidez y reconocimiento contribuyendo al desarrollo de nuestro país, y optar por lograr niveles de evolución altos.

### 1.1.3. Valores

- ❖ Integridad y honestidad, como principios fundamentales.
- ❖ Calidad en la ejecución y oportunidad en las entregas de los proyectos, para superar las expectativas de los clientes.
- ❖ La solidez financiera y la rentabilidad como resultado exitoso del manejo de los recursos.
- ❖ Identificación de los empleados con la Empresa.
- ❖ Seguridad en el empleo y oportunidades de desarrollo.
- ❖ Seguridad de la inversión de los clientes.
- ❖ Atención personalizada a las necesidades de los clientes.
- ❖ Cumplimiento de compromisos asumidos con los proveedores.

### 1.1.4. Políticas de la empresa

CONSTRUCTORA CHICSHI EIRL, es una empresa dedicada a brindar servicio para la construcción de diferentes obras civiles, transporte de materiales. En los sectores de construcción y transporte y otros.

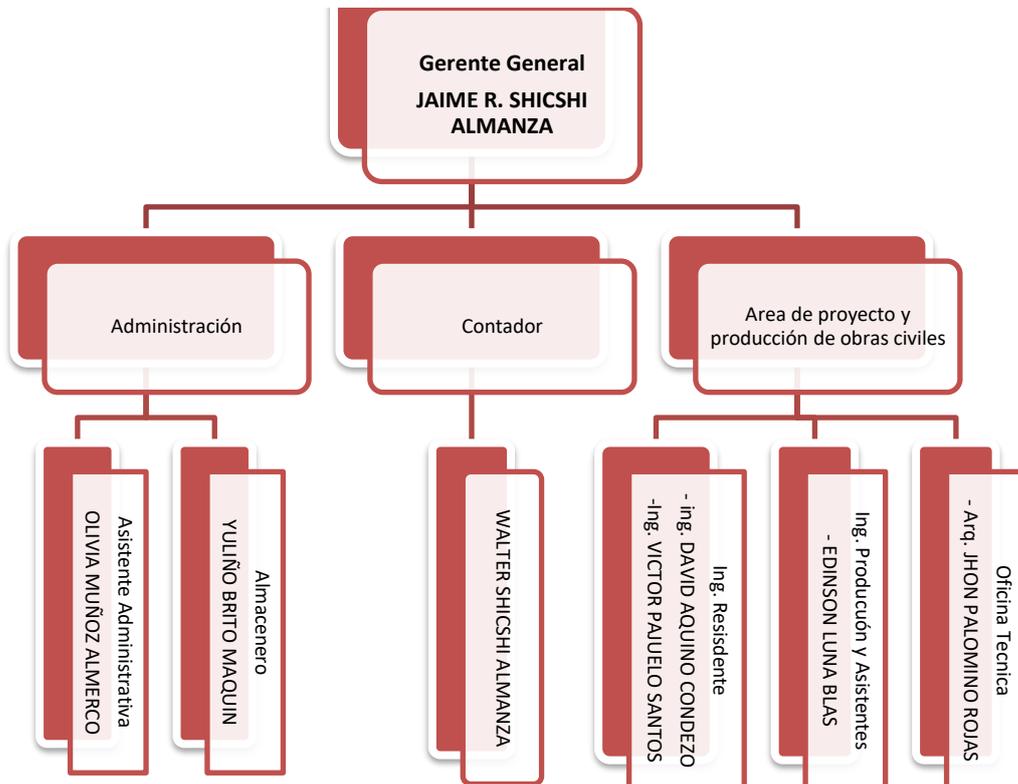
Siendo nuestro compromiso lograr la satisfacción del cliente, entregando productos de calidad y el tiempo adecuado; para ello nos comprometemos a:

- ❖ Cumplir con la normativa legal y otros requisitos que la organización suscriba protegiendo la salud de los trabajadores, brindando condiciones de trabajo seguras, y protegiendo el medio ambiente que lo rodea.
- ❖ Establecer los objetivos y metas que aseguren la mejorar continua de los procesos.
- ❖ Minimizar y prevenir los impactos ambientales que conllevan las actividades de la empresa, con un compromiso de mitigar y adaptación al cambio climático y protección de la biodiversidad.
- ❖ Capacitar a los empleados en el cumplimiento de la política de calidad, seguridad y medio ambiente.

### 1.1.5. Organigrama

**Figura 1**

*Organigrama general de la Constructora Shicshi E.I.R.L.*



### 1.1.6. Clientes de la empresa

**Tabla 1**

*Principales clientes de la Constructora Shicshi E.I.R.L.*

ITEM	Cliente	Ubicación
1	EMAPE S.A. EMPRESA MUNICIPAL DE APOYO A PROYECTOS ESTRATEGICOS	Km 1.7 Vía de Evitamiento – Ate
2	RUTAS DE LIMA	CARRETERA PANAMERICA SUR KM 19.65 S/N VILLA EL SALVADOR, LIMA – PERU
3	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE CARLOS FERMIN FITZCARRALD	REGIÓN ANCASH
4	MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE PALALSCA	REGIÓN ANCASH
5	DIVERSAS INMOBILIARIAS	LIMA METROPOLITANA

*Nota. Elaboración Propia*

### 1.1.7. Actividades especializadas

- ❖ Mejoramiento y rehabilitación de obras viales
- ❖ Construcción de edificios
- ❖ Servicios para las municipalidades
- ❖ Obras civiles en general
- ❖ Mantenimiento de edificaciones

## 1.2. Realidad Problemática

La industria de la construcción a nivel Nacional, ha enfrentado desafíos significativos en el periodo comprendido entre enero y septiembre de 2023, reflejando una caída del 9.3% en su actividad. Esta situación, solo superada por la disminución del 28.4% observada en el

mismo periodo del año 2020 - año marcado por las restricciones y emergencia sanitaria debido a la pandemia del COVID-19, pone de relieve las complejidades en el sector de construcción (EYNG, 2023). Según Guido Valdivia, director ejecutivo de la Cámara Peruana de Construcción (CAPECO), esta contracción se debe a una combinación de factores, incluidas las protestas sociales, fenómenos naturales a principios de año, tasas de interés, la reducción de salarios reales, el incremento de la pobreza, y debilidades tanto coyunturales como estructurales en la gestión estatal y las relaciones entre los poderes del Estado, lo que ha dificultado la recuperación de la confianza tanto de los agentes económicos como de la ciudadanía en la economía y en la capacidad del modelo democrático para proveer bienes públicos básicos (Construcción y Vivienda, 2023).

En este contexto, el Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) informó que, en el primer trimestre del 2023, el producto bruto de la construcción se contrajo en un 9.4% en comparación con el mismo mes del año 2022, acumulando así tres trimestres consecutivos de declive. Este panorama resalta la urgencia de abordar los retos de gestión y costos que enfrenta el sector, especialmente en proyectos de infraestructura críticos para el desarrollo y bienestar de la comunidad (EYNG, 2023).

Ante esta realidad problemática, la práctica de la metodología Lean Construction y la planificación Lookahead en el distrito de Cabana surge como una respuesta estratégica para mejorar la gestión de costos en proyectos de infraestructura. La elección de este enfoque se basa en la necesidad de introducir prácticas de gestión avanzadas que permitan optimizar los procesos constructivos, reducir desperdicios, y mejorar la eficiencia operativa y financiera, factores todos ellos cruciales para contrarrestar las tendencias negativas observadas y potenciar la recuperación del sector.

La implementación de estas metodologías promete no solo abordar los desafíos relacionados con los costos y la gestión de proyectos, sino también contribuir a la

construcción de una base sólida para la sostenibilidad a largo plazo del sector de la construcción en el distrito de Cabana.

### **1.2.1. Formulación del problema**

¿De qué manera la implementación de la metodología Lean Construction y Lookahead contribuye a la mejora de la gestión de costos en los proyectos de infraestructura en el Distrito de Cabana, Provincia de Pallasca, durante el año 2023?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- ¿Cómo puede aplicarse Lean Construction para optimizar la gestión de costos en proyectos de infraestructura en el Distrito de Cabana?
- ¿De qué manera la estrategia de planificación Lookahead mejora la eficiencia en la programación en proyectos de infraestructura en el Distrito de Cabana?
- ¿Cuál es el impacto de implementar Lean Construction y Lookahead en la eficiencia operativa de los proyectos de infraestructura en el Distrito de Cabana?

### **1.3. Justificación**

La justificación de esta investigación radica en abordar y superar los desafíos identificados en la gestión de proyectos de infraestructura en el contexto peruano actual, marcado por iniciativas gubernamentales enfocadas en la mejora de la calidad de la infraestructura pública y el acceso a servicios básicos. A pesar de estos esfuerzos, se observa una persistente resistencia a la adopción de buenas prácticas de gestión, métodos colaborativos y tecnologías innovadoras dentro de la industria de la construcción. Esta resistencia se manifiesta en la continuidad de prácticas de gestión tradicionales que limitan la eficiencia y la efectividad de los proyectos, y en la falta de integración y coordinación

entre los profesionales implicados, lo que resulta en incompatibilidades y riesgos financieros.

La necesidad de explorar y adoptar metodologías que mejoren la gestión de costos y la eficiencia operativa se hace aún más crítica en el marco de la Ley de Contrataciones del Estado (Decreto Legislativo N°1341, 2017), que enfatiza la eficiencia y eficacia en la ejecución de proyectos con el fin de garantizar el mejor uso de los recursos públicos y satisfacer los objetivos públicos. Esta investigación busca, por lo tanto, ofrecer una solución concreta a estos problemas mediante la implementación de metodologías que han demostrado ser eficaces en otros contextos para optimizar los procesos de planificación y ejecución de proyectos de infraestructura.

La adopción de estas metodologías no solo se alinea con los principios legales y las metas nacionales, sino que también fomenta la colaboración efectiva entre los actores involucrados, y mejorando significativamente los resultados de los proyectos. En última instancia, esta investigación busca contribuir a una mejora tangible en la infraestructura pública, con repercusiones positivas en la calidad de vida de las personas y en el desarrollo sostenible del país.

## **1.4. Formulación de objetivos**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la contribución de la implementación de la metodología Lean Construction y Lookahead en la mejora de la gestión de costos en los proyectos de infraestructura en el Distrito de Cabana, Provincia de Pallasca, durante el año 2023

#### **1.4.2. Objetivos específicos**

- Aplicar los principios de Lean Construction para optimizar la gestión de costos en un proyecto piloto de infraestructura en el distrito de Cabana.
- Aplicar la estrategia de planificación Lookahead para mejorar la eficiencia en la programación en un proyecto piloto en el distrito de Cabana.
- Evaluar el impacto de la implementación de Lean Construction y Lookahead en la eficiencia operativa de los proyectos de infraestructura en el distrito de Cabana.

## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Borda (2022) en su artículo *“Interacción Lean-BIM para el diseño de metodología de gestión de proyectos de construcción en etapa de planificación y ejecución”*, se enfocó en abordar la problemática de productividad, rendimientos y sobrecostos en el sector construcción a nivel nacional. Su objetivo principal fue mejorar la calidad, tiempo y costos en el sector mediante la ejecución de cuatro fases: revisión literaria sobre la metodología BIM y Lean, diagnóstico a través de encuestas de evaluación, análisis de la relación entre Lean y BIM, y el establecimiento de un procedimiento para integrar Last Planner de Lean Construction con BIM. La metodología utilizada incluyó una combinación de revisión literaria y encuestas para diagnosticar y analizar la situación actual. Los resultados demostraron que la integración de Lean Construction y BIM, especialmente mediante la herramienta Last Planner y el modelado BIM, contribuye significativamente a la mejora de los procesos de planificación y ejecución, reduciendo interferencias, reprocesos, sobrecostos y retrasos en proyectos de construcción.

Ávila y Cardona (2020) en su tesis *“Presupuestos y cronogramas para proyectos de construcción con implementación de lean construction y consideraciones por covid-19”*, tuvo como objetivo implementar principios de Lean Construction en Honduras, adaptándose a las condiciones impuestas por COVID-19, para mejorar el proceso de cálculo de presupuestos y construcción de cronogramas en el sector de la construcción. Se realizó un estudio de campo, evidenciando que el tiempo promedio de cálculo de presupuestos y construcción de cronogramas se incrementó en diez y un día respectivamente, debido a la pandemia, además de una reducción en el personal. Se identificaron once oportunidades de

mejora en el cálculo de presupuestos y siete en la construcción de cronogramas. La metodología incluyó un análisis de correspondencia, demostrando una similitud entre la situación actual y la deseada de 33.6% para presupuestos y 27.5% para cronogramas. Los resultados indican un significativo margen para implementar cambios efectivos mediante Lean Construction.

Gomez (2022) en su proyecto de grado “*Guía práctica para la implementación de la metodología LEAN Construction en el proyecto Termosuria*”, tuvo como objetivo diseñar y ejecutar una guía de implementación específica para Termosuria, que permitiera su escalabilidad a futuros proyectos, promoviendo la mejora continua. A través de un plan piloto y la aplicación de estrategias como el Last Planner System, Lookahead, Pull planning, análisis de restricciones, identificación de causa raíz, la herramienta just-in-time, e indicadores SMART, se lograron avances significativos en integración, colaboración y productividad. Los resultados incluyeron un aumento del 10% en el PPC, reducción de atrasos entre 1% y 14%, y un 90% de aceptación de la filosofía Lean. La implementación de Lean Construction siguiendo la guía práctica demostró mejoras en indicadores clave, estableciendo una base para el desarrollo y mejora continua del proyecto.

Pérez et al. (2019) en su artículo “*Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information Modeling*”, tuvieron como propósito aplicar los principios de Lean Construction (LC) y Building Information Modeling (BIM) en la administración del proceso de construcción de vivienda popular (hasta 42.50 m<sup>2</sup> y 200 salarios mínimos) en Torreón, Coahuila, México, para evaluar posibles mejoras en términos económicos y de tiempo. La metodología incluyó la recolección de datos reales de producción mediante Cartas Balance, enfocándose en las fases de análisis y construcción, para evidenciar la productividad del personal obrero. Basándose en los datos recabados, se

propuso una nueva gestión del proyecto utilizando BIM, creando un modelo 3D en Revit de las viviendas. Esto llevó al desarrollo de un proyecto BIM 4D centrado en el cronograma de la obra con ayuda del software Naviswork. Los hallazgos permitieron ofrecer soluciones precisas para aumentar la productividad en el proyecto analizado, demostrando beneficios significativos en la eficiencia de la construcción.

### 2.1.2. Antecedentes Nacionales

Hoyos (2023) en su tesis *“Implementación de la metodología Lean Construction para mejorar la gestión de la construcción de viviendas de interés social, Rioja, 2022”*, tuvo como objetivo principal implementar la metodología Lean Construction para optimizar la gestión de construcción de viviendas de interés social en Rioja, 2022. La metodología empleada fue de tipo aplicada, con diseño interviniente, método longitudinal y estudio cuasi experimental. Se analizó un proyecto ejecutado tradicionalmente por Constructora e Ingeniería Dikassa S.A.C., identificando restricciones en la fase de construcción. Posteriormente, se aplicaron lineamientos de Lean Construction, enfocándose en Ensamble de LPDS, Análisis de restricciones y Planeamiento de la producción. Los resultados demostraron que la implementación de esta metodología permitió establecer procedimientos para mejorar la logística, fabricación y puesta en marcha, utilizando el Last Planner System. Esto condujo a una gestión optimizada de la construcción de viviendas de interés social, resaltando la eficacia de Lean Construction en este contexto.

Orihuela (2023) en su tesis *“Lean construction en la ejecución de infraestructura educativa en la especialidad de estructuras, Caraveli-Arequipa”*, investigó la influencia del Lean Construction en la Ejecución de Infraestructura Educativa. Utilizando el método científico con un enfoque cuantitativo, la investigación aplicada de nivel descriptivo adoptó

un diseño no experimental. El objetivo fue determinar cómo Lean Construction afecta la eficiencia y costos en la construcción de infraestructura educativa de estructuras en Caraveli, Arequipa. Los resultados mostraron que la implementación de Lean Construction redujo el tiempo de ejecución en 17 días calendario y disminuyó los costos en 119,896.61, equivalente al 5.83% del presupuesto inicial. Este impacto positivo se atribuye a la mejora en la planificación y control de la ejecución del proyecto a través de herramientas de Lean Construction como Tren de actividades, Lookahead, PPC y CNC, confirmando la hipótesis de que Lean Construction influye positivamente en la ejecución de infraestructura educativa en la especialidad de estructuras.

Delgado y Grados (2022) en su tesis *“Aplicación de la metodología Lean Construction en un proyecto de infraestructura educativa para optimizar los rendimientos ante las medidas sanitarias impuestas por Covid-19, Trujillo”* tuvo como objetivo principal aplicar la metodología Lean Construction en un proyecto de infraestructura educativa para optimizar rendimientos, reducir aforos y mejorar el flujo de ejecución, adaptándose a la nueva normalidad. Se implementó un procedimiento de trabajo para la planificación estratégica, revisando documentos contractuales para identificar necesidades y tomar decisiones de optimización basadas en la experiencia de los últimos planificadores e innovaciones adoptadas. Se identificaron cuellos de botella y se diseñó una estrategia de ataque. Utilizando el Last Planner System de Lean Construction, se optimizaron los procesos de ejecución, mejorando los flujos de trabajo y rendimientos, especialmente en partidas críticas, gracias a las innovaciones y optimizaciones realizadas.

Lizana (2021) en su tesis *“Aplicación del Lean Construction en la gestión de proyectos de obras de líneas de transmisión subterráneas electromecánicas”*, tuvo como objetivo principal evaluar los efectos de aplicar Lean Construction en la gestión de proyectos

de obras de líneas de transmisión subterráneas electromecánicas. Se empleó una metodología enfocada en optimizar las actividades que aportan valor al proyecto y en minimizar o eliminar aquellas que no lo hacen. Para diagnosticar los problemas, se utilizaron herramientas de mejora continua como los diagramas de Causa y Efecto e Ishikawa, seguido de la implementación de un plan de Lean Construction basado en el ciclo PHVA. Los resultados mostraron mejoras significativas: un incremento del 5.67% en la variación de cronograma SV, indicando cumplimiento y mejor rendimiento en los tiempos programados; un aumento del 23.05% en el índice de desempeño del cronograma SPI; y una mejora del 41% en el índice de desempeño del costo CPI, evidenciando que los costos posteriores a la implementación se alinearon con lo proyectado.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Lean Construction**

La Construcción Lean, conocida en español como Construcción sin Pérdidas, es una metodología enfocada en la administración de proyectos constructivos. Esta metodología se inspira en el Manejo de Producción Lean, que transformó radicalmente el diseño y producción en la industria durante el siglo XX, alterando significativamente las prácticas constructivas. La meta principal de la Construcción Lean es optimizar el valor entregado por el proyecto, al mismo tiempo que se minimizan los desperdicios a través de la implementación de estrategias que elevan la eficiencia de los procesos constructivos (Gomez, 2022, pág. 8).

El fundamento de la Construcción Lean se centra en minimizar el tiempo dedicado a tareas que no aportan valor al producto final, esencialmente, eliminando desperdicios en procesos que no son esenciales. Estos desperdicios se definen como el tiempo que un

trabajador invierte en tareas por las cuales el cliente final no está dispuesto a pagar. Entre los ejemplos comunes de estos desperdicios en el ámbito de la construcción se incluyen:

- La espera por equipos, herramientas o materiales no disponibles
- Demoras causadas por actividades previas inconclusas o defectuosas; retrasos por falta de instrucciones adecuadas
- Tiempo no productivo por la actitud de los trabajadores o exceso de personal en obra; movimientos innecesarios por la escasez de recursos o una mala planificación del lugar de trabajo
- Retrabajo debido a que las tareas no cumplen con las especificaciones o por cambios en los diseños.

### 2.2.2. Herramientas de Lean Construction

La metodología de Lean Construcción incluye diversas herramientas estratégicas, tales como:

- **Gestión de procesos bajo demanda:** Se centra en la producción basada en la demanda real, evitando la sobreproducción y asegurando que solo se produzca lo esencial, optimizando así el uso del tiempo, los recursos y los costos sin comprometer la calidad del producto final (Arellano, 2022, pág. 20).
- **Just-In-Time (Justo a Tiempo):** Esta estrategia busca minimizar los niveles de inventario mediante la planificación precisa de los materiales necesarios, que deben estar disponibles en el sitio de construcción exactamente cuándo se necesiten, eliminando periodos de espera y almacenamiento innecesario y manteniendo la continuidad del proceso (Arellano, 2022, pág. 20).

- **Reingeniería de procesos de negocio:** Implica realizar cambios significativos en los procesos productivos, incluyendo la adopción de nuevas tecnologías, para mejorar el uso del tiempo, los materiales y la calidad del producto. Esto puede involucrar el uso de herramientas tecnológicas avanzadas, como drones (Arellano, 2022, pág. 20).
- **Gestión basada en la localización:** Facilita una mejor organización y visualización de las tareas a realizar, mejorando la planificación del ciclo de obra y la distribución de materiales y herramientas, gracias a técnicas como la línea de balance y la planificación de fases, flujo de trabajo y proyecciones (Arellano, 2022, pág. 20).
- **Gestión Total de la Calidad:** Esta herramienta asegura el cumplimiento de cada uno de los requisitos previos y busca la mejora continua de los procesos, verificando la calidad antes de avanzar al siguiente paso para evitar productos defectuosos (Arellano, 2022, pág. 20).
- **Sistema del Último Planificador (Last Planner System, LPS):** El LPS se enfoca en reducir la variabilidad de los procesos y asegurar el cumplimiento de los plazos según lo planificado, facilitando la identificación y análisis de restricciones y responsabilidades en los retrasos, y apoyando la toma de decisiones para mantener los cronogramas mediante la planificación intermedia (Lookahead) y semanal (Arellano, 2022, pág. 21).

### 2.2.3. Last Planner System

Se trata de un método de producción colaborativo que se fundamenta en la participación activa de todos los participantes. Esta herramienta facilita la toma de decisiones oportuna, proveyendo al encargado de la planificación final con la información esencial para cumplir con sus obligaciones. A través del PPC (Porcentaje de Plan Cumplido) y el análisis de las causas de incumplimiento, se puede llevar a cabo un seguimiento efectivo del

proyecto. Este sistema se divide en tres fases principales: la inicial, que comprende el Plan Maestro y el Plan de Fases; la intermedia, conocida como Lookahead, que anticipa acciones futuras; y la final, el Plan a Corto Plazo, que se centra en identificar y acordar las actividades próximas basándose en compromisos establecidos (Rodríguez y Valdez, 2012).

- **Plan Maestro:** La Planificación Maestra comparte similitudes con la planificación general tradicional en construcción al anticipar los eventos durante el proyecto. No obstante, se distingue por una mayor fiabilidad derivada de una diferencia clave. Mientras que la metodología convencional detalla exhaustivamente cada paso, como el vaciado de una viga en un día específico, el enfoque de Last Planner se orienta hacia una planificación basada en hitos. Este método establece fechas límite sin entrar en minucias diarias, lo cual simplifica el proceso de seguimiento. Para alcanzar estos objetivos, se sugieren herramientas de planificación más específicas que complementan este enfoque orientado a hitos (Guzmán, 2014, pág. 31).
- **Lookahead:** Esta fase implica anticipar las acciones posibles, proyectándose entre cuatro a seis semanas adelante para identificar riesgos y limitaciones de las actividades planificadas, con el objetivo de gestionarlas adecuadamente. Se aconseja realizar reuniones semanales para revisar las actividades futuras. De estas reuniones, se puede derivar el primer indicador del sistema, el PCR (Plan de Cumplimiento de Restricciones), que facilita el seguimiento del progreso y la asignación de responsabilidades a quienes deben eliminar las restricciones (Arellano, 2022, pág. 21).

Para obtener resultados efectivos con esta metodología, es crucial tener en cuenta lo siguiente:

- El Lookahead se basa en el Cronograma Maestro o el objetivo general del proyecto.
- Su elaboración debe contar con la participación activa de los líderes de cada área involucrada.
- Necesita ser actualizado, como mínimo, semanalmente.

Tal como se indica, la Programación a Mediano Plazo o Lookahead debe estar alineada con el cronograma general del proyecto, asegurando que las tareas especificadas en el cronograma general sean las que se detallan en la programación, pero con un mayor grado de precisión. Cada jefe de área debe preparar un Lookahead para las actividades que su equipo llevará a cabo. Estos Lookahead deben revisarse en cada reunión semanal del proyecto para ajustar detalles finales en colaboración con los equipos de apoyo. Una vez revisada y compartida la programación en estas reuniones, debe enviarse al departamento de Control y Gestión de Proyectos (Sonco, 2021, pág. 35).

- **Plan a Corto Plazo:** Se refiere a un plan que especifica las tareas a realizar durante la primera semana, asegurando que no existan impedimentos para su ejecución y que los recursos necesarios estén completamente disponibles. Originándose del Lookahead, la planificación semanal es una agenda a corto plazo que requiere precisión y tiene una alta expectativa de ser cumplida. Es crucial que esta agenda sea comunicada a todos los supervisores y subcontractistas involucrados en el proyecto para garantizar su completa ejecución Proyectos (Sonco, 2021, pág. 36).

### 2.3. Porcentaje de Plan Cumplido (PPC)

El Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) es un indicador de la confiabilidad del sistema de programación, enfocado no solo en medir el progreso, sino también en evaluar la efectividad de dicho sistema y determinar las tareas que requieren más atención. Se calcula como la proporción del total de actividades programadas y completadas sobre el total de actividades programadas, expresado en porcentaje. Las tareas consideradas para este cálculo provienen del plan semanal de trabajo. El análisis del PPC permite evaluar la calidad del sistema de programación, identificando y buscando eliminar las causas fundamentales que impiden lograr un cumplimiento del 100% en la programación semanal. Dentro de este análisis, se utiliza una lista de posibles razones de incumplimiento asignadas a las tareas no completadas, con el objetivo de mantener un registro de causas raíces y facilitar la implementación de medidas correctivas de manera oportuna, así como emitir advertencias para otros proyectos en desarrollo (Sonco, 2021, pág. 36).

#### **Ecuación 1**

*Porcentaje de Plan Cumplido*

$$PPC = \frac{\text{Cantidad de actividades culminadas}}{\text{Total de actividades programadas}} \quad \text{Ecuación (1)}$$

### 2.4. Gestión de Proyectos

La administración de proyectos se define como un método sistemático y estructurado que implica planear, organizar y supervisar recursos para alcanzar un objetivo específico. En este contexto, dicho objetivo es la finalización exitosa de un proyecto, el cual se caracteriza por tener un tiempo limitado para su realización, un presupuesto definido para su ejecución y criterios de calidad determinados por el cliente (Guzmán, 2014, pág. 34).

Un proyecto se describe como una iniciativa temporal emprendida para producir un bien, servicio o resultado único, con un inicio y fin claros. Se considera concluido una vez que se alcanzan los objetivos propuestos, cuando estos objetivos no pueden ser cumplidos, o cuando desaparece la necesidad que dio origen al proyecto. Cada proyecto resulta en un producto, servicio o resultado distintivo y puede tener efectos prolongados, sociales, económicos y ambientales más allá de su duración. Los proyectos pueden desarrollarse en cualquier nivel organizacional e involucrar a individuos o grupos dentro de la organización (Delgado y Grados, 2022, pág. 31).

La gestión o dirección de proyectos, entonces, consiste en la utilización de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas aplicadas a las tareas del proyecto para satisfacer sus requerimientos. Esto se logra a través de la implementación y coordinación efectiva de un conjunto de procesos integrados, divididos en cinco grupos:

- Iniciación
- Planificación
- Ejecución
- Monitoreo y Control
- Cierre

Una gestión de proyectos eficaz y bien ejecutada es aquella que puede planificar, organizar y controlar eficientemente estos elementos, optimizando el uso de los recursos disponibles no solo para alcanzar el objetivo deseado sino también para maximizar los beneficios para la entidad que ofrece el servicio (Delgado y Grados, 2022, pág. 32).

### **2.4.1. Equipo de Proyecto**

Este grupo está formado por personas de diversos orígenes, con conocimientos o habilidades específicos destinados a realizar las tareas del proyecto, la estructura de estos equipos cambia según factores como la cultura de la empresa, el alcance del proyecto y su localización. La dinámica entre el líder del proyecto y su equipo varía en función de la autoridad que posea el líder. En algunas situaciones, el líder del proyecto puede actuar como jefe directo del equipo, teniendo completa autoridad sobre sus integrantes. Sin embargo, en otras circunstancias, el líder puede tener limitada o ninguna autoridad directa sobre los miembros del equipo, siendo asignado para dirigir el proyecto de manera parcial o como contratista (Lucho y Rodríguez, 2015, pág. 24).

### **2.4.2. Ciclo de vida del proyecto**

Son las etapas necesarias que un proyecto debe atravesar para alcanzar los objetivos establecidos, dichas etapas suelen estar delimitadas temporalmente, con un comienzo y un fin o un hito de control. El ciclo de vida de un proyecto puede ser definido o adaptado basándose en los elementos distintivos de la organización, del sector o de la tecnología utilizada. Aunque cada proyecto tiene un inicio y una conclusión claros, los resultados y las tareas específicas varían significativamente de un proyecto a otro (Lucho y Rodríguez, 2015, pág. 24). El ciclo de vida ofrece una estructura fundamental para la gestión del proyecto, sin importar la naturaleza específica del trabajo a realizar; incluye las siguientes etapas:

- Inicio del proyecto
- Planificación y organización
- Ejecución del trabajo
- Control y supervisión

- Conclusión o cierre del proyecto.

**Figura 2**

*Ciclo de vida del proyecto*



### 2.4.3. Indicadores de Gestión de Proyectos

Un indicador clave de rendimiento (KPI, por sus siglas en inglés) es un método utilizado para evaluar el éxito de una organización, división, proyecto o individuo en alcanzar sus objetivos y metas establecidas. Las entidades recurren a estos indicadores en diversos niveles para medir su eficacia en cumplir con las metas trazadas en su planificación estratégica.

- A. SV - Variación en el Cronograma:** Representa una de las principales variaciones de rendimiento dentro de la Gestión de Valor Ganado (EVM), y se calcula como la diferencia entre el Valor Ganado (EV) y el Valor Planeado (PV) (Lizana, 2021, pág. 55).

#### **Ecuación 2**

*Variación de cronograma*

$$SV = EV - PV$$

**Ecuación (2)**

**B. SPI - Índice de Eficiencia en la Programación:** Este índice es uno de los principales indicadores de rendimiento en la Gestión de Valor Ganado (EVM), y se determina como el cociente del Valor Ganado (EV) sobre el Valor Planeado (PV) (Lizana, 2021, pág. 55).

### **Ecuación 3**

*Eficiencia en la Programación*

$$SPI = \frac{EV}{PV} \quad \text{Ecuación (3)}$$

**C. CPI - Índice de Eficiencia de Costos:** Es un indicador crucial dentro de la Gestión de Valor Ganado (EVM) que compara el valor del trabajo realizado con el costo real o progreso del proyecto. Se considera la métrica más crítica de la EVM, ya que evalúa cuán efectivamente se está gestionando el costo del trabajo realizado (Lizana, 2021, pág. 55).

### **Ecuación 4**

*Eficiencia de costos*

$$CPI = \frac{EV}{AC} \quad \text{Ecuación (4)}$$

Donde:

*EV* : Es el Valor Ganado

*AC* : Representa el Costo Actual del trabajo realizado.

#### **2.4.4. Gestión de costos**

La gestión de costos implica los procedimientos asociados con la estimación, planificación y formulación del presupuesto, así como el control sobre el proyecto para asegurar su finalización dentro del presupuesto aprobado. Estos procedimientos interactúan

entre sí y pueden requerir la participación de una o más personas, dependiendo de las necesidades específicas del proyecto. El enfoque principal de la gestión de costos de un proyecto es el costo de los recursos necesarios para completar las tareas planificadas (Arellano, 2022, pág. 22).

Además, la gestión de costos debe tomar en cuenta el mantenimiento, soporte y uso del producto o resultado del proyecto. Esta consideración ayuda a tomar decisiones más informadas, reducir el tiempo y los costos de ejecución, y así mejorar el rendimiento y calidad del producto final.

#### **2.4.5. Gestión de Costos de los Proyectos**

La Gestión de Costos de los Proyectos abarcan los procedimientos necesarios para planear, calcular, presupuestar, financiar, adquirir fondos, supervisar y controlar los gastos para asegurar que el proyecto se concluya dentro del presupuesto establecido.

Según Lucho y Rodríguez (2015) dentro de esta área de conocimiento, se identifican los siguientes procesos:

- **Planificación de la Gestión de Costos:** Proceso que define las políticas, procedimientos y documentación para planear, administrar, desembolsar y controlar los costos del proyecto.
- **Estimación de Costos:** Proceso que implica hacer una predicción de los recursos financieros necesarios para finalizar las actividades del proyecto.
- **Definición del Presupuesto:** Proceso que acumula los costos estimados de actividades individuales o paquetes de trabajo para crear una base de costo aprobada.
- **Control de Costos:** Proceso que consiste en seguir el progreso del proyecto para actualizar su presupuesto y manejar ajustes a la base de costo establecida.

Estos procesos interactúan entre sí y con otros procesos de diferentes áreas de conocimiento. En proyectos de menor envergadura, la estimación de costos y la elaboración del presupuesto pueden fusionarse en un solo proceso ejecutado por una persona en un corto periodo, aunque se describen como procesos distintos debido a que las herramientas y técnicas requeridas varían para cada uno. Además, la influencia en los costos es significativamente mayor en las fases iniciales del proyecto, lo que hace que la definición temprana del alcance sea una actividad crítica (Lucho y Rodríguez, 2015, pág. 30).

#### **2.4.6. Evaluación de Costos de proyectos de construcción**

La evaluación de costos en el ámbito de la construcción implica calcular tanto los costos directos como los indirectos asociados a las diferentes tareas que definen el alcance del proyecto. Esta evaluación tiene como propósitos establecer el valor económico total del proyecto, verificar las cifras proporcionadas por los diseñadores y servir como fundamento para la planificación del proyecto. Es crucial adaptar el análisis de costos a las especificidades de cada proyecto, considerando elementos como los costos de materiales, labor, equipo, el tiempo y lugar de ejecución, y otros factores que podrían incrementar los gastos, incluyendo el método constructivo, la complejidad de la obra, la precisión en la planificación, la ubicación geográfica, las políticas de contratación y la legislación pertinente (Cáceres, 2012, pág. 21).

- A. Costos Directos:** Los costos directos incluyen todos aquellos gastos que se asocian de manera inmediata con la realización del proyecto, como son los materiales, la mano de obra (tanto calificada como no calificada), las herramientas, así como el equipo y la maquinaria utilizados.

**B. Costos Indirectos:** Los costos indirectos comprenden aquellos gastos que no se pueden asignar de forma directa a la ejecución específica del proyecto. Se trata, principalmente, de los costos generados por la operación de la compañía constructora, incluyendo gastos administrativos, supervisión técnica en el sitio, así como los costos asociados a papelería, mobiliario, y otros similares. Estos costos indirectos se refieren a los gastos que afectan a la obra en su totalidad, más que a elementos individuales, y son considerados gastos generales relacionados tanto con la gestión de la empresa como con el desarrollo global del proyecto.

#### **2.4.7. Estimación de costos y análisis económico**

La estimación de costos y el análisis económico son esenciales a lo largo de todo el ciclo de vida del proyecto, desde su inicio hasta su conclusión. En el sector de la construcción, la estimación de costos abarca dos aspectos clave: calcular el costo y el tiempo de ejecución estimados del proyecto. Tanto el costo como el tiempo son estimaciones preliminares, ya que se determinan antes de iniciar la construcción, proporcionando un cálculo aproximado del costo final, que solo se confirmará al completar el proyecto, donde el tiempo estimado de construcción depende de factores como la eficiencia laboral, el tamaño de los equipos de trabajo, la utilización de maquinaria y la duración de cada actividad (Cáceres, 2012, pág. 21).

#### **2.4.8. Eficiencia**

Evaluar la eficacia de un procedimiento, ya sea interno de la empresa, brinda la oportunidad de comprender su dinámica, progreso y posibles problemas que pudieran influir en su rendimiento. Para esto, es crucial tener un entendimiento claro de lo que involucran los términos eficiencia y eficiencia operativa, así como los beneficios y desventajas

derivados del uso de cada indicador y su contribución en la evaluación del desempeño operativo dentro del ámbito productivo (Quezada, 2021, pág. 10)

La eficiencia evalúa el rendimiento global de la operación, lo cual se calcula al comparar los resultados reales con los esperados en un proceso o cadena de producción, considerando siempre la variable tiempo. Además, incluye todas las interrupciones que estén programadas por el departamento de planificación, tales como cambios de formato, pruebas y validaciones.

- El tiempo planificado se refiere a aquel estipulado por el departamento de planificación durante el cual la máquina o equipo está en funcionamiento y produciendo.
- El tiempo real de producción se determina por la cantidad de unidades de calidad producidas, dividida por la capacidad de producción estándar de la máquina, es decir, unidades por hora.

La fórmula para expresar esto es la siguiente:

$$Eficiencia = \frac{Tiempo\ real\ producción}{Tiempo\ planificado} \times 100$$

Por otro lado, la eficiencia operativa no toma en cuenta las pausas planificadas establecidas por el departamento de planificación. En cambio, su cálculo se fundamenta en el tiempo total que la maquinaria dispone para la producción (Quezada, 2021, pág. 11). La fórmula para representar este concepto se expresaría de la siguiente forma:

### **Ecuación 5**

*Eficiencia Operativa*

$$Eficiencia\ operativa = \frac{CPI + SPI}{N^{\circ}\ de\ Indicadores} \times 100$$

Cabe destacar que todas las interrupciones planificadas están asignadas a un tiempo estándar acordado entre los departamentos de producción y planificación, y cualquier demora entre estos tiempos planificados repercute directamente en la eficiencia operativa. Estos estándares para determinar la eficiencia operativa forman parte de las políticas establecidas por la junta directiva de manufactura y son aplicados uniformemente en todas las operaciones de la empresa a nivel internacional, incluyendo todas sus sucursales y filiales.

## 2.5. Normativas

- **Reglamento Nacional de Edificaciones (RNE):** Es el marco normativo que regula los aspectos técnicos y administrativos de la construcción de edificaciones en el Perú.
- **Resolución Directoral N° 073-2010/Vivienda/VMCS-DNC:** Establece normas técnicas uniformes para metrados en obras de edificación y habilitaciones urbanas, adaptándose a avances tecnológicos y nuevos materiales.
- **Decreto Supremo N° 001-2010-VIVIENDA:** Modifica la norma técnica CE.010 del RNE relativa a pavimentos urbanos.
- **Ley de Contrataciones y Adquisiciones del Estado (D.L. N° 1017):** Regula las contrataciones de bienes, servicios y obras por parte de las entidades del Estado, incluyendo proyectos de construcción.
- **Resolución de contraloría N° 268-2023-CG:** Controla el Servicio de Control Previo de las Prestaciones Adicionales de Supervisión de Obra.

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1. Experiencia Laboral

Ingresé a laborar a la empresa el 25 de febrero del 2019, desempeñándome inicialmente como asistente de ingeniería de producción por un tiempo de 3 meses en la construcción de un edificio multifamiliar. En ese momento, la empresa contaba con el gerente, ingeniero de producción, asistente de ingeniería de producción, contadora y personal obrero. Una vez concluido este proyecto, la empresa obtuvo el contrato de un edificio de mayor envergadura, mejorando el sistema de trabajo bajo las exigencias de la inmobiliaria, lo que implicó contar con 2 ingenieros de producción (para la ejecución del casco y acabados), ingeniero asistente de producción, ingeniero de calidad (según lo solicite la inmobiliaria), contador, asistente administrativo, almacenero y personal obrero. Posteriormente, tuvimos contratos para obras públicas, en las que laboré como asistente de ingeniería residente, formando parte de un equipo de trabajo que incluía al ingeniero residente, ingeniero asistente de residente, ingeniero de seguridad, especialistas según el proyecto, contador, administrativo, almacenero y personal obrero.

### 3.2. Funciones y responsabilidades desempeñadas en la obra

En el proceso de construcción de la obra, mis responsabilidades incluyeron:

#### A. Aplicación del método Lookahead:

- Minimización de los tiempos de trabajo eliminando espacios que no aportaban valor.
- Coordinación de los pedidos de equipos y materiales para asegurar su llegada a tiempo.

**B. Gestión de desafíos en proyectos inmobiliarios de mayor envergadura y en obras públicas:**

- Identificación y resolución de incompatibilidades entre planos, metrados y memoria descriptiva.
- Abordaje de la falta de detalles en las especificaciones técnicas.
- Ajuste a elementos que no cumplían con las necesidades del proyecto.

**C. Funciones específicas en el proyecto “Mejoramiento y Rehabilitación de la Plaza de Armas del Distrito de Cabana”:**

- Detección y manejo de planos incompatibles.
- Resolución de inconsistencias en la memoria descriptiva y falta de detalle en los planos.
- Gestión de discrepancias entre el plano con el metrado y la memoria descriptiva.
- Coordinación con el equipo para abordar y resolver problemas, lo que incluyó la generación de consultas y manejo de retrasos y necesidades de adicionales.

Estas tareas destacan la importancia de aplicar metodologías como Lean Construction y Lookahead para mejorar la eficiencia y efectividad en la gestión de proyectos de obras públicas.

### **3.3. Descripción del proyecto**

La obra ejecutada en este trabajo de suficiencia profesional corresponde al proyecto llamado: “MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA PLAZA DE ARMAS DEL

DISTRITO DE CABANA - PROVINCIA DE PALLASCA - DEPARTAMENTO DE ANCASH” CON CUI N° 2577815.

La construcción comenzó el 04 de octubre de 2023 y, durante el progreso de la obra actual, se ha identificado la necesidad de realizar trabajos adicionales que no estaban contemplados en el expediente técnico original. Esta investigación señala los problemas encontrados y proporciona las justificaciones técnicas para las soluciones sugeridas, junto con los cálculos de medición y la valoración económica de estas adiciones, en base a los objetivos propuestos los cuales están relacionados al uso del Lean Construction y Lookahead.

### **3.3.1. Antecedentes**

El turismo en la ciudad se entiende como un factor clave para el desarrollo urbano, ya que va más allá de ser una simple actividad de ocio o negocio. Afecta tanto al sistema de producción urbano como a las prácticas sociales y culturales, al integrarse en la economía y la sociedad. Esto supera la simple relación de oferta y demanda turística, enfrentándose a la dinámica de necesidades y satisfacciones urbanas. Así, el turismo se convierte en un motor de interacción cultural, social y económica en la ciudad, influyendo en las experiencias funcionales, simbólicas y vivenciales tanto de turistas como de residentes, cuya felicidad es esencial para un enfoque sostenible.

El turismo transforma paisajes, monumentos, escenarios y actividades urbanas en recursos valiosos, ofreciendo servicios que responden a las variadas y complejas expectativas de los visitantes, y que canalizan la creatividad de los anfitriones. En este contexto, la ciudad ofrece una amplia gama de productos turísticos, fruto de la combinación deliberada o espontánea de recursos y servicios por parte de proveedores y usuarios.

El desarrollo y valorización del turismo en la ciudad destacan la interdependencia entre recursos y servicios, beneficiando tanto a turistas como a locales en su disfrute, además de contribuir a la economía local mediante la creación de empleo e ingresos. En este sentido, el turismo enriquece la ciudad, convirtiéndola en un punto crucial en la red turística del territorio.

Dada esta perspectiva, la Municipalidad Distrital de Cabana ha reconocido la necesidad de promover el turismo debido a la falta de espacios recreativos adecuados para los visitantes. Por ello, ha decidido renovar la plaza de armas de Cabana, como parte de su iniciativa para fomentar el turismo.

### 3.3.2. Características generales

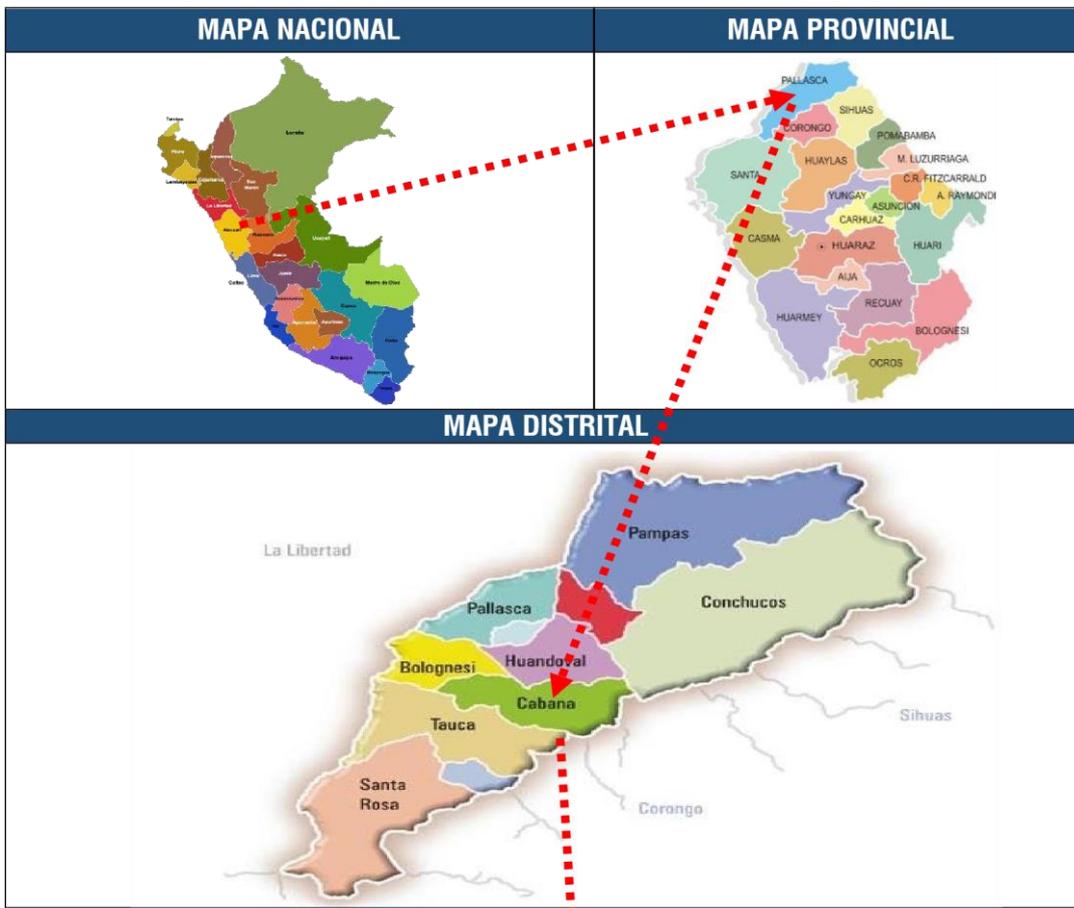
#### 3.3.2.1. Ubicación y localización

Este proyecto se sitúa en el Distrito de Cabana, el cual forma parte de los once distritos que integran la Provincia de Pallasca.

**Tabla 2**  
Ubicación Geográfica

<b>Departamento</b>	<b>Ancash</b>
<b>Provincia</b>	Pallasca
<b>Distrito</b>	Cabana
<b>Ubigeo</b>	021501
<b>Población Benef.</b>	29454 habitantes (Año 2018)
<b>Altitud</b>	3,125 m.s.n.m
<b>Latitud Sur</b>	8°23'35" S
<b>Latitud Oeste</b>	78°00'31" O

**Figura 3**  
*Mapa Nacional, Provincial, Distrital*



**Figura 4**  
*Mapa Satelital*



### **3.3.2.2. Acceso a la localidad de Cabana**

Para acceder a la ciudad de Cabana partiendo de Chimbote, el recorrido inicia por la carretera pavimentada Santa – Chuquicara, seguido por la ruta Nacional PE 3N Chuquicara - Quiroz Tauca, igualmente asfaltada. Continuando desde el distrito de Tauca por la misma ruta PE 3N, se llega a Cabana, tramo actualmente en construcción. El tiempo estimado de viaje desde Chimbote hasta Cabana es aproximadamente de 3 horas y 45 minutos.

### **3.3.2.3. Clima**

El distrito de Cabana presenta un clima seco y templado, experimentando lluvias intensas y frecuentes de diciembre a marzo, así como precipitaciones en septiembre y octubre. Se aconseja tomar medidas adecuadas durante la construcción para prevenir contratiempos relacionados con estas condiciones meteorológicas.

### **3.3.2.4. Topografía**

La Topografía de la localidad de Cabana es inclinada, con pendiente aproximadamente del 4% al 45%.

### **3.3.2.5. Alcance del proyecto**

Se realizó el mejoramiento de la plaza cívica de Cabana, accesible desde la ciudad de Pallasca. El proyecto incluyó obras provisionales, trabajos preliminares y medidas de seguridad y salud, así como la instalación y renovación de diversas infraestructuras y servicios para la plaza. Las obras provisionales abarcaron la instalación de un cartel informativo de la obra, el alquiler de un local para almacenamiento, oficina y caseta de guardianía. Los trabajos preliminares comprendieron la limpieza inicial, desmontajes, demoliciones necesarias, movilización de equipos, y el trazo y replanteo del proyecto. Se

implementaron medidas de seguridad y salud, incluyendo señalizaciones y equipos de protección personal y colectiva, junto con el desarrollo y ejecución de un plan de seguridad y un plan ambiental. En cuanto a la infraestructura de la plaza cívica, se llevó a cabo el mejoramiento del terreno con material de préstamo, la creación de veredas y rampas para discapacitados, la instalación de pisos de alta durabilidad, una nueva pileta central, mobiliario urbano como bancas y luminarias, tachos de basura, y el mantenimiento y embellecimiento de los jardines. También se instaló señalética con el nombre del distrito, suministro e instalación de techado para las bancas, mantenimiento de sistemas eléctricos y sanitarios, y la colocación de puntos ecológicos.

### 3.3.2.6. Modalidad de ejecución de obra

La ejecución del proyecto de la construcción de un mejoramiento y rehabilitación de la plaza de armas del distrito de Cabana, fue ejecutado por Contrata.

### 3.3.2.7. Presupuesto de obra

El presupuesto de la obra se detalla a continuación:

**Tabla 3**

*Presupuesto general de la obra*

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>163 442.92</b>
<b>GASTOS GENERALES (10% CD)</b>	16 344.29
<b>UTILIDAD (7% CD)</b>	11 441.00
<b>SUB TOTAL</b>	191 228.21
<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>	34 421.08
<b>MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)</b>	225 649.29
<b>GASTOS DE SUPERVISION (4% VR)</b>	9,025.97
<b>EXPEDIENTE TECNICO</b>	15, 000.00
<b>MONTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	249, 675.26

El Valor Referencial asciende a **S/. 249,675.26** con precios vigentes al mes de abril del año 2023, incluye 10 % de Gastos Generales, 7 % de Utilidad y 18 % de I.G.V.

### **3.3.2.8. Objetivos de la obra**

- Promover entre la población del país un estilo de vida saludable mediante la práctica regular, masiva y con valores hacia el turismo, la educación física y recreación en el marco de la concepción de las relaciones sociales como parte de la estrategia del desarrollo nacional.
- Mejorar la calidad de prestación del servicio de recreación y promoción del turismo en la provincia de Pallasca y el Distrito de Cabana.
- Fomentar la manifestación del turismo, como un instrumento para la recreación y esparcimiento de la población y en especial de los niños y jóvenes.

### **3.3.2.9. Metas del proyecto**

- La obra provisional comprende la instalación de un cartel de obra en donde se visualizará los datos más importantes de la obra, además contempla el alquiler de un local como almacén, oficina y caseta de guardianía. Los trabajos preliminares, son todos los desmontajes, demoliciones, movilización de equipos, herramientas y maquinarias, limpieza inicial de la obra, eliminación de los escombros, el trazo y replanteo preliminares. La seguridad y salud contempla las señalizaciones, los equipos de protección personal y colectivos, el desarrollo del plan de seguridad, el plan ambiental.
- La obra que se contemplaran en la plaza de armas es el mejoramiento y rehabilitación de la Plaza, instalación cobertura en bancas, mantenimiento de sistema eléctrico de luminarias, tachos de basura y la instalación de letras con el nombre del distrito.

- La obra consiste, en el mantenimiento y rehabilitación en general, el suministro e instalación de una pileta, instalación de cobertura en bancas, mantenimiento de luminarias, tachos de basura, mantenimiento de los jardines, la instalación de letras con el nombre del distrito.

### **3.3.3. Consideraciones generales de las especificaciones técnicas de la obra**

#### **A. Del residente de obra**

La Municipalidad Provincial de Pallasca asegurará que el Residente de Obra designado sea un Ingeniero Civil y/o arquitecto altamente calificado y con una amplia experiencia en proyectos similares. Este profesional será responsable de garantizar el cumplimiento de los reglamentos, los procesos constructivos adecuados y la aplicación correcta de las normativas establecidas. Su dedicación será a tiempo completo y no se le permitirá delegar la obra a terceros bajo ninguna circunstancia. La incapacidad para ejercer la dirección técnica de la obra o la solicitud expresa del Municipio llevará a su reemplazo inmediato.

El Residente de la Obra deberá solicitar la autorización del Inspector/Supervisor de la Obra antes de llevar a cabo cualquier actividad. Los trabajos realizados sin el consentimiento del Inspector se considerarán no ejecutados, sin afectar a la Entidad. Todos los eventos relacionados con la obra deben registrarse diariamente en el cuaderno de obra, que servirá para documentar los avances y eventos relevantes. Además, se debe mantener un cuaderno de coordinación para registrar las visitas de los funcionarios de la entidad y cualquier observación pertinente.

En cuanto a los protocolos de pruebas, el Maestro de Obra debe contar con trabajadores especializados en cada área, quienes deberán firmar y sellar los documentos de conformidad, detallando los equipos y materiales utilizados. El Inspector evaluará la

presencia del personal especializado durante la ejecución de las partidas que lo requieran, y se deberán adjuntar los manuales de mantenimiento y uso de los equipos instalados, si fuera necesario.

## **B. Del personal**

El encargado de la obra, designado como Residente, debe proporcionar al Inspector de la Entidad una lista del personal que participará en el proyecto. La entidad se reserva el derecho de solicitar cambios totales o parciales en el personal, incluyendo al Ingeniero Residente, o a aquellos que, a juicio del Inspector y durante el desarrollo de la obra, muestren incompetencia para cumplir con sus responsabilidades.

El Residente de obra debe aceptar las decisiones del Inspector y no podrá argumentar como motivo justificado para solicitar una extensión en el plazo de entrega de la obra lo mencionado anteriormente.

## **C. Del equipo**

Incluye la maquinaria, tanto ligera como pesada, necesaria para la obra, así como el equipo auxiliar como palancas, carretillas, entre otros. La selección del equipo dependerá del tamaño y la complejidad de la obra, pero siempre se asegurará de que sea adecuado para evitar retrasos en la ejecución y garantizar la calidad óptima de los materiales utilizados.

## **D. De los materiales**

El almacenamiento de los materiales debe ser cuidadosamente gestionado, evitando realizarlo con excesiva antelación o en grandes cantidades para evitar molestias durante la ejecución de la obra o deterioro por almacenamiento prolongado. Todos los materiales utilizados deben cumplir con estándares de primera calidad y estar en consonancia con las

especificaciones particulares del proyecto; aquellos suministrados en envases sellados deben permanecer así hasta su utilización.

El Residente debe proporcionar al Inspector muestras duplicadas de los materiales que considere necesarias, las cuales, previa aprobación, podrán ser utilizadas en la obra. Los costos asociados, incluyendo análisis y pruebas, correrán por cuenta de la Municipalidad. El Inspector tiene la autoridad para rechazar cualquier material, prueba, análisis o ensayo que no cumpla con las normativas o especificaciones del proyecto. Todos los insumos deben contar con certificados o garantías proporcionadas por los proveedores y deben cumplir estrictamente con los requisitos establecidos en los planos, especificaciones técnicas y precios unitarios. No se permitirá el uso de materiales de calidad inferior a la especificada en el proyecto, pudiendo ser rechazados por la entidad tanto durante la ejecución de la obra como en la fase de recepción.

### **3.3.4. Especificaciones técnicas de obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud**

#### **3.3.4.1. Trabajos preliminares**

##### **A. Suministro e instalación de cartel de obra de 3.60x7.20m**

Esta partida abarca la creación y montaje de un panel de identificación para la obra. El cartel estará hecho de vinil y tendrá un marco de listones de madera, con unas dimensiones específicas de 3.60x7.20m, según el diseño aprobado por la entidad responsable. La tarea consiste en fijar el cartel de manera adecuada, asegurándose de emplear un marco de madera apropiado. La Supervisión o Inspección se encargará de supervisar la correcta elaboración y ubicación del cartel y la medición de este trabajo se realizará por unidad, una vez que esté ejecutado, terminado e instalado según las especificaciones, y haya obtenido la conformidad del Ingeniero Supervisor y/o Inspector. El pago se efectuará según la unidad de medición

acordada, cubriendo mano de obra, materiales, equipo, imprevistos y demás requerimientos para completar la tarea.

### **B. Almacén de obra (alquiler)**

En esta partida se contempla el arrendamiento de un local provisional destinado a servir como almacén y oficina para el personal durante la ejecución de la obra. La Supervisión o Inspector deberá aprobar la ubicación, disposición de ambientes, materiales y acabados del local, teniendo la facultad de rechazar lo que no cumpla con los requisitos. La medición se realizará en meses correspondientes al período de alquiler durante la ejecución de la obra.

### **C. Movilización y desmovilización**

En esta partida se incluye el transporte, suministro e instalación de equipos y herramientas, así como la organización del local base. Además, abarca la remoción y limpieza del sitio al finalizar la obra.

La Supervisión revisará el equipo transportado y podrá rechazarlo si no cumple con los estándares requeridos. La medición se realizará de forma global, sujeta a aprobación por parte del Supervisor.

### **D. Limpieza permanente en obra**

Esta partida comprende la limpieza del terreno en el área del proyecto para prepararlo para la construcción. Incluye la remoción de basura, escombros y tierra no apta, así como la demolición de construcciones precarias. La medición se realizará en meses correspondientes al período de limpieza durante la obra.

## **E. Trazado, nivelación y replanteo topográfico**

Esta partida implica el trazado de acuerdo a los planos y puntos existentes, verificando medidas y niveles, y realizando ajustes según sea necesario. La medición se realizará en metros cuadrados y será aprobada por la Supervisión.

### **3.3.4.2. Seguridad y salud ocupacional**

#### **A. Equipos de protección individual y colectiva**

Estas partidas abarcan la instalación de señales y carteles de seguridad en áreas de trabajo y perimetrales, incluyendo advertencias, prohibiciones, información sobre lucha contra incendios, y promoción de seguridad ambiental. Se contempla el uso de cintas de señalización, conos reflectivos, luces estroboscópicas, alarmas audibles, entre otros. También se incluyen las señalizaciones requeridas para gestionar la interferencia con vías públicas debido a las obras en ejecución. La medición se realiza de forma global y el pago se establece en función de esta unidad de medida, cubriendo mano de obra, materiales y cualquier otro recurso necesario para completar el trabajo.

#### **B. Implementación de plan de seguridad y salud**

Esta partida comprende la ejecución, implementación y gestión del plan de seguridad y salud de la obra, incluyendo el personal y los recursos necesarios para llevar a cabo estas actividades. Se debe cumplir con las especificaciones del Expediente Técnico de Obra y del Plan de Seguridad y Salud en el Trabajo (PSST).

#### **C. Señalización de seguridad y/o desvío de tráfico**

En esta partida se incluye la instalación de señales de seguridad, como advertencias, prohibiciones e información, tanto en áreas de trabajo como en áreas perimetrales. Se

emplean diversos elementos como cintas de señalización, conos reflectivos, luces estroboscópicas, entre otros. Además, se deben considerar las señalizaciones necesarias para desviar el tráfico en caso de interferencia con vías públicas debido a las obras.

#### **3.3.4.3. Mantenimiento en bancas de madera**

La partida abarca el pintado y barnizado de bancas de madera y soportes metálicos, donde se requiere que las superficies estén limpias y secas antes de comenzar el proceso de pintado, para ello se procederá a pintar todas las superficies y, previamente, se protegerán de salpicaduras y manchas. La medición se realizará por unidad (und), de acuerdo con las especificaciones mencionadas anteriormente y el pago se efectuará según el precio establecido en el contrato por unidad (und), cubriendo todos los costos asociados, incluyendo mano de obra, materiales y cualquier otro suministro necesario para la ejecución del trabajo.

#### **3.3.4.4. Cobertura para bancas**

##### **A. Corte y demolición de vereda de concreto p/cimentación**

Abarca el corte y demolición de veredas de concreto para cimentación, donde se realizarán cortes en toda la extensión correspondiente a las veredas, incluyendo la recolección de elementos sueltos o dispersos dentro de los límites de la vía según sea necesario. Se tomará especial precaución para evitar dañar u obstruir instalaciones de servicios públicos. Además, el material no reutilizable resultante de los cortes será retirado para mantener la seguridad y limpieza en el área de trabajo.

##### **B. Excavación para estructuras en material seco**

Se llevarán a cabo trabajos de excavación con pico y lampa, asegurando que las excavaciones estén alineadas, perfiladas y libres de obstrucciones para la colocación de

tuberías. El material excavado se acumulará temporalmente a una distancia segura fuera del área de trabajo. La medición se hará en metros cúbicos ( $m^3$ ), y el pago se efectuará por metro cúbico ejecutado, incluyendo todos los costos asociados.

### **C. Concreto $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ p/soporte de estructura de cobertura**

Esta partida contempla la construcción del soporte de estructura de la cobertura

#### **Procedimiento de Ejecución**

Se ejecutarán con concreto  $f'_c = 175 \text{ kg/cm}^2$ , el acabado final será con pasta en proporción 1:2 o espolvoreo de cemento y planchado superior, aplicados sobre la superficie cuando está por perder su plasticidad en el proceso de fraguado.

### **D. Fijación de estructura de madera p/soporte de cobertura**

Implica la fijación de la estructura de madera para soporte de cobertura, se llevarán a cabo utilizando equipos de protección personal y medidas de seguridad adecuadas.

### **E. Cobertura de teja andina con estructura de madera**

Abarca la colocación de cobertura de teja andina con estructura de madera, donde se llevarán a cabo utilizando los equipos de protección personal y medidas de seguridad necesarios.

## **3.3.4.5. Rotonda/Pileta**

### **A. Encofrado y desencofrado, en seco**

Esta partida comprende el suministro y colocación de las maderas necesarias para permitir el vaciado del concreto y el retiro en el lapso establecido para este trabajo, que comprende encofrado y desencofrado.

## Procedimiento de Ejecución

Los encofrados serán construidos de manera tal que permitan obtener superficies expuestas de concreto, con textura uniforme, libre de aletas, salientes u otras irregularidades y defectos que se consideren impropios para este tipo de trabajo. El Residente, proporcionará planos de detalle de todos los encofrados al Supervisor, para su aprobación con la debida anticipación antes de efectuar los vaciados. Los encofrados deberán ser adecuadamente fuertes, rígidos y durables, para soportar todos los esfuerzos que se impongan y permitir todas las operaciones de vaciado y compactación del concreto sin sufrir ninguna deformación, flexión o daños que pudiera afectar la calidad del trabajo del concreto.

Los encofrados deberán poseer un adecuado sistema de arriostre para mantener su posición y forma durante el vaciado y endurecimiento del concreto. Todas las superficies interiores de los encofrados serán aceitadas o completamente humedecidas antes de la colocación del concreto. Se utilizará madera de buena calidad, el encofrado será construido de manera para asegurar que la superficie de concreto cumpla las tolerancias de las Especificaciones ACI-347 “Práctica recomendada para encofrados de concreto”. El tiempo de desencofrado será fijado en función de la resistencia requerida, del comportamiento estructural de la obra y de la autorización del residente, quién asumirá la plena responsabilidad sobre estos trabajos. Cualquier daño causado al concreto en el desencofrado, será reparado a satisfacción de la Supervisión.

### **B. Concreto $f'_c = 210 \text{ kg/cm}^2$ p/soporte de Pileta**

El concreto a utilizar en el soporte de la pileta, con una resistencia a la compresión de  $210 \text{ kg/cm}^2$ . Se mide y paga por metro cúbico ejecutado.

### **C. Sistema de bombeo hidráulico p/ pileta**

El sistema de bombeo, se adquiriría para suplir lo requerido para el funcionamiento óptimo de la pileta.

#### **3.3.4.6. Pisos y pavimentos**

##### **A. Retiro de pavimento adoquinado alrededor de la plaza**

Consiste en el retiro del pavimento existente y los trabajos que comprende esta partida, serán pagados según el Análisis de Precios Unitarios por Metro cuadrado (m<sup>2</sup>), contempla el transporte del material, entendiéndose que dicho precio y pago constituirá compensación total por toda la mano de obra incluyendo Leyes Sociales, materiales y cualquier actividad o suministro necesario para la ejecución del trabajo.

##### **B. Corte de terreno E=0.25m**

Consiste en el corte y extracción en todo el ancho que corresponda a las explanaciones proyectadas, incluirá el volumen de elementos sueltos o dispersos que hubiera o fuera necesario, recoger dentro de los límites de la vía según necesidades del trabajo, donde el corte se efectuará hasta una profundidad de 0.25m. Se tendrá especial cuidado en no dañar ni obstruir el funcionamiento de ninguna de las instalaciones de servicios públicos, tales como redes, cables, canales, etc. En caso de producirse daños, el contratista deberá realizar las reparaciones por su cuenta y de acuerdo con las entidades propietarias o administrativas de los servicios en referencia.

##### **C. Base granular E=0.20m**

Se colocará una base granular de E=20cm, nivelada y compactada, en toda el área correspondiente a la pavimentación. El material granular a emplearse deberá ser limpio y

libre de sustancias nocivas. Así mismo, el tamaño máximo de agregado deberá concordar con el espesor de la estructura correspondiente, no permitiéndose material con demasiada proporción de piedra. Se considera el transporte y colocación del material en obra. La compactación se hará con rodillo liso vibrador autopropulsado de 101-135HP de 10-12T, alcanzando el 100% de su máxima densidad según Proctor modificado. En los tramos donde no sea posible el uso de este equipo, se utilizará pisón de mano hasta conseguir la compactación óptima.

#### **Equipos:**

- Herramientas Manuales
- Rodillo liso vibratorio autopropulsado 101-135HHP,10-12 Tn
- Motoniveladora 130 -135 HP
- Camión cisterna (4000 Glns)

#### **D. Cama de apoyo E=2” para adoquín de concreto**

La cama de arena tiene tres funciones:

- Filtro para el agua que logre penetrar por las juntas.
- Capa de soporte para los adoquines.
- Amarre entre adoquines cuando la arena penetra por las juntas

La cama de arena no deberá de poseer más de 3% en peso de limos y arcillas. El espesor de la cama de arena debe ser 50 mm. Dicho espesor dependerá de la calidad de arena que se utilice.

#### **E. Suministro e instalación de adoquín de concreto rojo**

Este trabajo consiste en la colocación, compactación y confinamiento de adoquines de concreto de 0.10 x 0.20 x 0.06 mm, de acuerdo con los alineamientos y secciones

indicadas en los documentos del proyecto. Los pavimentos de adoquines deberán tener una estructura de confinamiento que impida su desplazamiento lateral a causa del empuje del tránsito vehicular. Las estructuras de confinamiento deberán rodear completamente el área pavimentada y deberán penetrar por lo menos veinte centímetros (20cm) en la capa de base que se encuentra bajo la capa de arena y su nivel superior cubrirá, como mínimo, la mitad del espesor del adoquín después del compactado.

Los adoquines deberán cumplir los requisitos establecidos por la norma ITINTEC. Su espesor será el previsto en los documentos del proyecto. Su resistencia a la compresión deberá ser la que señala el proyecto. Su micro textura debe ser capaz de proporcionar una superficie lisa y resistente al desgaste.

#### **3.3.4.7. Papeleras metálicas**

##### **A. Suministro e instalación de doble basurero metálico**

Esta partida comprende los suministro e instalación de letras de acero galvanizado de 1.10x0.45mm los cuales incluyen pintura y dióicos LED.

#### **3.3.4.8. Bolardas metálicas y cerca de cadena en jardines**

##### **A. Reparación de barandas metálicas**

La presente partida tiene como trabajo la reparación de las barandas metálicas existentes.

#### **3.3.4.9. Iluminación**

##### **A. Suministro e instalación de focos led en luminarias**

Esta partida comprende los suministro e instalación de focos led en las luminarias existentes.

### **3.3.4.10. Acabados en general**

#### **A. Pintura en cadenas de cerca metálica de jardines**

Esta partida comprende los suministros el pintado de las cadenas metálicas que se encuentran rodeando las jardineras.

#### **B. Pintado de postes metálicos**

Esta partida contempla el pintado de los postes metálicos de las luminarias.

#### **C. Pintura en sardineles de plaza**

Esta partida comprende el pintado de los sardineles de la plaza.

#### **D. Pintura en arcos de plaza**

Esta partida contempla el pintado de los arcos existentes en la plaza.

#### **E. Pintura en glorieta de plaza**

Esta partida contempla el pintado de la glorieta existente en la plaza.

### **3.3.4.11. Fletes**

#### **A. Flete terrestre**

Esta partida comprende el transporte de los materiales hasta el almacén de la obra, teniendo en cuenta la fragilidad y delicadeza de algunos materiales, así como la conservación de la temperatura de otro.

### **3.3.5. Planilla de Metrados**

La planilla de metrado presentada en la tabla 4 detalla las especificaciones técnicas para el mejoramiento y rehabilitación de la Plaza de Armas del distrito de Cabana, en la provincia de Pallasca, departamento de Ancash.

**Tabla 4**  
*Planilla de metrado*

PLANILLA DE METRADO												
<b>Proyecto:</b>	MEJORAMIENTO Y REHABILITACION DE LA PLAZA DE ARMAS DEL DISTRITO DE CABANA - PROVINCIA DE PALLASCA - DEPARTAMENTO DE ANCASH 2577815											
<b>Ubicación:</b>	DISTRITO DE CABANA - PROVINCIA DE PALLASCA – DEPARTAMENTO DE ANCASH									Fecha		:
PARTIDA	Und.	Largo(m)	Lado1(m)	Lado2(m)	Área	Cantidad	N°Elem	Factor	Parcial	TOTAL		
<b>PROYECTO</b>												
01 PLAZA CABANA												
<b>01.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>												
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x7.20 - INC. GIGANTOGRAFIA	UND				1.00			1.00	1.00		
01.01.02	ALMACEN DE OBRA (ALQUILER)	MES				2.00			2.00	2.00		
01.01.03	MOBILIZACION Y DESMOBILIZACION	GBL				1.00			1.00	1.00		
01.01.04	LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA	MES				2.00			2.00	2.00		
01.01.05	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2				2045.00			2045.00	2045.00		
									0	0		
<b>01.02 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>												
01.02.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GBL				1.00			1.00	1.00		
01.02.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GBL				1.00			1.00	1.00		
01.02.03	IMPLEMENTACION DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	GBL				1.00			1.00	1.00		
01.02.04	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y/O DESVIO DE TRAFICO	ML				280.00			280.00	280.00		
<b>01.03 MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA</b>												
01.03.01	PINTADO Y BARNIZADO DE BANCAS DE MADERA Y SOPORTE METALICO	UND				36.00			36.00	36.00		
<b>01.04 COBERTURA PARA BANCAS</b>												
<b>01.04.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>												
01.04.01.01	CORTE Y DEMOLICION DE VEREDA DE CONCRETO P/CIMENTACION	M2	0.40	0.40		18.00	2		5.76	5.76		
01.04.01.02	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SECO	M3	0.40	0.40	0.55	18.00	2		3.17	3.17		
<b>01.04.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>												
01.04.02.01	CONCRETO F <sub>c</sub> =175KG/CM2 P/SOPORTE DE ESTRUCTURA DE COBERTURA	M3	0.40	0.40	0.55	18.00	2		3.17	3.17		
01.04.02.02	FIJACION DE ESTRUCTURA DE MADERA P/SOPORTE DE COBERTURA	UND				16.00			16.00	16.00		

<b>01.04.03 SOMBRILLAS PARA BANCAS</b>									
01.04.03.01	COBERTURA DE TEJA ANDINA CON ESTRUCTURA DE MADERA	UND					16.00	16.00	16.00
<b>01.05 ROTONDA</b>									
<b>01.05.01 PILETA</b>									
<b>01.05.01.01 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>									
01.05.01.01.01	CORTE Y DEMOLICION DE LOSA DE CONCRETO P/CIMIENTO DE PILETA	M2					0.79	1.00	0.79 0.79
01.05.01.01.02	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SECO	M3	0.45				0.79	1.00	0.35 0.35
01.05.01.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, EN SECO	M2	3.15	0.20				1.00	0.63 0.63
01.05.01.01.04	CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 P/SOPORTE DE PILETA	M3	0.45				0.79	1.00	0.35 0.35
<b>01.05.01.02 INSTALACIONES</b>									
<b>01.05.01.02.01 AGUA Y DRENAJE</b>									
01.05.01.02.01.01	SISTEMA DE BOMBEO HIDRAULICO P/ PILETA	GBL						1.00	1.00 1.00
<b>01.05.01.02.02 ELECTRICAS</b>									
01.05.01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIAS ACUATICAS P/PILETA	UND						6.00	6.00 6.00
01.05.01.02.02.02	CAJA TABLERO P/SISTEMA ELECTRICO DE PILETA	GBL						1.00	1.00 1.00
<b>01.05.01.03 ACABADOS</b>									
01.05.01.03.01	PISO FONDO, ENCHAPADO C/CERAMICA	M2						16.50	16.50 16.50
01.05.01.03.02	ENCHAPADO DE MURO P/SOPORTE DE PILETA	M2	3.15	0.20				1.00	0.63 0.63
01.05.01.03.03	ENCHAPADO DE MURO SARDINEL DE PILETA INTERIOR	M2	0.72	15.71				2.00	22.62 22.62
01.05.01.03.04	ENCHAPADO DE MURO SARDINEL DE PILETA CARA EXTERIOR/ CERAMICA ESTAMPADA ALTO RELIEVEE	M2	0.72	21.05				1.00	15.16 15.16
01.05.01.03.05	ENCHAPADO DE ESTRADO DE ROTONDA	M2					108.80	1.00	108.80 108.80
<b>01.05.01.04 PILETA PREFABRICADA</b>									
01.05.01.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE PILETA PREFABRICADA	UND						1.00	1.00 1.00
<b>01.06 PISOS Y PAVIMENTOS</b>									
<b>01.06.01 SARDINEL DE CONCRETO</b>									
01.06.01.01	EXCAVACION P/SARDINEL H=0.15M	M3	1.50	0.15	0.15			18.00	0.61 0.61
01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL	ML	1.50					12.00	18.00 18.00
01.06.01.03	CONCRETO (F'c=175 KG/CM2), EN SARDINEL	M3	1.50	0.15	0.15			18.00	0.61 0.61
<b>01.06.02 PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUIN)</b>									
01.06.02.01	RETIRO DE PAVIMENTO ADOQUINADO AL REDEDOR DE LA PLAZA	M2					203.70	1.00	203.70 203.70
01.06.02.02	CORTE DE TERRENO E=0.25M	M2					203.70	1.00	203.70 203.70
01.06.02.03	BASE GRANULAR E=0.20M	M2					203.70	1.00	203.70 203.70

01.06.02.04	CAMA DE APOYO E=2" PARA ADOQUIN DE CONCRETO	M2				203.70	1.00		203.70	203.70
01.06.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE ADOQUIN DE CONCRETO ROJO	M2				203.70	1.00		203.70	203.70
<b>01.07 PAPELERAS METALICAS</b>										
<b>01.07.01 CONCRETO SIMPLE</b>										
01.07.01.01	DEMONTAJE DE PAPELERA METALICA EXISTENTE	UND					9.00		9.00	9.00
01.07.01.02	EXCAVACION P/BASE DE BASURERO METALICO	M3	0.35	0.20	0.20		10.00	3	0.42	0.42
01.07.01.03	CONCRETO (F'C=175 KG/CM2), EN BASE P/BASURERO METALICO	M3	0.35	0.20	0.20		10.00	3	0.42	0.42
<b>01.07.02 DOBLE BASURERO METALICO</b>										
01.07.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE DOBLE BASURERO METALICO	UND					9.00		9.00	9.00
<b>01.08 BOLARDAS METALICAS Y CERCA DE CADENA EN JARDINES</b>										
01.08.01	REPARACION DE BARANDAS METALICAS	M2				12.50	1.00		12.50	12.50
<b>01.09 ILUMINACION</b>										
01.09.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE FOCOS LED EN LUMINARIAS	UND					48.00		48.00	48.00
<b>01.10 ACABADOS EN GENERAL</b>										
01.10.01	PINTURA EN CADENAS DE CERCA METALICA DE JARDINES	ML					361.30		361.30	361.30
01.10.02	PINTADO DE POSTES METALICOS	UND					30.00		30.00	30.00
01.10.03	PINTURA EN SARDINELES DE PLAZA	ML					527.00		527.00	527.00
01.10.04	PINTURA EN ARCOS DE PLAZA	M2					42.00		42.00	42.00
01.10.05	PINTURA EN GLORIETA DE PLAZA	M2					56.00		56.00	56.00
<b>01.11 OTROS</b>										
01.11.01	LETRAS CORPÓREAS CON ILUMINACIÓN LED (CABANA)	GBL					1.00		1.00	1.00
01.11.02	LETRAS DORADAS EN ARCOS (TIERRA DE LOS PASHAS)	GBL					1.00		1.00	1.00
<b>01.12 FLETES</b>										
01.12.01	FLETE TERRESTRE	GBL					1.00		1.00	1.00

A partir de la tabla 4 el cual presenta la planilla de metrado para el proyecto de “Mejoramiento y Rehabilitación de la Plaza de Armas del Distrito de Cabana - Provincia de Pallasca - Departamento de Ancash”, se puede visualizar las diversas partidas que componen esta importante obra. La tabla 4, es esencial para la planificación y ejecución del proyecto, lo que permite no solo tener una perspectiva completa de las tareas a realizar sino también identificar posibles restricciones o limitaciones asociadas a cada una de ellas.

Las partidas detalladas anteriormente, desde trabajos preliminares hasta otros elementos específicos y fletes, representan los componentes críticos que conforman la estructura de trabajo requerida para la rehabilitación y mejora de la plaza. Cada una de estas partidas, definidas por unidad de medida, cantidad, y especificaciones técnicas, son fundamentales para lograr los objetivos del proyecto de manera eficiente y efectiva.

En el contexto de aplicar la metodología Lean Construction, esta planilla de metrado juega un papel crucial, ya que nos permite identificar aspectos como:

- Al conocer con precisión las partidas y sus especificaciones, se puede alinear mejor los esfuerzos del proyecto con las expectativas y necesidades de los stakeholders, asegurando que cada elemento del proyecto aporte valor al resultado final.
- Al entender las necesidades específicas de materiales, equipos y mano de obra para cada partida, se pueden planificar las actividades para que se ejecuten sin interrupciones, mejorando la continuidad del trabajo y reduciendo los tiempos muertos.

### 3.3.6. Presupuesto del Proyecto

#### 3.3.6.1. Relación de Insumos del Proyecto

Con un costo acumulado de 163,442.92, la tabla 6 muestra el presupuesto de costo directo de los insumos utilizados en el proyecto de la Plaza Armas del distrito de Cabana.

**Tabla 5**  
*Costos de Insumos del Proyecto*

Código	Descripción	Unidad	P.U.	Cantidad	Parcial
<b>MANO DE OBRA</b>					<b>37 753.35</b>
1004	AYUDANTE TOPOGRAFIA	hh	18.63	32.72	609.57
1008	OFICIAL	hh	20.60	351.04	7 231.42
1006	OPERARIO	hh	26.19	622.02	16 290.70
1003	PEON	hh	18.63	685.17	12 764.72
1001	TOPOGRAFO	hh	26.19	32.72	856.94
<b>MATERIALES</b>					<b>78 829.59</b>
1327	ACCESORIOS 3/4" PARA CONEXION DE BOMBEO HIDRAULICO DE AGUA A LA PILETA	GBL	489.60	1.00	489.60
1326	ACCESORIOS DE SALIDA TUBERIA DE PURGA 2"	GBL	475.70	1.00	475.70
1329	ACCESORIOS P/INSTALACION DE LUMINARIAS	GBL	425.90	6.00	2 555.40
1335	ACERO LISO	KG	6.40	13.00	83.20
1217	ADITIVO INCORPORADOR DE AIRE	GLN	27.14	1.26	34.20
1324	ADOQUINES DE CONCRETO COLOR ROJO e=0.06M	M2	29.90	224.07	6 699.69
1212	AFIRMADO	m3	50.00	40.74	2 037.00
1210	AGUA PARA LA OBRA	m3	6.45	5.31	34.25
1223	ALAMBRE NEGRO # 8	kg	6.89	4.81	33.14
1262	ALQUILER DE ALMACEN DE OBRA	MES	550.00	2.00	1 100.00
1325	ARENA FINA	m3	50.00	4.48	224.00
1220	ARENA GRUESA	m3	50.00	13.48	674.00
1318	BARNIS INPREGNANTE PROTECTOR	gal	251.90	24.12	6 075.83
1285	BOLETIN INFORMATIVOS	PZA	4.24	50.00	212.00
1271	BOTINES DE CUERO CON PUNTA DE ACERO	PAR	127.90	25.00	3 197.50
1279	CABALLETES PARA DESVIO	PZA	37.57	1.29	48.47
1328	CAJA BUZON P/ELECTRICAS / PILETA INC/CABLE Y ACCESORIOS	UND	568.80	1.00	1 568.80
1278	CARTELES DE DESVIO	UND	52.32	1.34	70.11
1284	CARTULINA	UND	1.03	32.00	32.96
1266	CASCO AMARILLO 06'PUNTAS	UND	11.89	13.00	154.57
1265	CASCO AZUL 06'PUNTAS	UND	11.89	12.00	142.68

1263	CASCO PARA PERSONAL TECNICO	UND	33.90	8.00	271.20
1215	CEMENTO PORTLAND TIPO I (42.5 kg)	bls	29.50	30.18	890.31
1330	CERAMICA 30X30CM	M2	33.70	60.40	2 035.48
1270	CHALECO P/INGENIERO	UND	49.50	8.00	396.00
1289	CHINCHES	CJA	1.42	1.00	1.42
1291	CINTA DE SEÑALIZACION DE 359M (PELIGRO OBRAS)	ROLL	61.42	4.00	245.68
1276	CINTA SEÑALADORA AMARILLA	RLL	61.42	1.40	85.99
1202	CLAVOS DIFERENTES MEDIDAS	kg	6.15	41.03	252.33
1258	CLAVOS PARA MADERA CON CABEZA DE 2 1/2"	kg	6.47	6.38	41.28
1259	COLA SINTETICA	GAL	14.42	0.45	6.49
1322	COLA SINTETICA PARA MADERA	GLN	89.80	3.84	344.83
1274	CORTAVIENTO	UND	6.82	25.00	170.50
1332	CRUCETAS 2" X 100UND	BLS	8.50	41.52	352.92
1216	CURADOR DE CONCRETO	gal	26.65	0.80	21.32
1224	DESMOLDANTE PARA MADERA	gal	88.54	0.04	3.54
1336	ELECTRODO P/SOLDADURA	KG	8.20	2.75	22.55
1337	FAROLA LED 50W	UND	98.90	48.00	4 747.20
1286	FASTER P/FILE CAJA X 50 UND	UND	6.64	1.00	6.64
1287	FOLDER MANILA OFICIO	UND	0.66	50.00	33.00
1218	GASOLINA 84 OCTANOS	gal	14.95	1.73	25.86
1269	GUANTES DE CUERO SINTETICO	PAR	6.69	50.00	334.50
1236	HORMIGON	M3	40.00	0.58	23.20
1320	Impregnante protector 3,785 L	GLN	255.90	3.12	798.41
1261	IMPRESION DE GIGANTOGRAFIA 3.60 x 2.40 m	und	466.10	1.00	466.10
1288	LAPICEROS	UND	0.82	12.00	9.84
1267	LENTE DE POLICARBONATO LUNA OSCURA	UND	6.40	25.00	160.00
1311	LISTON CON DADO DE CONCRETO	UND	75.40	16.00	1 206.40
1315	LISTON DE MADERA TORNILLO 2"x2" L=1.8M	UND	54.00	80.00	4 320.00
1219	LUBRICANTES, FILTROS Y GRASA	Glb	1.00	1.55	1.55
1204	MADERA TORNILLO	p2	4.27	274.52	1 172.20
1314	MADERA TORNILLO 3"x4" L=1.1M	UND	67.00	32.00	2 144.00
1313	MADERA TORNILLO 3"x4" L=1.5M	UND	65.00	32.00	2 080.00
1312	MADERA TORNILLO 5"x5" L=3M	UND	99.80	32.00	3 193.60
1277	MALLA DE SEGURIDAD EN OBRA	RLL	57.32	2.10	120.37
1268	MASCARILLA DESECHABLE CONTRA POLVO	CJA	8.20	10.00	82.00
1260	PALOS DE EUCALIPTO Ø 4" x 6.10 M	UND	24.60	3.00	73.80
1290	PAPEL BOND A4 80 GRAMOS	MLL	34.77	3.00	104.31
1331	PEGAMENTO BLANCO BLSX25KG	BLS	25.50	63.10	1 609.05
1342	PEGAMENTO GRISS BLS X 25KG	BLS	16.50	30.75	507.38
1221	PIEDRA CHANCADA 1/2"	m3	85.00	3.35	284.75
1248	PINTURA DE TRAFICO	GLN	53.87	67.98	3 662.08
1205	PINTURA ESMALTE	gal	44.28	103.46	4 581.21
1339	PINTURA SATINADO	GLN	45.80	27.44	1 256.75

1282	PLUMON RESANTADOR	UND	2.12	8.00	16.96
1333	PORCELANATO ALTO TRANSITO 45X45CM	M2	39.65	119.68	4 745.31
1280	POSTES DE MADERA 2"2"X1.2M, CON BASE DE CONCRETO	UND	11.34	25.20	285.77
1272	PROTECTOR DE OIDOS	UND	6.78	25.00	169.50
1273	ROPA DE TRABAJO (CONJUNTO)	UND	68.70	25.00	1 717.50
1334	SUMINISTRO DE DOBLEBASURERO METALICO	UND		9.00	3 689.10
			409.90		
1317	TEJA ANDINA 1.14X0.72M	UND	42.50	48.00	2 040.00
1319	Thinner Acrílico P-55 3 litros	gal	26.90	41.19	1 108.01
1321	TIRAFONDO PARA MADERA GALVANIZADO 1/4 X6"	UND	2.56	96.00	245.76
1316	Tornillo Tirafón 1/4"x5" + Capuchón teja	UND	1.50	192.00	288.00
1222	TRIPLAY DE 18 mm PARA ENCOFRADO	pl		0.04	5.08
			127.02		
1235	YESO	BLS	2.80	153.38	429.46
<b>OTROS BIENES Y SERVICIOS</b>					<b>38 403.65</b>
1310	FLETE TERRESTRE	GBL	9	1.00	9 493.65
			493.65		
1343	MOBILIZACION Y DESMOBILIZACION DE EQUIPOS	GBL	2	1.00	2 890.00
			890.00		
1340	SUMINISTRO E INSTALACION DE LETRAS CORPOREAS CON ILUMINACION LED	GBL	2	1.00	2 200.00
			200.00		
1341	SUMINISTRO E INSTALACION DE LETRAS EN ARCO	GBL	1	1.00	1 820.00
			820.00		
1323	SUMINISTRO E INSTALACION DE PILETA PREFABRICADA	GBL	22	1.00	22 000.00
			000.00		
<b>HERRAMIENTAS Y EQUIPOS</b>					<b>8 456.33</b>
3918	COMPACTADOR VIBRATORIO TIPO PLANCHA 7 HP	hm	21.14	74.70	1 579.16
3911	COMPRESORA C/SOPLETE	hm	11.60	126.60	1 468.56
3927	CORTADORA DE CERAMICA	HM	8.20	80.47	659.85
3925	Electrobomba Centrífuga / Bomba De Agua 2hp	UND	1	1.00	1 280.90
			280.90		
3928	EQUIPO DE SOLDAR	HM	8.20	7.14	58.55
3900	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO	1	1.00	1 597.26
			597.26		
3926	LUMINARIA LED SUMERGIBLE 25W	UND		4.00	1 540.00
			385.00		
3917	MARTILLO NEUMATICO DE 25-29 kg	hm	7.02	2.06	14.46
3919	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 11p3 18 HP	hm	9.60	2.10	20.16
3901	NIVEL TOPOGRAFICO	hm	6.90	32.72	225.77
3920	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	5.55	2.10	11.66
<b>TOTAL</b>					<b>163 442.92</b>

### 3.3.6.2. Presupuesto General

**Tabla 6**

*Presupuesto General en el Proyecto de la Plaza de Armas del distrito de Cabana*

PARTIDAS		UND	METRADO	C.U.	PARCIAL
<b>01 PLAZA CABANA</b>					<b>163 442.92</b>
<b>01.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>10 370.11</b>
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x7.20 - INC. GIGANTOGRAFIA	UND	1.00	1 541.92	1 541.92
01.01.02	ALMACEN DE OBRA (ALQUILER)	MES	2.00	550.00	1 100.00
01.01.03	MOBILIZACION Y DESMOBILIZACION	GBL	1.00	2 890.00	2 890.00
01.01.04	LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA	MES	2.00	997.82	1 995.64
01.01.05	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRAFICO	M2	2045.00	1.39	2 842.55
<b>01.02 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>					<b>9 843.96</b>
01.02.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GBL	1.00	6 795.95	6 795.95
01.02.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	GBL	1.00	1 452.08	1 452.08
01.02.03	IMPLEMENTACION DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	GBL	1.00	417.13	417.13
01.02.04	SEÑALIZACION DE SEGURIDAD Y/O DESVIO DE TRAFICO	ML	280.00	4.21	1 178.80
<b>01.03 MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA</b>					<b>5 934.24</b>
01.03.01	PINTADO Y BARNIZADO DE BANCAS DE MADERA Y SOPORTE METALICO	UND	36.00	164.84	5 934.24
<b>01.04 COBERTURA PARA BANCAS</b>					<b>25 163.15</b>
<b>01.04.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>					<b>509.86</b>
01.04.01.01	CORTE Y DEMOLICION DE VEREDA DE CONCRETO P/CIMENTACION	M2	5.76	15.97	91.99
01.04.01.02	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SECO	M3	3.17	131.82	417.87
<b>01.04.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>10 631.21</b>
01.04.02.01	CONCRETO F'c=175KG/CM2 P/SOPORTE DE ESTRUCTURA DE COBERTURA	M3	3.17	410.30	1 300.65
01.04.02.02	FIJACION DE ESTRUCTURA DE MADERA P/SOPORTE DE COBERTURA	UND	16.00	583.16	9 330.56
<b>01.04.03 SOMBRILLAS PARA BANCAS</b>					<b>14 022.08</b>

01.04.03.01	COBERTURA DE TEJA ANDINA CON ESTRUCTURA DE MADERA	UND	16.00	876.38	14 022.08
<b>01.05 ROTONDA</b>					<b>45 269.21</b>
<b>01.05.01 PILETA</b>					<b>45 269.21</b>
<b>01.05.01.01 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>					<b>280.49</b>
01.05.01.01.01	CORTE Y DEMOLICION DE LOSA DE CONCRETO P/CIMIENTO DE PILETA	M2	0.79	39.93	31.54
01.05.01.01.02	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SECO	M3	0.35	94.15	32.95
01.05.01.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, EN SECO	M2	0.63	74.70	47.06
01.05.01.01.04	CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 P/SOPORTE DE PILETA	M3	0.35	482.68	168.94
<b>01.05.01.02 INSTALACIONES</b>					<b>9 309.61</b>
<b>01.05.01.02.01 AGUA Y DRENAJE</b>					<b>2 639.24</b>
01.05.01.02.01.01	SISTEMA DE BOMBEO HIDRAULICO P/ PILETA	GBL	1.00	2 639.24	2 639.24
<b>01.05.01.02.02 ELECTRICAS</b>					<b>6 670.37</b>
01.05.01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIAS ACUATICAS P/PILETA	UND	6.00	748.09	4 488.54
01.05.01.02.02.02	CAJA TABLERO P/SISTEMA ELECTRICO DE PILETA	GBL	1.00	2 181.83	2 181.83
<b>01.05.01.03 ACABADOS</b>					<b>13 679.11</b>
01.05.01.03.01	PISO FONDO, ENCHAPADO C/CERAMICA	M2	16.50	92.77	1 530.71
01.05.01.03.02	ENCHAPADO DE MURO P/SOPORTE DE PILETA	M2	0.63	92.77	58.45
01.05.01.03.03	ENCHAPADO DE MURO SARDINEL DE PILETA INTERIOR	M2	22.62	82.74	1 871.58
01.05.01.03.04	ENCHAPADO DE MURO SARDINEL DE PILETA CARA EXTERIOR/ CERAMICA ESTAMPADA ALTO RELIEVEE	M2	15.16	82.74	1 254.34
01.05.01.03.05	ENCHAPADO DE ESTRADO DE ROTONDA	M2	108.80	82.39	8 964.03
<b>01.05.01.04 PILETA PREFABRICADA</b>					<b>22 000.00</b>
01.05.01.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE PILETA PREFABRICADA	UND	1.00	22 000.00	22 000.00
<b>01.06 PISOS Y PAVIMENTOS</b>					<b>24 399.87</b>
<b>01.06.01 SARDINEL DE CONCRETO</b>					<b>1 008.99</b>
01.06.01.01	EXCAVACION P/SARDINEL H=0.15M	M3	0.61	59.49	36.29
01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL	ML	18.00	38.93	700.74
01.06.01.03	CONCRETO (F'C=175 KG/CM2), EN SARDINEL	M3	0.61	445.83	271.96

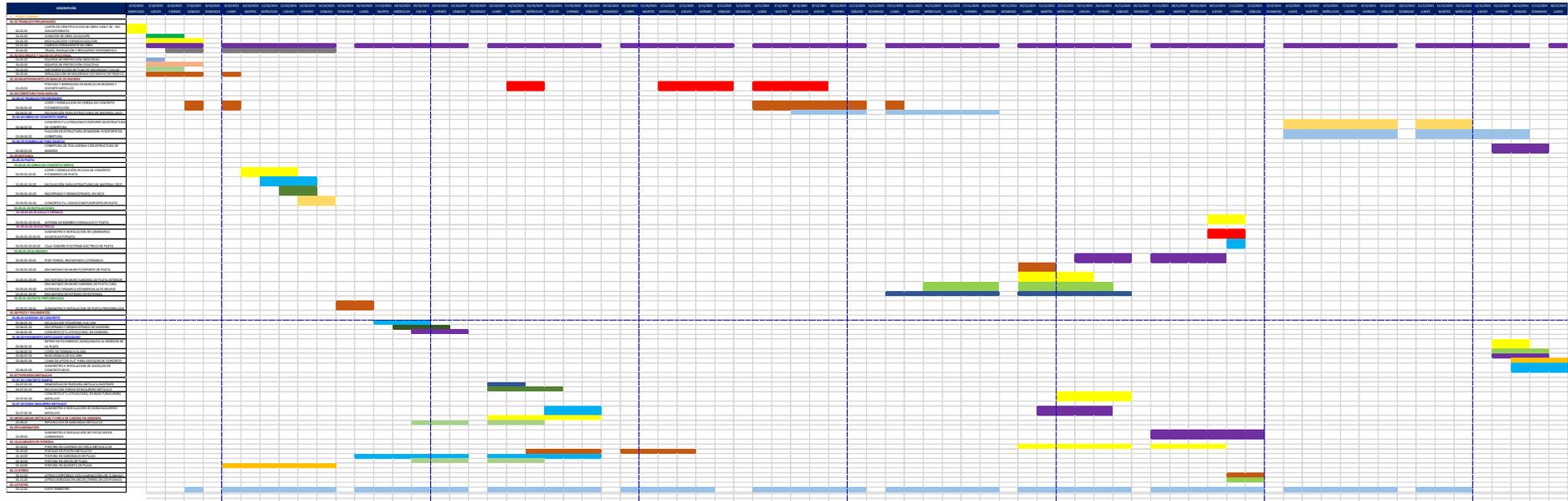
<b>01.06.02 PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUIN)</b>						<b>23 390.88</b>
01.06.02.01	RETIRO DE PAVIMENTO ADOQUINADO AL REDEDOR DE LA PLAZA	M2	203.70	17.24	3 511.79	
01.06.02.02	CORTE DE TERRENO E=0.25M	M2	203.70	7.06	1 438.12	
01.06.02.03	BASE GRANULAR E=0.20M	M2	203.70	21.01	4 279.74	
01.06.02.04	CAMA DE APOYO E=2" PARA ADOQUIN DE CONCRETO	M2	203.70	11.58	2 358.85	
01.06.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE ADOQUIN DE CONCRETO ROJO	M2	203.70	57.94	11 802.38	
<b>01.07 PAPELERAS METALICAS</b>						<b>5 550.02</b>
<b>01.07.01 CONCRETO SIMPLE</b>						<b>447.11</b>
01.07.01.01	DEMONTAJE DE PAPELERA METALICA EXISTENTE	UND	9.00	24.38	219.42	
01.07.01.02	EXCAVACION P/BASE DE BASURERO METALICO	M3	0.42	131.82	55.36	
01.07.01.03	CONCRETO (F'C=175 KG/CM2), EN BASE P/BASURERO METALICO	M3	0.42	410.30	172.33	
<b>01.07.02 DOBLE BASURERO METALICO</b>						<b>5 102.91</b>
01.07.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE DOBLE BASURERO METALICO	UND	9.00	566.99	5 102.91	
<b>01.08 BOLARDAS METALICAS Y CERCA DE CADENA EN JARDINES</b>						<b>508.50</b>
01.08.01	REPARACION DE BARANDAS METALICAS	M2	12.50	40.68	508.50	
<b>01.09 ILUMINACION</b>						<b>6 803.52</b>
01.09.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE FOCOS LED EN LUMINARIAS	UND	48.00	141.74	6 803.52	
<b>01.10 ACABADOS EN GENERAL</b>						<b>16 086.69</b>
01.10.01	PINTURA EN CADENAS DE CERCA METALICA DE JARDINES	ML	361.30	12.66	4 574.06	
01.10.02	PINTADO DE POSTES METALICOS	UND	30.00	50.01	1 500.30	
01.10.03	PINTURA EN SARDINELES DE PLAZA	ML	527.00	13.87	7 309.49	
01.10.04	PINTURA EN ARCOS DE PLAZA	M2	42.00	27.74	1 165.08	
01.10.05	PINTURA EN GLORIETA DE PLAZA	M2	56.00	27.46	1 537.76	
<b>01.11 OTROS</b>						<b>4 020.00</b>
01.11.01	LETRAS CORPÓREAS CON ILUMINACIÓN LED (CABANA)	GBL	1.00	2 200.00	2 200.00	
01.11.02	LETRAS DORADAS EN ARCOS (TIERRA DE LOS PASHAS)	GBL	1.00	1 820.00	1 820.00	
<b>01.12 FLETES</b>						<b>9 493.65</b>
01.12.01	FLETE TERRESTRE	GBL	1.00	9 493.65	9 493.65	

<b>COSTO DIRECTO</b>	<b>163 442.92</b>
<b>GASTOS GENERALES (10% CD)</b>	<b>16 344.29</b>
<b>UTILIDAD (6% CD)</b>	<b>9 806.58</b>
<b>SUB TOTAL</b>	<b>189 593.79</b>
<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>	<b>34 126.88</b>
<b>MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)</b>	<b>223 720.67</b>
<b>GASTOS DE SUPERVISION (4% VR)</b>	<b>8 948.83</b>
<b>MONTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>232 669.50</b>

El costo directo del proyecto se establece en S/ 163,442.92, al cual se le adiciona un 10% de gastos generales, resultando en S/ 16,344.29. Además, se anticipa una utilidad del 6%, o sea, S/ 9 806.58. Consecuentemente, el subtotal previo a impuestos asciende a 189 593.79. Incorporando el IGV del 18%, el valor referencial de la obra se eleva a S/ 223 720.67. Finalmente, se contemplan gastos de supervisión del 4%, sumando S/ 9,025.97, culminando en un monto total de proyecto de S/ 232 669.50.

### 3.3.7. Cronograma de ejecución de obra

**Figura 5**  
*Cronograma de ejecución por partida*



El cronograma muestra que los trabajos de la Plaza Cabana se distribuyen a lo largo de tres meses, empezando los trabajos preliminares en octubre con tareas como el cartel de identificación y la limpieza en obra. Las partidas como la seguridad y la salud ocupacional, el mantenimiento en bancas de madera y las coberturas se extienden hasta noviembre. Las instalaciones eléctricas, acabados generales y otras partidas menores concluyen en diciembre, asegurando una ejecución organizada y secuencial de todas las actividades.

### **3.4. Estudio de Caso sin la Implementación de Lean Construction y Lookahead**

Como se observa en la figura 5, los plazos de trabajo se distribuyen en tres meses los cuales son octubre, noviembre y diciembre, es por ello para el análisis del estudio de caso sin la implementación de la metodología Lean Construction y Lookahead se analizarán estos tres meses, en relación a la valorización por mes, al metrado ejecutado por mes y el avance de ejecución de obra por mes.

A continuación, se muestra el desglose de lo mencionado anteriormente:

#### **3.4.1. Cronograma de avance en el mes de octubre**

##### **3.4.1.1. Valorización de obra - mes octubre**

Analizando la información presentada en la tabla 8, se aprecia que la meta establecida para el mes de octubre no solo se cumplió, sino que también se logró un avance adicional previsto originalmente para noviembre. Esto implica que el avance parcial registrado en octubre, que alcanzó el 39.04% del proyecto, coincide con el avance acumulado hasta ese momento. Sin embargo, este progreso no se limitó al plan inicialmente programado, ya que se extendió hasta un avance del 41.75%. Este incremento adicional indica una eficiencia en la ejecución del proyecto durante octubre, permitiendo superar las expectativas y adelantar parte del trabajo programado para noviembre.

En términos financieros, esta eficiencia operativa tuvo un impacto directo en los gastos asociados al proyecto. A finales de octubre, se había invertido un total de S/.87,340.71, representando un manejo coste-efectivo en comparación con la progresión física del proyecto. Los costos directos, gastos generales y utilidades se ajustaron de manera proporcional al avance, lo que indica una gestión financiera acorde con los avances físicos

**Tabla 7**

*Cronograma valorizado de obra (programado vs. ejecutado) - octubre*

EXPEDIENTE TÉCNICO					CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO	
					PROGRAMADO OCTUBRE		EJECUTADO OCTUBRE		PROGRAMADO NOVIEMBRE		PROGRAMADO DICIEMBRE	
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO	PARCIAL S/.	METRADO	PRECIO S/.						
<b>1</b>	<b>PLAZA CABANA</b>											
<b>1.01</b>												
01.01.01	UND	1	1541.92	1541.92	1.00	1541.92	1.00	1541.92				
01.01.02	MES	2	550	1100.00	0.84	462.00	0.94	513.35	1.00	550.00	0.16	88.00
01.01.03	GBL	1	2890	2890.00	1.00	2890.00	0.50	1445.00				
01.01.04	MES	2	997.82	1995.64	0.84	838.17	0.94	937.95	1.00	997.82	0.16	159.65
01.01.05	M2	2045	1.39	2842.55	2045.00	2842.55	2045.00	2842.55				
<b>1.02</b>												
01.02.01	GBL	1	6795.95	6795.95	1.00	6795.95	1.00	6795.95				
01.02.02	GBL	1	1452.08	1452.08	1.00	1452.08	1.00	1452.08				
01.02.03	GBL	1	417.13	417.13	1.00	417.13	1.00	417.13				
01.02.04	ML	280	4.21	1178.80	280.00	1178.80	280.00	1178.80				
<b>1.03</b>												
01.03.01	UND	36	164.84	5934.24	36.00	5934.24	25.00	4121.00				
<b>1.04</b>												
<b>01.04.01</b>												
01.04.01.01	M2	5.76	15.97	91.99	5.76	91.99	0.50	7.99				

01.04.01.02	M3	3.17	131.82	417.87	3.17	417.87	0.00	0.00	
<b>01.04.02</b>									
01.04.02.01	M3	3.17	410.3	1300.65	3.17	1300.65	0.00	0.00	
01.04.02.02	UND	16	583.16	9330.56	16.00	9330.56	0.00	0.00	
<b>01.04.03</b>									
01.04.03.01	UND	16	876.38	14022.08	16.00	14022.08	0.00	0.00	
<b>1.05</b>									
<b>01.05.01</b>									
<b>01.05.01.01</b>									
01.05.01.01.01	M2	0.79	39.93	31.54	0.79	31.54	0.79	31.54	
01.05.01.01.02	M3	0.35	94.15	32.95	0.35	32.95	0.35	32.95	
01.05.01.01.03	M2	0.63	74.7	47.06	0.63	47.06	0.63	47.06	
01.05.01.01.04	M3	0.35	482.68	168.94	0.35	168.94	0.35	168.94	
<b>01.05.01.02</b>									
<b>01.05.01.02.01</b>									
01.05.01.02.01.01	GBL	1	2639.24	2639.24	1.00	2639.24	0.00	0.00	
<b>01.05.01.02.02</b>									
01.05.01.02.02.01	UND	6	748.09	4488.54	6.00	4488.54	0.00	0.00	
01.05.01.02.02.02	GBL	1	2181.83	2181.83	1.00	2181.83	0.00	0.00	
<b>01.05.01.03</b>									
01.05.01.03.01	M2	16.5	92.77	1530.71	16.50	1530.71	0.00	0.00	

01.05.01.03.02	M2	0.63	92.77	58.45	0.63	58.45	0.00	0.00		
01.05.01.03.03	M2	22.62	82.74	1871.58	22.62	1871.58	19.22	1591.07		
01.05.01.03.04	M2	15.16	82.74	1254.34	15.16	1254.34	12.88	1066.18		
01.05.01.03.05	M2	108.8	82.39	8964.03	108.80	8964.03	0.00	0.00		
<b>01.05.01.04</b>										
01.05.01.04.01	UND	1	22000	22000.00	0.00	0.00	1.00	22000.00	1.00	22000.00
<b>1.06</b>										
<b>01.06.01</b>										
01.06.01.01	M3	0.61	59.49	36.29	0.61	36.29	0.61	36.29		
01.06.01.02	ML	18	38.93	700.74	18.00	700.74	18.00	700.74		
01.06.01.03	M3	0.61	445.83	271.96	0.61	271.96	0.61	271.96		
<b>01.06.02</b>										
01.06.02.01	M2	203.7	17.24	3511.79	203.70	3511.79	0.00	0.00		
01.06.02.02	M2	203.7	7.06	1438.12	203.70	1438.12	0.00	0.00		
01.06.02.03	M2	203.7	21.01	4279.74	135.80	2853.16	0.00	0.00	67.90	1426.58
01.06.02.04	M2	203.7	11.58	2358.85	0.00	0.00	0.00	0.00	203.70	2358.85
01.06.02.05	M2	203.7	57.94	11802.38	0.00	0.00	0.00	0.00	203.70	11802.38
<b>1.07</b>										
<b>01.07.01</b>										
01.07.01.01	UND	9	24.38	219.42	9.00	219.42	9.00	219.42		
01.07.01.02	M3	0.42	131.82	55.36	0.42	55.36	0.42	55.36		
01.07.01.03	M3	0.42	410.3	172.33	0.42	172.33	0.00	0.00		
<b>01.07.02</b>										

01.07.02.01	UND	9	566.99	5102.91	9.00	5102.91	0.00	0.00					
<b>1.08</b>													
01.08.01	M2	12.5	40.68	508.50	0.00	0.00	12.50	508.50	12.50	508.50			
<b>1.09</b>													
01.09.01	UND	48	141.74	6803.52	0.00	0.00	0.00	0.00	32.00	4535.68	16.00	2267.84	
<b>1.1</b>													
01.10.01	ML	361.3	12.66	4574.06	0.00	0.00	0.00	0.00	361.30	4574.06			
01.10.02	UND	30	50.01	1500.30	0.00	0.00	15.00	750.15	30.00	1500.30			
01.10.03	ML	527	13.87	7309.49	0.00	0.00	527.00	7309.49	527.00	7309.49			
01.10.04	M2	42	27.74	1165.08	0.00	0.00	42.00	1165.08	42.00	1165.08			
01.10.05	M2	56	27.46	1537.76	0.00	0.00	56.00	1537.76	56.00	1537.76			
<b>1.11</b>													
01.11.01	GBL	1	2200	2200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2200.00			
01.11.02	GBL	1	1820	1820.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1820.00			
<b>1.12</b>													
01.12.01	GBL	1	9493.65	9493.65	1.00	9493.65	1.00	9493.65					
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>S/.163,442.9</b>		<b>S/.63,808.23</b>		<b>S/.68,239.86</b>		<b>S/.97,119.20</b>		<b>S/.2,515.49</b>	
GASTOS GENERALES	10.00%			S/.16,344.29		S/.6,380.82		S/.6,823.99		S/.9,711.92		S/.251.55	
UTILIDADES	6.00%			S/.9,806.58		S/.3,828.50		S/.4,094.39		S/.5,827.15		S/.150.93	
<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/.189,594</b>		<b>S/.74,017.55</b>		<b>S/.79,158.24</b>		<b>S/.112,658.27</b>		<b>S/.2,917.97</b>	
IGV (18%)				S/.34,126.88		S/.13,323.16		S/.14,248.48		S/.20,278.49		S/.525.23	
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>				<b>S/.223,720.67</b>		<b>S/.87,340.71</b>		<b>S/.93,406.72</b>		<b>S/.132,936.76</b>		<b>S/.3,443.20</b>	
AVANCE PARCIAL						<b>39.04%</b>		<b>41.75%</b>		<b>59.42%</b>		<b>1.54%</b>	
AVANCE ACUMULADO						<b>39.04%</b>		<b>41.75%</b>		<b>98.46%</b>		<b>100.00%</b>	

### 3.4.1.2. Avance de ejecución de obra - octubre

Originalmente, el objetivo para octubre estaba fijado en un avance físico del 39.04% del total del proyecto. No solo se alcanzó esta meta, sino que también se logró un progreso adicional, elevando el avance físico real al 41.75%. Este incremento demuestra una ejecución eficiente y adelantada respecto a lo planificado inicialmente para noviembre.

Desde la perspectiva financiera, el avance físico programado para octubre se había estimado con una valorización de S/.87,340.71. No obstante, gracias al avance adicional conseguido, el monto real invertido en el mes de octubre ascendió a S/.93,406.71. Este aumento en la inversión refleja el esfuerzo adicional y la eficiencia en la ejecución del proyecto durante ese periodo.

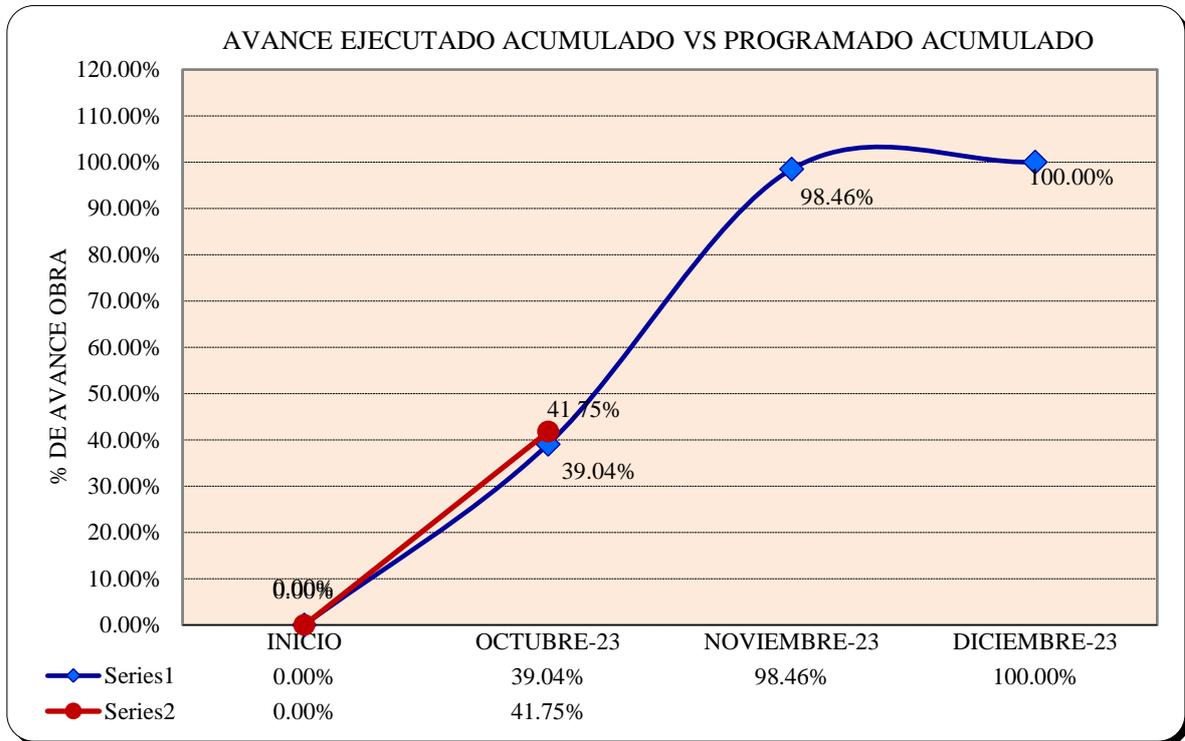
**Tabla 8**

*Avance de obra valorizada - octubre*

SEGÚN CALENDARIO AVANCE DE OBRA VALORIZADA			INICIO	VAL 01 (04 AL 31)	VAL 02 (01 AL 30)	VAL 03 (01 AL 02)	TOTAL
			INICIO	OCTUBRE-23	NOVIEMBRE-23	DICIEMBRE-23	
<b>AVANCE FÍSICO PROGRAMADO (Con IGV)</b>	DEL MES	(S/)	0.00	87,340.71	132,936.76	3,443.20	<b>223,720.67</b>
	ACUMULADO	(S/)	0.00	87,340.71	220,277.47	223,720.67	
	DEL MES	(%)	0.00%	39.04%	59.42%	1.54%	
	ACUMULADO	(%)	0.00%	39.04%	98.46%	100.00%	100.00%
<b>AVANCE FÍSICO EJECUTADO (REAL) (Con IGV)</b>	DEL MES	(S/)	0.00	93,406.71	0.00	0.00	<b>93,406.71</b>
	ACUMULADO	(S/)	0.00	93,406.71	0.00	0.00	
	DEL MES	(%)	0.00%	41.75%	0.00%	0.00%	
	ACUMULADO	(%)	0.00%	41.75%			

A continuación, se muestra la Curva “S”, en relación al avance ejecutado acumulado vs el avance programado acumulado.

**Figura 6**  
Curva S del avance ejecutado vs el programado - octubre



### 3.4.2. Cronograma de avance en el mes de noviembre

#### 3.4.2.1. Valorización de obra - mes noviembre

El desempeño del proyecto durante noviembre presentó una divergencia notable respecto a las metas previstas. Se esperaba un avance significativo de 59.42%, un objetivo crítico para mantener el ritmo hacia la conclusión del proyecto. Sin embargo, se reportó un avance real de apenas 27.19%. Esta considerable brecha redujo el avance acumulado a 68.94%, lejos del 98.46% anticipado para el periodo. Esta variación fue dada porque el proyecto enfrentó complicaciones que afectaron su progreso esperado, tales como potenciales demoras logísticas, ajustes obligados por el entorno de trabajo y cambios en la secuencia de actividades respecto a los materiales. Estos factores impactaron directamente en la ejecución planificada haciendo que la ejecución de la obra tenga retrasos.

**Tabla 9**

*Cronograma valorizado de obra (programado vs. ejecutado) - noviembre*

DESCRIPCIÓN					CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO	
					PROGRAMADO OCTUBRE		EJECUTADO OCTUBRE		PROGRAMADO NOVIEMBRE		EJECUTADO NOVIEMBRE		PROGRAMADO DICIEMBRE	
DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO	PARCIAL S/.	METRADO	PRECIO S/.								
<b>PLAZA CABANA</b>														
<b>1.01</b>														
01.01.01	UND	1	1541.92	1541.92	1.00	1541.92	1.00	1541.92	0.00	0.00	0.00	0.00		
01.01.02	MES	2	550	1100.00	0.84	462.00	0.94	513.35	1.00	550.00	1.06	586.65	0.16	88.00
01.01.03	GBL	1	2890	2890.00	1.00	2890.00	0.50	1445.00	0.00	0.00	0.50	1445.00		
01.01.04	MES	2	997.82	1995.64	0.84	838.17	0.94	937.95	1.00	997.82	1.06	1057.69	0.16	159.65
01.01.05	M2	2045	1.39	2842.55	2045.00	2842.55	2045.00	2842.55	0.00	0.00	0.00	0.00		
<b>1.02</b>														
01.02.01	GBL	1	6795.95	6795.95	1.00	6795.95	1.00	6795.95	0.00	0.00	0.00	0.00		
01.02.02	GBL	1	1452.08	1452.08	1.00	1452.08	1.00	1452.08	0.00	0.00	0.00	0.00		
01.02.03	GBL	1	417.13	417.13	1.00	417.13	1.00	417.13	0.00	0.00	0.00	0.00		
01.02.04	ML	280	4.21	1178.80	280.00	1178.80	280.00	1178.80	0.00	0.00	0.00	0.00		
<b>1.03</b>														
01.03.01	UND	36	164.84	5934.24	36.00	5934.24	25.00	4121.00	0.00	0.00	11.00	1813.24		
<b>1.04</b>														
<b>01.04.01</b>														
01.04.01.01	M2	5.76	15.97	91.99	5.76	91.99	0.50	7.99	0.00	0.00	5.26	84.00		
01.04.01.02	M3	3.17	131.82	417.87	3.17	417.87	0.00	0.00	0.00	0.00	3.17	417.87		
<b>01.04.02</b>														
01.04.02.01	M3	3.17	410.3	1300.65	3.17	1300.65	0.00	0.00	0.00	0.00	3.17	1300.65		
01.04.02.02	UND	16	583.16	9330.56	16.00	9330.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		

01.04.03													
01.04.03.01	UND	16	876.38	14022.08	16.00	14022.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
1.05													
01.05.01													
01.05.01.01													
01.05.01.01.01	M2	0.79	39.93	31.54	0.79	31.54	0.79	31.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.05.01.01.02	M3	0.35	94.15	32.95	0.35	32.95	0.35	32.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.05.01.01.03	M2	0.63	74.7	47.06	0.63	47.06	0.63	47.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.05.01.01.04	M3	0.35	482.68	168.94	0.35	168.94	0.35	168.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.05.01.02													
01.05.01.02.01													
01.05.01.02.01.01	GBL	1	2639.24	2639.24	1.00	2639.24	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2639.24	0.00
01.05.01.02.02													
01.05.01.02.02.01	UND	6	748.09	4488.54	6.00	4488.54	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	4488.54	0.00
01.05.01.02.02.02	GBL	1	2181.83	2181.83	1.00	2181.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2181.83	0.00
01.05.01.03													
01.05.01.03.01	M2	16.5	92.77	1530.71	16.50	1530.71	0.00	0.00	0.00	0.00	16.50	1530.71	0.00
01.05.01.03.02	M2	0.63	92.77	58.45	0.63	58.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	58.45	0.00
01.05.01.03.03	M2	22.62	82.74	1871.58	22.62	1871.58	19.22	1591.07	0.00	0.00	3.40	280.51	0.00
01.05.01.03.04	M2	15.16	82.74	1254.34	15.16	1254.34	12.88	1066.18	0.00	0.00	2.28	188.16	0.00
01.05.01.03.05	M2	108.8	82.39	8964.03	108.80	8964.03	0.00	0.00	0.00	0.00	108.80	8964.03	0.00
01.05.01.04													
01.05.01.04.01	UND	1	22000	22000.00	0.00	0.00	1.00	22000.00	1.00	22000.00	0.00	0.00	0.00
1.06													
01.06.01													
01.06.01.01	M3	0.61	59.49	36.29	0.61	36.29	0.61	36.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.06.01.02	ML	18	38.93	700.74	18.00	700.74	18.00	700.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.06.01.03	M3	0.61	445.83	271.96	0.61	271.96	0.61	271.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

01.06.02														
01.06.02.01	M2	203.7	17.24	3511.79	203.70	3511.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
01.06.02.02	M2	203.7	7.06	1438.12	203.70	1438.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
01.06.02.03	M2	203.7	21.01	4279.74	135.80	2853.16	0.00	0.00	67.90	1426.58	0.00	0.00	0.00	
01.06.02.04	M2	203.7	11.58	2358.85	0.00	0.00	0.00	0.00	203.70	2358.85	0.00	0.00	0.00	
01.06.02.05	M2	203.7	57.94	11802.38	0.00	0.00	0.00	0.00	203.70	11802.38	0.00	0.00	0.00	
1.07														
01.07.01														
01.07.01.01	UND	9	24.38	219.42	9.00	219.42	9.00	219.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
01.07.01.02	M3	0.42	131.82	55.36	0.42	55.36	0.42	55.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
01.07.01.03	M3	0.42	410.3	172.33	0.42	172.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	172.33	0.00	
01.07.02														
01.07.02.01	UND	9	566.99	5102.91	9.00	5102.91	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	5102.91	0.00	
1.08														
01.08.01	M2	12.5	40.68	508.50	0.00	0.00	12.50	508.50	12.50	508.50	0.00	0.00	0.00	
1.09														
01.09.01	UND	48	141.74	6803.52	0.00	0.00	0.00	0.00	32.00	4535.68	48.00	6803.52	16.00	2267.84
1.1														
01.10.01	ML	361.3	12.66	4574.06	0.00	0.00	0.00	0.00	361.30	4574.06	361.30	4574.06	0.00	
01.10.02	UND	30	50.01	1500.30	0.00	0.00	15.00	750.15	30.00	1500.30	15.00	750.15	0.00	
01.10.03	ML	527	13.87	7309.49	0.00	0.00	527.00	7309.49	527.00	7309.49	0.00	0.00	0.00	
01.10.04	M2	42	27.74	1165.08	0.00	0.00	42.00	1165.08	42.00	1165.08	0.00	0.00	0.00	
01.10.05	M2	56	27.46	1537.76	0.00	0.00	56.00	1537.76	56.00	1537.76	0.00	0.00	0.00	
1.11														
01.11.01	GBL	1	2200	2200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2200.00	0.00	0.00	0.00	
01.11.02	GBL	1	1820	1820.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1820.00	0.00	0.00	0.00	
1.12														
01.12.01	GBL	1	9493.65	9493.65	1.00	9493.65	1.00	9493.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	

COSTO DIRECTO		S/.163,442.92	S/.63,808.23	S/.68,239.85	S/.97,119.20	S/.44,439.54	S/.2,515.49
<b>GASTOS GENERALES</b>	10.00%	S/.16,344.29	S/.6,380.82	S/.6,823.98	S/.9,711.92	S/.4,443.95	S/.251.55
<b>UTILIDADES</b>	6.00%	S/.9,806.58	S/.3,828.50	S/.4,094.39	S/.5,827.15	S/.2,666.37	S/.150.93
<b>SUB TOTAL</b>		<b>S/.189,593.79</b>	<b>S/.74,017.55</b>	<b>S/.79,158.23</b>	<b>S/.112,658.27</b>	<b>S/.51,549.87</b>	<b>S/.2,917.97</b>
<b>IGV (18%)</b>		S/.34,126.88	S/.13,323.16	S/.14,248.48	S/.20,278.49	S/.9,278.98	S/.525.23
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>		<b>S/.223,720.67</b>	<b>S/.87,340.71</b>	<b>S/.93,406.71</b>	<b>S/.132,936.76</b>	<b>S/.60,828.84</b>	<b>S/.3,443.20</b>
<b>AVANCE PARCIAL</b>			<b>39.04%</b>	<b>41.75%</b>	<b>59.42%</b>	<b>27.19%</b>	<b>1.54%</b>
<b>AVANCE ACUMULADO</b>			<b>39.04%</b>	<b>41.75%</b>	<b>98.46%</b>	<b>68.94%</b>	<b>100.00%</b>

### 3.4.2.2. Avance de ejecución de obra - noviembre

Analizando la tabla 10, se observa que la ejecución del proyecto durante los meses de octubre a noviembre no se alineó completamente con las metas programadas. En octubre, se estableció una meta ambiciosa que se logró y superó satisfactoriamente, alcanzando un avance físico del 39.04%, que incluso se extendió hasta el 41.75% gracias a un rendimiento eficiente, lo que reflejó un compromiso sólido con los objetivos del proyecto. Este sobresaliente desempeño inicial sugirió una capacidad notable para adelantar tareas y optimizar los recursos asignados. Desde la perspectiva financiera, este esfuerzo adicional se tradujo en un aumento en los costos incurridos durante octubre, donde la inversión real de S/.93,406.71 superó la programación inicial de S/.87,340.71. Este incremento demostró un manejo estratégico de los recursos para maximizar el avance del proyecto, ajustando los costos directos, los gastos generales y las utilidades en consonancia con el avance físico alcanzado.

Sin embargo, el panorama cambió significativamente en noviembre. Aunque se había programado un avance del 59.42% para consolidar el progreso del proyecto, el avance real reportado fue solo del 27.19%, indicando que el proyecto no alcanzó las expectativas establecidas para este mes. Esta discrepancia entre lo programado y lo ejecutado llevó el avance acumulado a un 68.94%, distante del 98.46% proyectado para la fecha. Este resultado fue un indicador de restricciones y limitaciones presentados en la ejecución del proyecto (Ver Tabla 16), que no permitieron alcanzar el ritmo de trabajo previsto.

El análisis financiero refleja esta situación, donde el total presupuestado ajustado a finales de noviembre se situó en S/.60,828.84, considerablemente menor al total acumulado esperado. A pesar de estos contratiempos, el esfuerzo por adaptar la gestión del proyecto a las circunstancias emergentes queda evidente en la capacidad de mantener un avance sustancial, aunque por debajo de lo programado.

**Tabla 10**

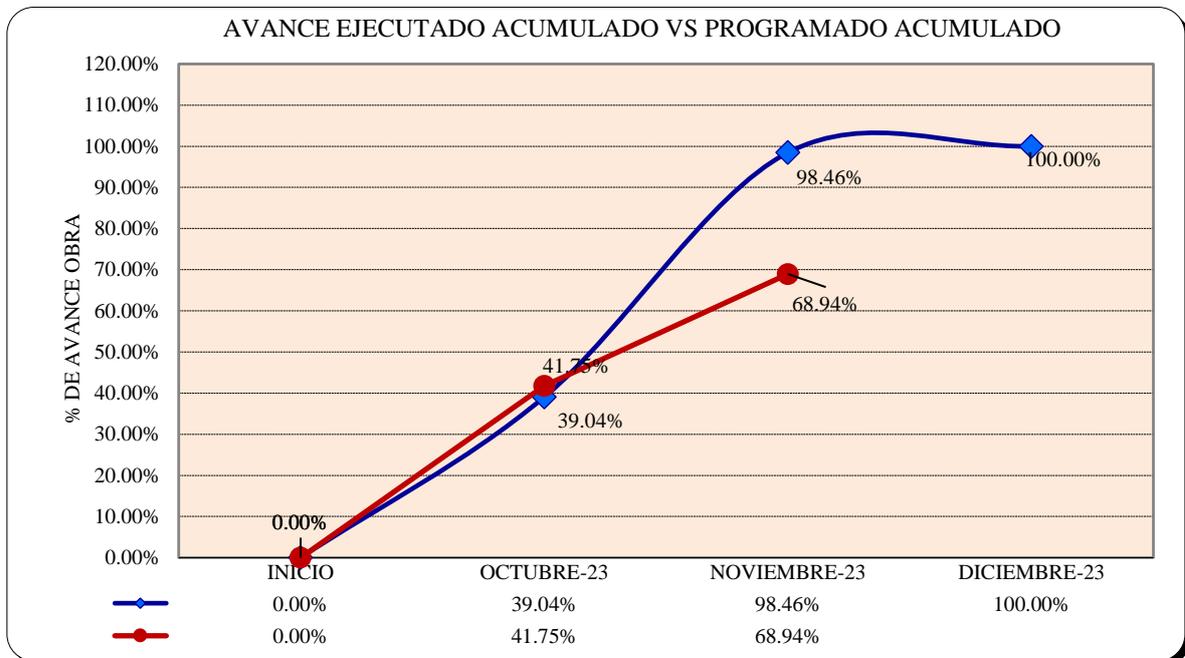
*Avance de obra valorizada - noviembre*

SEGÚN CALENDARIO AVANCE DE OBRA VALORIZADA			INICIO	VAL 01 (04 AL 31)	VAL 02 (01 AL 30)	VAL 03 (01 AL 02)	TOTAL
			INICIO	OCTUBRE-23	NOVIEMBRE-23	DICIEMBRE-23	
<b>AVANCE FÍSICO PROGRAMADO (Con IGV)</b>	DEL MES	(S/)	0.00	87,340.71	132,936.76	3,443.20	<b>223,720.67</b>
	ACUMULADO	(S/)	0.00	87,340.71	220,277.47	223,720.67	
	DEL MES	(%)	0.00%	39.04%	59.42%	1.54%	
	ACUMULADO	(%)	0.00%	39.04%	98.46%	100.00%	
<b>AVANCE FÍSICO EJECUTADO (REAL) (Con IGV)</b>	DEL MES	(S/)	0.00	93,406.71	60,828.86	0.00	<b>154,235.57</b>
	ACUMULADO	(S/)	0.00	93,406.71	154,235.57	0.00	
	DEL MES	(%)	0.00%	41.75%	27.19%	0.00%	
	ACUMULADO	(%)	0.00%	41.75%	68.94%		

A continuación, se muestra la Curva “S”, en relación al avance ejecutado acumulado vs el avance programado acumulado.

**Figura 7**

*Curva S del avance ejecutado vs el programado - noviembre*



### 3.4.3. Cronograma de avance en el mes de diciembre

#### 3.4.3.1. Valorización de obra - mes diciembre

El desempeño del proyecto durante diciembre reflejó una recuperación parcial respecto a las expectativas, pero aún muestra desafíos significativos para alcanzar los objetivos finales. Se anticipaba un progreso mensual del 59.42%, esencial para compensar los retrasos anteriores y concluir satisfactoriamente el proyecto. No obstante, el avance real registrado fue del 27.19%, una mejora con respecto a meses previos, pero aún insuficiente, elevando el avance acumulado a un 84.98%, por debajo del 100% esperado para este periodo. Este desfase persiste debido a obstáculos continuos como retrasos en la cadena de suministro, adaptaciones forzadas por cambios en el entorno laboral y alteraciones en la planificación de las actividades debido a la disponibilidad de materiales. Estas dificultades mantuvieron la ejecución del proyecto detrás de lo programado, impidiendo el cumplimiento total de las metas establecidas para diciembre.

Durante diciembre, los precios y costos asociados a los trabajos ejecutados demostraron variaciones significativas. A pesar de un programado desembolso de S/.97,119.20, el gasto real se limitó a S/.44,439.54, reflejando la continua lucha por alinear los costos con el avance físico del proyecto. Este control de costos fue fundamental para mitigar el impacto financiero de los retrasos en el proyecto. Sin embargo, la eficacia de estas medidas fue parcial, ya que el total acumulado del presupuesto hasta diciembre alcanzó S/.60,828.84, lo que supuso un incremento con respecto a lo previsto inicialmente debido a la variabilidad en los precios de los materiales y a la necesidad de ajustes en la ejecución del proyecto para hacer frente a imprevistos.

**Tabla 11**

*Cronograma valorizado de obra (programado vs. ejecutado) - diciembre*

EXPEDIENTE TÉCNICO				CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO		CRONOGRAMA VALORIZADO			
DESCRIPCIÓN	METRADO	PRECIO	PARCIAL S/.	PROGRAMADO OCTUBRE		EJECUTADO OCTUBRE		PROGRAMADO NOVIEMBRE		EJECUTADO NOVIEMBRE		PROGRAMADO DICIEMBRE		EJECUTADO DICIEMBRE	
				METRADO	PRECIO S/.										
<b>1</b>	<b>PLAZA CABANA</b>														
<b>1.0</b>															
01.01.01	1	1541.92	1541.92	1.00	1541.92	1.00	1541.92	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
01.01.02	2	550	1100.00	0.84	462.00	0.94	513.35	1.00	550.00	1.06	586.65	0.16	88.00	0.00	0.00
01.01.03	1	2890	2890.00	1.00	2890.00	0.50	1445.00	0.00	0.00	0.50	1445.00			0.00	0.00
01.01.04	2	997.82	1995.64	0.84	838.17	0.94	937.95	1.00	997.82	1.06	1057.69	0.16	159.65	0.00	0.00
01.01.05	2045	1.39	2842.55	2045.00	2842.55	2045.00	2842.55	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
<b>1.02</b>															
01.02.01	1	6795.95	6795.95	1.00	6795.95	1.00	6795.95	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
01.02.02	1	1452.08	1452.08	1.00	1452.08	1.00	1452.08	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
01.02.03	1	417.13	417.13	1.00	417.13	1.00	417.13	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
01.02.04	280	4.21	1178.80	280.00	1178.80	280.00	1178.80	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00
<b>1.03</b>															
01.03.01	36	164.84	5934.24	36.00	5934.24	25.00	4121.00	0.00	0.00	11.00	1813.24			0.00	0.00
<b>1.04</b>															
<b>01.04.01</b>															
01.04.01.01	5.76	15.97	91.99	5.76	91.99	0.50	7.99	0.00	0.00	5.26	84.00			0.00	0.00
01.04.01.02	3.17	131.82	417.87	3.17	417.87	0.00	0.00	0.00	0.00	3.17	417.87			0.00	0.00
<b>01.04.02</b>															
01.04.02.01	3.17	410.3	1300.65	3.17	1300.65	0.00	0.00	0.00	0.00	3.17	1300.65			0.00	0.00
01.04.02.02	16	583.16	9330.56	16.00	9330.56	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00			0.00	0.00

<b>01.04.03</b>													
01.04.03.01	16	876.38	14022.08	16.00	14022.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>1.05</b>													
<b>01.05.01</b>													
<b>01.05.01.0</b>													
<b>1</b>													
01.05.01.01.01	0.79	39.93	31.54	0.79	31.54	0.79	31.54	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.05.01.01.02	0.35	94.15	32.95	0.35	32.95	0.35	32.95	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.05.01.01.03	0.63	74.7	47.06	0.63	47.06	0.63	47.06	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.05.01.01.04	0.35	482.68	168.94	0.35	168.94	0.35	168.94	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>01.05.01.0</b>													
<b>2</b>													
<b>01.05.01.02.01</b>													
01.05.01.02.01.01	1	2639.24	2639.24	1.00	2639.24	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2639.24	0.00	0.00
<b>01.05.01.02.02</b>													
01.05.01.02.02.01	6	748.09	4488.54	6.00	4488.54	0.00	0.00	0.00	0.00	6.00	4488.54	0.00	0.00
01.05.01.02.02.02	1	2181.83	2181.83	1.00	2181.83	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2181.83	0.00	0.00
<b>01.05.01.0</b>													
<b>3</b>													
01.05.01.03.01	16.5	92.77	1530.71	16.50	1530.71	0.00	0.00	0.00	0.00	16.50	1530.71	0.00	0.00
01.05.01.03.02	0.63	92.77	58.45	0.63	58.45	0.00	0.00	0.00	0.00	0.63	58.45	0.00	0.00
01.05.01.03.03	22.62	82.74	1871.58	22.62	1871.58	19.22	1591.07	0.00	0.00	3.40	280.51	0.00	0.00
01.05.01.03.04	15.16	82.74	1254.34	15.16	1254.34	12.88	1066.18	0.00	0.00	2.28	188.16	0.00	0.00
01.05.01.03.05	108.8	82.39	8964.03	108.80	8964.03	0.00	0.00	0.00	0.00	108.80	8964.03	0.00	0.00
<b>01.05.01.0</b>													
<b>4</b>													
01.05.01.04.01	1	22000	22000.00	0.00	0.00	1.00	22000.00	1.00	22000.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>1.06</b>													
<b>01.06.01</b>													
01.06.01.01	0.61	59.49	36.29	0.61	36.29	0.61	36.29	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.06.01.02	18	38.93	700.74	18.00	700.74	18.00	700.74	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.06.01.03	0.61	445.83	271.96	0.61	271.96	0.61	271.96	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<b>01.06.02</b>														
01.06.02.01	203.7	17.24	3511.79	203.70	3511.79	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.06.02.02	203.7	7.06	1438.12	203.70	1438.12	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	203.70	1438.12
01.06.02.03	203.7	21.01	4279.74	135.80	2853.16	0.00	0.00	67.90	1426.58	0.00	0.00	0.00	203.70	4279.74
01.06.02.04	203.7	11.58	2358.85	0.00	0.00	0.00	0.00	203.70	2358.85	0.00	0.00	0.00	203.70	2358.85
01.06.02.05	203.7	57.94	11802.38	0.00	0.00	0.00	0.00	203.70	11802.38	0.00	0.00	0.00	203.70	11802.38
<b>1.07</b>														
<b>01.07.01</b>														
01.07.01.01	9	24.38	219.42	9.00	219.42	9.00	219.42	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.07.01.02	0.42	131.82	55.36	0.42	55.36	0.42	55.36	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.07.01.03	0.42	410.3	172.33	0.42	172.33	0.00	0.00	0.00	0.00	0.42	172.33	0.00	0.00	0.00
<b>01.07.02</b>														
01.07.02.01	9	566.99	5102.91	9.00	5102.91	0.00	0.00	0.00	0.00	9.00	5102.91	0.00	0.00	0.00
<b>1.08</b>														
01.08.01	12.5	40.68	508.50	0.00	0.00	12.50	508.50	12.50	508.50	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>1.09</b>														
01.09.01	48	141.74	6803.52	0.00	0.00	0.00	0.00	32.00	4535.68	48.00	6803.52	16.00	2267.84	0.00
<b>1.1</b>														
01.10.01	361.3	12.66	4574.06	0.00	0.00	0.00	0.00	361.30	4574.06	361.30	4574.06	0.00	0.00	0.00
01.10.02	30	50.01	1500.30	0.00	0.00	15.00	750.15	30.00	1500.30	15.00	750.15	0.00	0.00	0.00
01.10.03	527	13.87	7309.49	0.00	0.00	527.00	7309.49	527.00	7309.49	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.10.04	42	27.74	1165.08	0.00	0.00	42.00	1165.08	42.00	1165.08	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
01.10.05	56	27.46	1537.76	0.00	0.00	56.00	1537.76	56.00	1537.76	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
<b>1.11</b>														
01.11.01	1	2200	2200.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2200.00	0.00	0.00	0.00	1.00	2200.00
01.11.02	1	1820	1820.00	0.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1820.00	0.00	0.00	0.00	1.00	1820.00
<b>1.12</b>														
01.12.01	1	9493.65	9493.65	1.00	9493.65	1.00	9493.65	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00

<b>COSTO DIRECTO</b>		<b>S/.163,442.92</b>	<b>S/.63,808.23</b>	<b>S/.68,239.85</b>	<b>S/.97,119.20</b>	<b>S/.44,439.54</b>	<b>S/.2,515.49</b>	<b>S/.23,899.09</b>
<b>GASTOS GENERALES</b>	10.00%	S/.16,344.29	S/.6,380.82	S/.6,823.98	S/.9,711.92	S/.4,443.95	S/.251.55	S/.5,076.34
<b>UTILIDADES</b>	6.00%	S/.9,806.58	S/.3,828.50	S/.4,094.39	S/.5,827.15	S/.2,666.37	S/.150.93	S/.1,433.95
<b>SUB TOTAL</b>		<b>S/.189,593.79</b>	<b>S/.74,017.55</b>	<b>S/.79,158.23</b>	<b>S/.112,658.27</b>	<b>S/.51,549.87</b>	<b>S/.2,917.97</b>	<b>S/.30,409.38</b>
<b>IGV (18%)</b>		S/.34,126.88	S/.13,323.16	S/.14,248.48	S/.20,278.49	S/.9,278.98	S/.525.23	S/.5,473.69
<b>TOTAL DEL PRESUPUESTO</b>		<b>S/.223,720.67</b>	<b>S/.87,340.71</b>	<b>S/.93,406.71</b>	<b>S/.132,936.76</b>	<b>S/.60,828.84</b>	<b>S/.3,443.20</b>	<b>S/.35,883.07</b>
<b>AVANCE PARCIAL</b>			<b>39.04%</b>	<b>41.75%</b>	<b>59.42%</b>	<b>27.19%</b>	<b>1.54%</b>	<b>16.04%</b>
<b>AVANCE ACUMULADO</b>			<b>39.04%</b>	<b>41.75%</b>	<b>98.46%</b>	<b>68.94%</b>	<b>100.00%</b>	<b>84.98%</b>

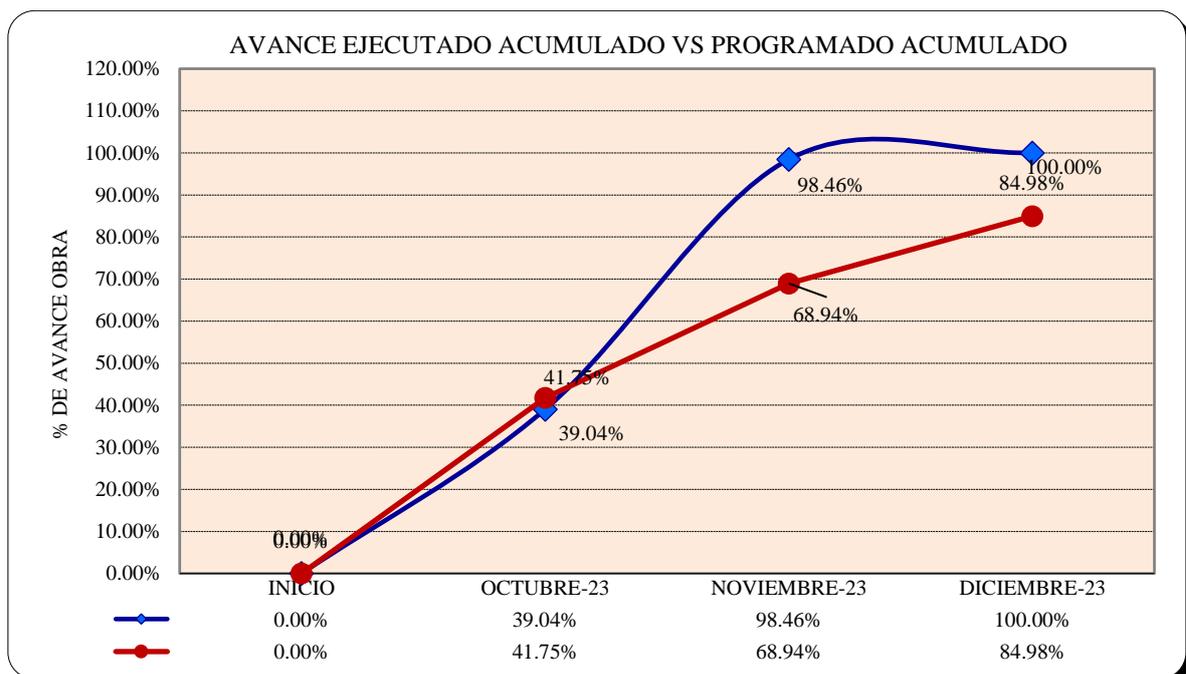
### 3.4.3.2. Avance de ejecución de obra - diciembre

Analizando la Tabla 11, se destaca el esfuerzo por encauzar el proyecto hacia sus objetivos durante diciembre, pese a no cumplir totalmente con las metas. Se proyectaba un avance del 59.42%, pero se logró solo un 27.19%, elevando el avance acumulado a 84.98%, pero por debajo del 100% esperado.

**Tabla 12**  
*Avance de obra valorizada - diciembre*

SEGÚN CALENDARIO AVANCE DE OBRA VALORIZADA			INICIO	VAL 01 (04 AL 31)	VAL 02 (01 AL 30)	VAL 03 (01 AL 02)	TOTAL
			INICIO	OCTUBRE-23	NOVIEMBRE-23	DICIEMBRE-23	
<b>AVANCE FÍSICO PROGRAMADO (Con IGV)</b>	DEL MES	(S/)	0.00	87,340.71	132,936.76	3,443.20	<b>223,720.67</b>
	ACUMULADO	(S/)	0.00	87,340.71	220,277.47	223,720.67	
	DEL MES	(%)	0.00%	39.04%	59.42%	1.54%	
	ACUMULADO	(%)	0.00%	39.04%	98.46%	100.00%	100.00%
<b>AVANCE FÍSICO EJECUTADO (REAL) (Con IGV)</b>	DEL MES	(S/)	0.00	93,406.71	60,828.86	35,883.07	<b>190,118.64</b>
	ACUMULADO	(S/)	0.00	93,406.71	154,235.57	190,118.64	
	DEL MES	(%)	0.00%	41.75%	27.19%	16.04%	
	ACUMULADO	(%)	0.00%	41.75%	68.94%	84.98%	

**Tabla 13**  
*Curva S del avance ejecutado vs el programado - diciembre*



La curva S muestra que aún resta un 15.02% para completar la obra, lo cual ha llevado a realizar una valorización adicional al presupuesto inicial. Esta revisión ha determinado un ajuste presupuestario de S/.42,916.61, reflejando cómo las restricciones y desafíos enfrentados durante los meses de noviembre y diciembre han impactado el avance del proyecto. A continuación, se detalla esta valorización adicional en el contexto de la planilla de metrados, proporcionando una visión clara de los ajustes necesarios para alinear el presupuesto con el estado actual y las necesidades de la obra.

**Tabla 14**  
*Planilla de metrados adicional - diciembre*

DESCRIPCIÓN		UND	METRADOS EJECUTADOS
<b>1 PLAZA CABANA</b>			
<b>01.04 COBERTURA PARA BANCAS</b>			
<b>01.04.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>			
01.04.02.02	FIJACION DE ESTRUCTURA DE MADERA P/SOPORTE DE COBERTURA	UND	16.00
<b>01.04.03 SOMBRILLAS PARA BANCAS</b>			
01.04.03.01	COBERTURA DE TEJA ANDINA CON ESTRUCTURA DE MADERA	UND	16.00
<b>01.06 PISOS Y PAVIMENTOS</b>			
<b>01.06.02 PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUIN)</b>			
01.06.02.01	RETIRO DE PAVIMENTO ADOQUINADO AL REDEDOR DE LA PLAZA	M2	244.00

La valorización de costos en base a la planilla de metrados presentada en la tabla 14 es la siguiente

**Tabla 15**  
*Valorización de obra - adicional*

DESCRIPCIÓN	UND	METRADO	PRECIO S/.	PARCIAL S/.	ANTERIOR			ACTUAL			ACULADO		
					METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%	METRADO	MONTO	%
<b>1 PLAZA CABANA</b>													
<b>01.04 COBERTURA PARA BANCAS</b>													
<b>01.04.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>													
01.04.02.02	UND	16	S/ 599.88	S/ 9,598.08	0.00	0.00	0.00%	16.00	9598.08	100.00%	16.00	9598.08	100.00%
<b>01.04.03 SOMBRILLAS PARA BANCAS</b>													
01.04.03.01	UND	16	S/ 1,037.73	S/ 16,603.68	0.00	0.00	0.00%	16.00	16603.68	100.00%	16.00	16603.68	100.00%
<b>01.06 PISOS Y PAVIMENTOS</b>													
<b>01.06.02 PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUIN)</b>													
01.06.02.01	M2	244	S/ 23.57	S/ 5,751.08	0.00	0.00	0.00%	244.00	5751.08	100.00%	244.00	5751.08	100.00%
<b>COSTO DIRECTO</b>				<b>S/31,952.84</b>	<b>S/0.00</b>			<b>S/31,952.84</b>			<b>S/31,952.84</b>		
GASTOS GENERALES		7.82%	S/2,500.00		S/0.00			S/2,500.00			S/2,500.00		
UTILIDADES		6.00%	S/1,917.17		S/0.00			S/1,917.17			S/1,917.17		
<b>SUB TOTAL</b>				<b>S/36,370.01</b>	<b>S/0.00</b>			<b>S/36,370.01</b>			<b>S/36,370.01</b>		
IGV (18%)				S/6,546.60	S/0.00			S/6,546.60			S/6,546.60		
TOTAL DEL PRESUPUESTO				<b>S/42,916.61</b>	<b>S/0.00</b>			<b>S/42,916.61</b>			<b>S/42,916.61</b>		
AVANCE PARCIAL					<b>0.00%</b>			<b>100.00%</b>			<b>100.00%</b>		
AVANCE ACUMULADO					<b>0.00%</b>			<b>100.00%</b>			<b>100.00%</b>		

### 3.4.4. Restricciones y limitaciones

**Tabla 16**

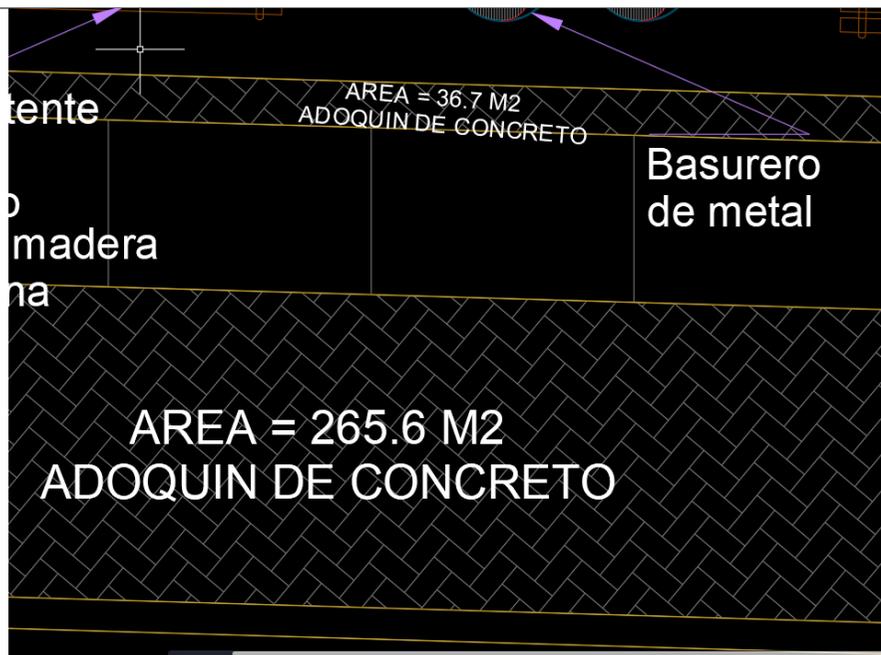
*Restricciones y limitaciones presentadas en las partidas*

PARTIDAS		UND	METRADO
<b>PROYECTO</b>			
<b>01 PLAZA CABANA</b>			
<b>01.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>			
01.01.01	CARTEL DE IDENTIFICACIÓN DE OBRA 3.60x7.20 - INC. GIGANTOGRAFÍA	UND	1.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.01.02	ALMACÉN DE OBRA (ALQUILER)	MES	2.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.01.03	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	GBL	1.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.01.04	LIMPIEZA PERMANENTE EN OBRA	MES	2.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.01.05	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	M2	2045.00
	- SE REALIZO LA VERIFICACIÓN DE CAMPO, CON LOS PLANOS EXISTENTES Y EL METRADO EXISTENTE.		
	- SE TUVO PARTIDAS QUE NO CUMPLEN CON LAS MEDIDAS CON EL METRADO, EN LA REMOCIÓN DE ADOQUINES EL METRADO ES MENOR QUE EL METRADO EN PLANO; LAS COBERTURAS DE BANCAS NO CUMPLÍAN CON LA FUNCIÓN, FRENTE A LAS LLUVIAS DE LA ZONA; LA MEDIDA DE LA PILETA NO ERA ACORDE A LAS MEDIDAS DE CAMPO, COMO TAMBIÉN QUE CONTABA CON PLANOS ELÉCTRICOS Y SANITARIOS DE LA PILETA.		
<b>01.02 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>			
01.02.01	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	GBL	1.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.02.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	GBL	1.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.02.03	IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	GBL	1.00

	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.02.04	SEÑALIZACIÓN DE SEGURIDAD Y/O DESVIO DE TRÁFICO	ML	280.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
<b>01.03 MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA</b>			
01.03.01	PINTADO Y BARNIZADO DE BANCAS DE MADERA Y SOPORTE METÁLICO	UND	36.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
<b>01.04 COBERTURA PARA BANCAS</b>			
<b>01.04.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>			
01.04.01.01	CORTE Y DEMOLICIÓN DE VEREDA DE CONCRETO P/CIMENTACIÓN	M2	5.76
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.04.01.02	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SECO	M3	3.17
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
<b>01.04.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>			
01.04.02.01	CONCRETO F <sub>c</sub> =175KG/CM2 P/SOPORTE DE ESTRUCTURA DE COBERTURA	M3	3.17
	- AL NO CUMPLIR CON LA NECESIDAD DEL PROYECTO ESTA PARTIDA SE VE RESTRINJIDA, ESPERAR LA APROBACIÓN DEL CAMBIO.		
01.04.02.02	FIJACION DE ESTRUCTURA DE MADERA P/SOPORTE DE COBERTURA	UND	16.00
	- LA MEDIDA DE COBERTURA, NO CUBRE DE LA LLUVIA Y EL SOL.		
	- CON LLEVO HACER LA CONSULTA AL SUPERVISOR ESTA SER REMITIDO HA CONSULTOR.		
	- LUEGO SE REALIZO EL ADICONAL, ESPERAR SU APROBACIÓN PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS.		
	- ESTA GENERA ATRAZOS.		
<b>01.04.03 SOMBRILLAS PARA BANCAS</b>			
01.04.03.01	COBERTURA DE TEJA ANDINA CON ESTRUCTURA DE MADERA	UND	16.00
	- LA MEDIDA DE COBERTURA, NO CUBRE DE LA LLUVIA Y EL SOL.		
	- CON LLEVO HACER LA CONSULTA AL SUPERVISOR ESTA SER REMITIDO HA CONSULTOR.		
	- LUEGO SE REALIZO EL ADICONAL, SE ADJUNTA PLANOS DEL ANTERIOR Y LUEGO REPLANTEADO		
	- ESPERAR SU APROBACIÓN PARA EJECUTAR LOS TRABAJOS.		
	- ESTA GENERA ATRAZOS.		
<b>01.05 ROTONDA</b>			
<b>01.05.01 PILETA</b>			

<b>01.05.01.01 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>				
01.05.01.01.01	CORTE Y DEMOLICION DE LOSA DE CONCRETO P/CIMIENTO DE PILETA	M2	0.79	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.05.01.01.02	EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SECO	M3	0.35	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.05.01.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, EN SECO	M2	0.63	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.05.01.01.04	CONCRETO F <sub>c</sub> = 210 KG/CM2 P/SOPORTE DE PILETA	M3	0.35	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
<b>01.05.01.02 INSTALACIONES</b>				
<b>01.05.01.02.01 AGUA Y DRENAJE</b>				
01.05.01.02.01.01	SISTEMA DE BOMBEO HIDRAULICO P/ PILETA	GBL	1.00	
	- LOS PLANOS SE ELABORARON Y SE DIO SOLICION INMEDIATA			
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
<b>01.05.01.02.02 ELECTRICAS</b>				
01.05.01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE LUMINARIAS ACUATICAS P/PILETA	UND	6.00	
	- SE ELABORO LOS PLANOS Y SE DIO SOLUCIONES INMEDIATAS.			
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.05.01.02.02.02	CAJA TABLERO P/SISTEMA ELÉCTRICO DE PILETA	GBL	1.00	
	- SE ELABORÓ LOS PLANOS Y SE DIO SOLUCIONES INMEDIATAS.			
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
<b>01.05.01.03 ACABADOS</b>				
01.05.01.03.01	PISO FONDO, ENCHAPADO C/CERAMICA	M2	16.50	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.05.01.03.02	ENCHAPADO DE MURO P/SOPORTE DE PILETA	M2	0.63	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.05.01.03.03	ENCHAPADO DE MURO SARDINEL DE PILETA INTERIOR	M2	22.62	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.05.01.03.04	ENCHAPADO DE MURO SARDINEL DE PILETA CARA EXTERIOR/ CERÁMICA ESTAMPADA ALTO RELIEVEE	M2	15.16	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.05.01.03.05	ENCHAPADO DE ESTRADO DE ROTONDA	M2	108.80	
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			

<b>01.05.01.04 PILETA PREFABRICADA</b>				
01.05.01.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE PILETA PREFABRICADA		UND	1.00
	- EL PROBLEMA ES LA ESCALA EN LOS PLANOS, Y SE DIO SOLUCION INMEDITA.			
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
<b>01.06 PISOS Y PAVIMENTOS</b>				
<b>01.06.01 SARDINEL DE CONCRETO</b>				
01.06.01.01	EXCAVACION P/SARDINEL H=0.15M		M3	0.61
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL		ML	18.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
01.06.01.03	CONCRETO (F´C=175 KG/CM2), EN SARDINEL		M3	0.61
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES			
<b>01.06.02 PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUIN)</b>				
01.06.02.01	RETIRO DE PAVIMENTO ADOQUINADO AL REDEDOR DE LA PLAZA		M2	203.70
	- LA MEDIDA EN METRADO ES 203.70 Y EN PLANO			



- ESTA FUE REPLANTEADO PARA EJECUTAR EL ADICIONAL CON METRADOS ACTUALIZADOS.
- LA PARTIDA SE CAMBIO POR DEMOLICIÓN DE CONCRETO ESTAMPADO. PORQUE EN CAMPO NO SE CONTABA CON ADOQUINES.

01.06.02.02	CORTE DE TERRENO E=0.25M	M2	203.70
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COMO ES UNA ANTECESORA DE LA COLOCACIÓN DEL ADOQUÍN SE VE AFECTADO POR LA INCOMPATIBILIDAD.</li> <li>- <b>ESTA LLEVA A RETRASO.</b></li> </ul>		
01.06.02.03	BASE GRANULAR E=0.20M	M2	203.70
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- COMO ES UNA ANTECESORA DE LA COLOCACIÓN DEL ADOQUÍN SE VE AFECTADO POR LA INCOMPATIBILIDAD.</li> <li>- <b>ESTA LLEVA A RETRASO.</b></li> </ul>		
01.06.02.04	CAMA DE APOYO E=2" PARA ADOQUIN DE CONCRETO	M2	203.70

	- CÓMO ES UNA ANTECESORA DE LA COLOCACIÓN DEL ADOQUÍN SE VE AFECTADO POR LA INCOMPATIBILIDAD.		
	- <b>ESTA LLEVA A RETRASO.</b>		
01.06.02.05	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE ADOQUIN DE CONCRETO ROJO	M2	203.70
	- COMO ES UNA ANTECESORA DE LA COLOCACIÓN DEL ADOQUÍN SE VE AFECTADO POR LA INCOMPATIBILIDAD.		
	- <b>ESTA LLEVA A RETRASO.</b>		
	- SE REALIZÓ UN REPLANTEA DE PLANOS.		
	- SE REALIZÓ UN ADICIONAL QUE LLEVO SUS PROCESOS, ESTO LLEVO A RETRASO Y AMPLIACIÓN DE PLAZO.		
<b>01.07 PAPELERAS METALICAS</b>			
<b>01.07.01 CONCRETO SIMPLE</b>			
01.07.01.01	DEMONTAJE DE PAPELERA METÁLICA EXISTENTE	UND	9.00
	- <b>SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES</b>		
01.07.01.02	EXCAVACIÓN P/BASE DE BASURERO METALICO	M3	0.42
	- <b>SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES</b>		
01.07.01.03	CONCRETO (F´C=175 KG/CM2), EN BASE P/BASURERO METÁLICO	M3	0.42
	- <b>SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES</b>		
<b>01.07.02 DOBLE BASURERO METALICO</b>			
01.07.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE DOBLE BASURERO METALICO	UND	9.00
	- SE REALIZO EL CAMBIO DE MATERIAL DE METAL POR FIBRA DE VIDRIO POR TEMAS DE LLUVIAS (EL METAL AL OXIDARSE FRENTE A LAS LLUVIAS) QUE FUERON ASUMIDAS POR EL CONTRATISTA.		
<b>01.08 BOLARDAS METALICAS Y CERCA DE CADENA EN JARDINES</b>			
01.08.01	REPARACION DE BARANDAS METALICAS	M2	12.50
	- <b>SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES</b>		
<b>01.09 ILUMINACION</b>			
01.09.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE FOCOS LED EN LUMINARIAS	UND	48.00
	- <b>SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES</b>		
<b>01.10 ACABADOS EN GENERAL</b>			
01.10.01	PINTURA EN CADENAS DE CERCA METALICA DE JARDINES	ML	361.30
	- <b>SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES</b>		

01.10.02	PINTADO DE POSTES METALICOS	UND	30.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.10.03	PINTURA EN SARDINELES DE PLAZA	ML	527.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.10.04	PINTURA EN ARCOS DE PLAZA	M2	42.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
01.10.05	PINTURA EN GLORIETA DE PLAZA	M2	56.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		
<b>01.11 OTROS</b>			
01.11.01	LETRAS CORPÓREAS CON ILUMINACIÓN LED (CABANA)	GBL	1.00
	- COMO ESTA GLOBAL NO TENÍAMOS DETALLES SE LAS MEDIDAS EN METRADO, NI MEMORIA DESCRIPTIVA		
01.11.02	LETRAS DORADAS EN ARCOS (TIERRA DE LOS PASHAS)	GBL	1.00
	- COMO ESTA GLOBAL NO TENÍAMOS DETALLES SE LAS MEDIDAS EN METRADO, NI MEMORIA DESCRIPTIVA		
<b>01.12 FLETES</b>			
01.12.01	FLETE TERRESTRE	GBL	1.00
	- SIN RESTRICCIONES Y LIMITACIONES		

La mayor parte de las partidas, como la identificación de obra, almacén de obra, movilización y desmovilización, limpieza permanente en obra, equipos de protección individual y colectiva, implementación de plan de seguridad y salud, señalización de seguridad, entre otras, no presentaron restricciones ni limitaciones, lo cual fue un indicador de una planificación adecuada en estas áreas.

Sin embargo, se encontraron restricciones y limitaciones significativas en las siguientes áreas:

- **Trazo, Nivelación y Replanteo Topográfico:** Durante la verificación de campo con los planos existentes, se detectaron discrepancias en las medidas metradas versus las planificadas. Se encontraron problemas con la remoción de adoquines, las coberturas de bancas que no cumplían su función frente a las lluvias, y las medidas de la pileta que no eran acordes a las medidas de campo, además de contar con planos eléctricos y sanitarios inadecuados (Ver Anexo N°1).
- **Obras de Concreto Simple para Cobertura:** La necesidad de esperar la aprobación de cambios debido a que no cumplían con las necesidades del proyecto restringió la ejecución de esta partida.
- **Cobertura para Bancas y Sombrillas:** La medida de cobertura no era adecuada para proteger de la lluvia y el sol, lo que llevó a retrasos por la necesidad de hacer consultas al supervisor, realizar adiciones y esperar su aprobación.
- **Pavimento Articulado (Adoquín):** Se encontraron incompatibilidades en las medidas metradas respecto a los planos, lo que obligó a replantear y realizar adiciones, generando retrasos (Ver Anexo N°1).

- **Doble Basurero Metálico:** Se realizó un cambio de material de metal a fibra de vidrio para evitar la oxidación por las lluvias, una decisión asumida por el contratista (Ver Anexo N°1).
- **Letras Corpóreas con Iluminación LED y Letras Doradas en Arcos:** No se contaba con detalles de las medidas en metrado ni memoria descriptiva, lo que indica una falta de información precisa para la ejecución de estas partidas.

Ante los desafíos enfrentados durante la ejecución de la obra en noviembre y diciembre, se decidió adoptar la metodología Lean Construction, complementándola con la estrategia de planificación Lookahead, con el objetivo de optimizar el rendimiento y acercarnos a las metas establecidas. Originalmente, el cronograma de diciembre anticipaba un avance del 1.54% para alcanzar el 100% de la obra. No obstante, los contratiempos previos modificaron esta expectativa, estableciendo una nueva meta de avance del 31.06%. La implementación de Lean Construction y el uso de Lookahead buscan no solo abordar y mitigar los problemas surgidos sino también maximizar la eficiencia operativa. Este enfoque estratégico pretende no solo aproximarnos a la meta revisada sino, en el mejor de los escenarios, alcanzar completamente el objetivo programado, demostrando la flexibilidad y capacidad de adaptación del equipo de proyecto ante imprevistos.

### **3.5. Estudio de Caso con la Implementación de Lean Construction y Lookahead**

La implementación de Lean Construction y Lookahead será realizada en dos fases, en la primera fase constará de analizar el tema de metrados en base a las limitaciones y restricciones presentadas en la Tabla 16, y en la segunda fase será realizar una programación utilizando Lookahead para evitar justamente las restricciones y limitaciones evaluadas en la obra.

## Fase 1: Evaluación en la Planilla de Metrado

Esta fase se centrará en identificar y eliminar procesos innecesarios, optimizando el uso de materiales y mano de obra, para asegurar una planificación eficiente.

**Tabla 17**  
*Reorganización de la Planilla de Metrado*

	DESCRIPCIÓN	UND	METRADO
<b>1</b>	<b>PLAZA CABANA</b>		
	<b>01.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
	01.01.01 CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x7.20 - INC. GIGANTOGRAFÍA	UND	1
	01.01.02 MOBILIZACION Y DESMOBILIZACION	GBL	1
	01.01.03 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO TOPOGRÁFICO	M2	2045
	<b>01.02 SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL</b>		
	01.02.01 IMPLEMENTACIÓN DE PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD	GBL	1
	<b>01.03 MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA</b>		
	01.03.01 PINTADO Y BARNIZADO DE BANCAS DE MADERA Y SOPORTE METÁLICO	UND	36
	<b>01.04 COBERTURA PARA BANCAS</b>		
	<b>01.04.01 TRABAJOS PRELIMINARES</b>		
	01.04.01.01 CORTE Y DEMOLICION DE VEREDA DE CONCRETO P/CIMENTACIÓN	M2	5.76
	01.04.01.02 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SECO	M3	3.17
	<b>01.04.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>		
	01.04.02.01 CONCRETO F'c=175KG/CM2 P/SOPORTE DE ESTRUCTURA DE COBERTURA	M3	3.17
	01.04.02.02 FIJACION DE ESTRUCTURA DE MADERA P/SOPORTE DE COBERTURA	UND	16
	<b>01.04.03 SOMBRILLAS PARA BANCAS</b>		
	01.04.03.01 COBERTURA DE TEJA ANDINA CON ESTRUCTURA DE MADERA	UND	16
	<b>01.05 ROTONDA</b>		
	<b>01.05.01 PILETA</b>		
	<b>01.05.01.01 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>		
	01.05.01.01.01 CORTE Y DEMOLICIÓN DE LOSA DE CONCRETO P/CIMIENTO DE PILETA	M2	0.79
	01.05.01.01.02 EXCAVACIÓN PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL SECO	M3	0.35
	01.05.01.01.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, EN SECO	M2	0.63
	01.05.01.01.04 CONCRETO F'c= 210 KG/CM2 P/SOPORTE DE PILETA	M3	0.35
	<b>01.05.01.02 INSTALACIONES</b>		
	<b>01.05.01.02.01 AGUA Y DRENAJE</b>		

01.05.01.02.01.01	SISTEMA DE BOMBEO HIDRAULICO P/ PILETA	GBL	1
<b>01.05.01.02.02 ELECTRICAS</b>			
01.05.01.02.02.01	SUMINISTRO E INSTALACION DEL SISTEMA ELÉCTRICO ACUATICAS P/PILETA	UND	6
<b>01.05.01.03 ACABADOS</b>			
01.05.01.03.01	PISO FONDO, ENCHAPADO C/CERAMICA	M2	16.5
01.05.01.03.02	ENCHAPADO DE MURO P/SOPORTE DE PILETA	M2	0.63
01.05.01.03.03	ENCHAPADO DE MURO SARDINEL DE PILETA INTERIOR y EXTERIOR	M2	32.62
01.05.01.03.05	ENCHAPADO DE ESTRADO DE ROTONDA	M2	108.8
<b>01.05.01.04 PILETA PREFABRICADA</b>			
01.05.01.04.01	SUMINISTRO E INSTALACION DE PILETA PREFABRICADA	UND	1
<b>01.06 PISOS Y PAVIMENTOS</b>			
<b>01.06.01 SARDINEL DE CONCRETO</b>			
01.06.01.01	EXCAVACION P/SARDINEL H=0.15M	M3	0.61
01.06.01.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE SARDINEL	ML	18
01.06.01.03	CONCRETO (F´C=175 KG/CM2), EN SARDINEL	M3	0.61
<b>01.06.02 PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUIN)</b>			
01.06.02.01	RETIRO DE PAVIMENTO ADOQUINADO AL REDEDOR DE LA PLAZA	M2	203.7
01.06.02.02	CORTE DE TERRENO E=0.25M	M2	203.7
01.06.02.03	BASE GRANULAR E=0.20M	M2	203.7
01.06.02.04	CAMA DE APOYO E=2" PARA ADOQUIN DE CONCRETO	M2	203.7
01.06.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE ADOQUIN DE CONCRETO ROJO	M2	203.7
<b>01.07 PAPELERAS METALICAS</b>			
<b>01.07.01 CONCRETO SIMPLE</b>			
01.07.01.01	DEMONTAJE DE PAPELERA METALICA EXISTENTE	UND	9
01.07.01.02	EXCAVACION P/BASE DE BASURERO METALICO	M3	0.42
01.07.01.03	CONCRETO (F´C=175 KG/CM2), EN BASE P/BASURERO METALICO	M3	0.42
<b>01.07.02 DOBLE BASURERO METALICO</b>			
01.07.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE DOBLE BASURERO METALICO	UND	9
<b>01.08 BOLARDAS METALICAS Y CERCA DE CADENA EN JARDINES</b>			
01.08.01	REPARACIÓN DE BARANDAS METALICAS	M2	12.5
<b>01.09 ILUMINACION</b>			
01.09.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE FOCOS LED EN LUMINARIAS	UND	48
<b>01.10 ACABADOS EN GENERAL</b>			
01.10.01	PINTURA EN CADENAS DE CERCA METALICA DE JARDINES	ML	361.3
01.10.02	PINTADO DE POSTES METALICOS	UND	30
01.10.03	PINTURA EN SARDINELES DE PLAZA	ML	564
<b>01.11 OTROS</b>			
01.11.01	LETRAS CORPÓREAS CON ILUMINACIÓN LED (CABANA)	GBL	1

01.11.02	LETRAS DORADAS EN ARCOS (TIERRA DE LOS PASHAS)	GBL	1
<b>01.12 FLETES</b>			
01.12.01	FLETE TERRESTRE	GBL	1

Realizando un análisis comparativo del metrado inicial con el metrado presentado en la tabla 17, se ha obtenido las siguientes reducciones y reestructuraciones de partidas:

#### **A. Consolidación de Actividades de Enchapado:**

Las partidas relacionadas con el enchapado en la sección de la pileta y la rotonda se han mantenido detalladas, pero se han simplificado al consolidar el enchapado de muros sardineros de pileta interior y exterior en una sola partida.

#### **B. Optimización en el Área de Instalaciones:**

La partida relacionada al sistema eléctrico se ha relacionado de forma general al sistema acuático y a la pileta manteniendo un enfoque coherente y asegurando que el cumplimiento del sistema eléctrico sea considerado adecuadamente para la eficiencia y efectividad del proyecto.

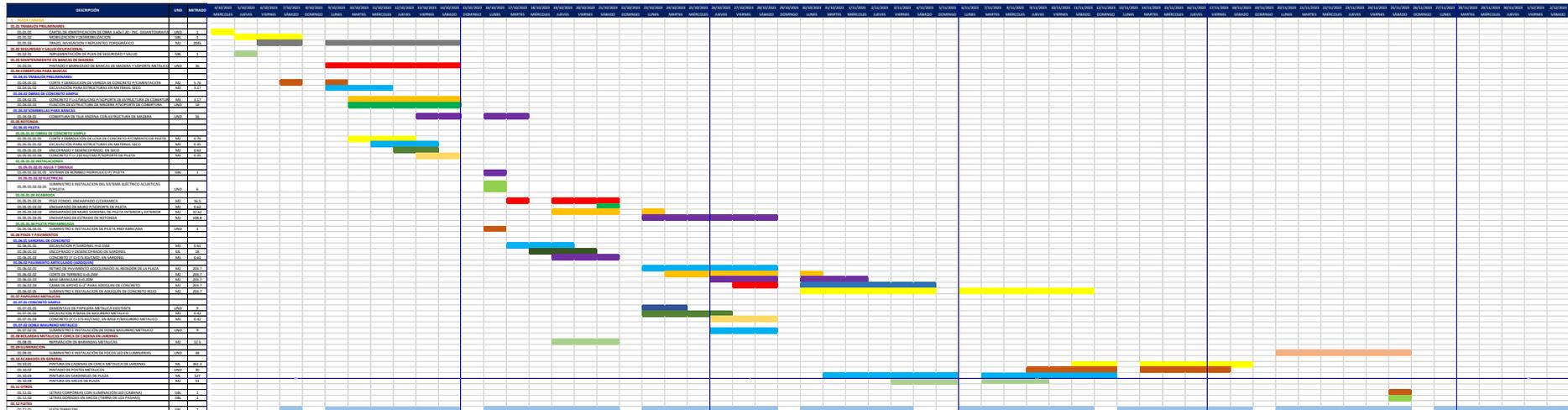
#### **C. Revisión en las Partidas de Acabados y Pintura:**

En la sección de acabados generales, las tareas de pintura se han integrado estratégicamente con otros acabados afines, con el objetivo de acelerar este proceso. Esta consolidación busca optimizar los tiempos de ejecución, facilitando una conclusión más rápida y eficiente del proyecto de construcción.

### **Fase 2: Programación Lookahead**

#### **A. Plan Maestro**

**Figura 8**  
*Plan Maestro*



Para el proyecto de Mejoramiento y Rehabilitación de la Plaza de Armas en el Distrito de Cabana, se diseñó un plan maestro detallado, destacando los hitos críticos para su éxito. Este cronograma planificado abarca todas las fases del proyecto, desde los trabajos preliminares hasta los acabados finales, asegurando una ejecución secuencial y eficaz. A pesar de que las fechas de inicio y finalización pueden ajustarse debido a imprevistos como condiciones climáticas adversas o desafíos logísticos, el equipo encargado permanecerá vigilante para implementar correcciones oportunas. Este enfoque proactivo garantiza la adaptabilidad del cronograma a través de reprogramaciones, para optimizar el rendimiento. Con un inicio el 4 de octubre de 2023 y una conclusión proyectada para el 2 de diciembre de 2023, el proyecto demuestra un compromiso con la eficiencia, marcando un hito para la comunidad de Cabana y la Municipalidad Provincial de Pallasca.

## B. Planificación Lookahead

### ➤ OCTUBRE

**Figura 9**

*Planificación Lookahead - octubre*

ACTIVIDAD	LOOKAHEAD PLANNING							Análisis de Restricciones Mes Octubre	
	SEM 01							DESCRIPCIÓN	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M		
TRABAJOS PRELIMINARES	4	5	6	7	8	9	10		
SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL									
MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA									
COBERTURA PARA BANCAS								la medida de cobertura, no cubre de la lluvia y el sol	Levantada
ROTONDA									
ACTIVIDAD	SEM 02							DESCRIPCIÓN	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M		
TRABAJOS PRELIMINARES	11	12	13	14	15	16	1	La medida de la pileta no era acorde a las medidas de campo, como también que contaba con planos eléctricos y sanitarios de la pileta	Levantada
MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA								Sin Restricción	
COBERTURA PARA BANCAS								Con llevo hacer la consulta al supervisor esta ser remitido ha consultor	Levantada
ROTONDA								Sin Restricción	
ACTIVIDAD	SEM 03							DESCRIPCIÓN	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M		
ROTONDA	18	19	20	21	22	23	24	Se elaboro los planos y se dio soluciones inmediatas.	Levantada
PISOS Y PAVIMENTOS									
PAPELERAS METALICAS								Se elaboro los planos y se dio soluciones inmediatas.	Levantada
BOLARDAS METALICAS Y CERCA DE CADENA EN JARDINES								Sin Restricción	
ACTIVIDAD	SEM 04							DESCRIPCIÓN	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M		

ROTONDA	25	26	27	28	29	30	31	Se elaboro los planos y se dio soluciones inmediatas.	Levantada
PISOS Y PAVIMENTOS								Sin Restricción	
PAPELERAS METALICAS								Se elaboro los planos y se dio soluciones inmediatas.	Levantada
ACABADOS EN GENERAL								Sin Restricción	
FLETES								Sin Restricción	

La figura 8 presenta un resumen de la planificación Lookahead para el mes de octubre, enfocado en distintas actividades dentro de un proyecto, detallando las restricciones encontradas semanalmente y su estado correspondiente. A continuación, se ofrece una explicación estructurada por semanas:

#### SEMANA 1 (OCT 4 - OCT 10)

- **Trabajos Preliminares:** No se especifican restricciones ni estado.
- **Seguridad y Salud Ocupacional:** No se mencionan detalles específicos, indicando posiblemente ausencia de actividades o restricciones en esta categoría.
- **Mantenimiento en Bancas de Madera:** No se especifican restricciones.
- **Cobertura para Bancas:** Se reportó que las coberturas instaladas no ofrecen protección adecuada contra la lluvia y el sol, lo cual también fue subsanado.
- **Rotonda:** No se reportan actividades o restricciones para esta semana.

## SEMANA 2 (OCT 11 - OCT 17)

Trabajos Preliminares: Se encontró que las dimensiones de la pileta no correspondían con las medidas reales del sitio, además de carecer de planos eléctricos y sanitarios adecuados. Esta restricción fue levantada tras realizar las correcciones pertinentes.

- **Mantenimiento en Bancas de Madera:** No se reportaron restricciones para esta actividad.
- **Cobertura para Bancas:** Tras consultar con el supervisor y remitir el asunto al consultor, se solucionó el problema inicialmente identificado.
- **Rotonda:** No se encontraron restricciones para esta actividad.

## SEMANA 3 (OCT 18 - OCT 24)

- **Rotonda, Pisos y Pavimentos, y Papeleras Metálicas:** Se elaboraron planos y se proporcionaron soluciones inmediatas a las restricciones encontradas, resolviendo todas las incidencias.
- **Bolardas Metálicas y Cerca de Cadena en Jardines:** No se mencionan restricciones, lo que sugiere que no hubo impedimentos para su realización.

## SEMANA 4 (OCT 25 - OCT 31)

- **Rotonda y Papeleras Metálicas:** Se continuó con la elaboración de planos y soluciones inmediatas a problemas previamente identificados, logrando superar todas las restricciones.
- **Pisos y Pavimentos, Acabados en General, y Fletes:** Estas actividades procedieron sin restricciones, indicando un avance fluido y sin contratiempos.

➤ **NOVIEMBRE**

**Figura 10**  
*Planificación Lookahead - noviembre*

ACTIVIDAD	LOOKAHEAD PLANNING							Análisis de Restricciones Mes Noviembre	
	SEM 01							DESCRIPCIÓN	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M		
PISOS Y PAVIMENTOS	1	2	3	4	5	6	7	El plano replanteado para ejecutar el adicional con Metrados actualizados	Levantada
ACABADOS EN GENERAL								Sin Restricción	
FLETES								Sin Restricción	
ACTIVIDAD	SEM 02							DESCRIPCIÓN	
	Mx	J	V	S	D	L	M		
PISOS Y PAVIMENTOS	8	9	10	11	12	13	14	La partida se cambió por demolición de concreto estampado. Porque en campo no se contaba con adoquines	Levantada
ACABADOS EN GENERAL								Sin Restricción	
FLETES								Sin Restricción	
ACTIVIDAD	SEM 03							DESCRIPCIÓN	
	Mx	J	V	S	D	L	M		
ILUMINACION	15	16	17	18	19	20	21	Sin Restricción	
ACABADOS EN GENERAL								Sin Restricción	
FLETES								Sin Restricción	
ACTIVIDAD	SEM 04							DESCRIPCIÓN	
	Mx	J	V	S	D	L	M		
ILUMINACION	22	23	24	25	26	27	28	Sin Restricción	
ACABADOS EN GENERAL								Sin Restricción	
OTROS								Sin Restricción	
FLETES								Sin Restricción	

La figura 9 detalla la planificación Lookahead para el mes de noviembre, organizada semanalmente y enfocada en diversas actividades relacionadas con un proyecto. Se

especifican tanto las restricciones identificadas como su estado actual. A continuación, se ofrece una explicación detallada por semanas:

#### **SEMANA 1 (NOV 1 - NOV 7)**

- **Pisos y Pavimentos:** Se realizó un replanteo de los planos para ejecutar trabajos adicionales, actualizando los metrados. Esta actividad presentó una restricción inicialmente, la cual fue resuelta satisfactoriamente.
- **Acabados en General:** Las actividades relacionadas con acabados procedieron sin restricciones, indicando una planificación y ejecución fluidas.
- **Fletes:** No se reportaron restricciones, lo que sugiere que el transporte y la logística se desarrollaron conforme a lo previsto.

#### **SEMANA 2 (NOV 8 - NOV 14)**

- **Pisos y Pavimentos:** La tarea prevista tuvo que ser modificada de la instalación de adoquines a la demolición de concreto estampado, debido a discrepancias entre lo planificado y la situación real en el terreno. Esta restricción también fue superada.
- **Acabados en General:** Continuaron sin presentarse restricciones, manteniendo un avance constante en estas tareas.
- **Fletes:** La logística siguió operando de manera eficiente, sin incidencias que reportar.

#### **SEMANA 3 (NOV 15 - NOV 21)**

- **Iluminación:** Se iniciaron las actividades de iluminación sin enfrentar restricciones, lo que indica una buena preparación y adaptación a las necesidades del proyecto.
- **Acabados en General:** Se mantuvo el ritmo de trabajo sin contratiempos, continuando con el avance programado.

- **Fletes:** La operación logística permaneció estable, sin dificultades que afectaran el desarrollo del proyecto.

**SEMANA 4 (NOV 22 - NOV 28)**

- **Iluminación:** Las actividades de iluminación continuaron sin enfrentar restricciones, asegurando el progreso adecuado en esta área.
- **Acabados en General:** Al igual que en las semanas anteriores, no se reportaron restricciones, destacando la eficiencia en la ejecución de estas tareas.
- **Otros:** Se menciona una categoría general de "Otros", sin especificar actividades particulares, pero indicando también la ausencia de restricciones.
- **Fletes:** La logística concluyó el mes operando de manera óptima, sin reportes de incidencias.

➤ **DICIEMBRE**

**Figura 11**  
*Planificación Lookahead - diciembre*

ACTIVIDAD	LOOKAHEAD PLANNING							Análisis de Restricciones Mes Diciembre	
	SEM 01							DESCRIPCIÓN	ESTADO
	Mx	J	V	S	D	L	M		
FLETES	29	30	1	2	3	4	5	Sin Restricción	

La planificación Lookahead para el mes de diciembre se presenta de forma muy concisa, centrándose exclusivamente en la primera semana del mes y abordando únicamente la actividad de fletes. Aquí se detalla la situación:

## SEMANA 1 (NOV 29 - DIC 5)

- **Fletes:** Se reporta que, durante este periodo, la actividad relacionada con el transporte y logística del proyecto no enfrenta ninguna restricción, lo que indica una planificación y ejecución fluidas sin contratiempos previstos.

### ➤ PLANIFICACIÓN ADICIONAL

La planificación Lookahead se ha ajustado a partir del cronograma inicial, tomando en cuenta las restricciones y limitaciones detalladas en la tabla 16. Este ajuste fue necesario debido a que el avance proyectado del trabajo no alcanzaba el 100%, sino solo el 84.98%. Por tanto, en el análisis Lookahead se incluyó una planificación y valorización adicionales, con el objetivo de garantizar la correlación en la culminación del proyecto y asegurar que estas tareas adicionales se completaran en el menor tiempo posible.

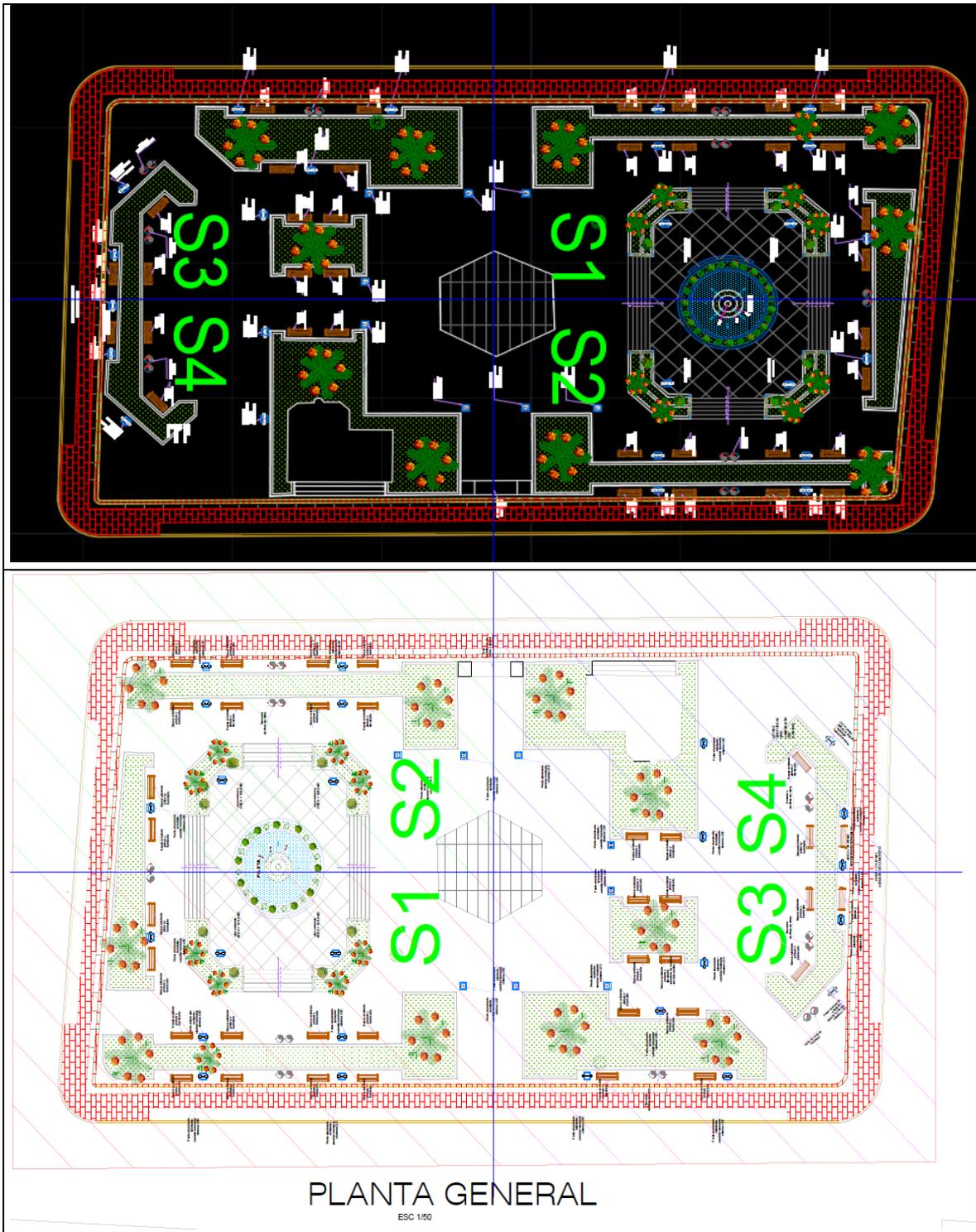
Para optimizar la ejecución del proyecto, decidimos sectorizar la plaza Cabana en cuatro sectores distintos. Esta estrategia nos permitió organizar el recorrido de obra de manera que se comprometa la realización de los trabajos en tiempos más reducidos, lo que favorece una gestión más eficiente del tiempo y de los recursos disponibles. Dicha sectorización y su implicación en la planificación del proyecto se pueden revisar con más detalle en la tabla 18 y el Anexo N°2 para evaluar el plano general de la obra.

**Tabla 18**

*Clasificación por sectores*

S1	S2	S3	S4
<b>SECTOR 1</b>	<b>SECTOR 2</b>	<b>SECTOR 3</b>	<b>SECTOR 4</b>

**Figura 12**  
*Sectorización de la plaza Cabana*



**Tabla 19**

*Cronograma Lookahead adicional*

DESCRIPCIÓN		14/12/2023	15/12/2023	16/12/2023	17/12/2023	18/12/2023
		JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES
<b>1 PLAZA CABANA</b>						
<b>01.03 MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA</b>						
<b>01.04.02 OBRAS DE CONCRETO SIMPLE</b>			S1-S2-S3-S4			
01.04.02.01	CONCRETO F <sub>c</sub> =175KG/CM <sup>2</sup> P/SOPORTE DE ESTRUCTURA DE COBERTURA	S1-S2-S3-S4				
01.04.02.02	FIJACION DE ESTRUCTURA DE MADERA P/SOPORTE DE COBERTURA					
<b>01.04.03 SOMBRILLAS PARA BANCAS</b>			S1-S2		S3	
01.04.03.01	COBERTURA DE TEJA ANDINA CON ESTRUCTURA DE MADERA					
<b>01.06 PISOS Y PAVIMENTOS</b>						
<b>01.06.02 PAVIMENTO ARTICULADO (ADOQUIN)</b>						
01.06.02.01	RETIRO DE PAVIMENTO ADOQUINADO AL REDEDOR DE LA PLAZA	S1-S2-S3-S4		S1-S2-S3-S4		
01.06.02.02	CORTE DE TERRENO E=0.25M	S1-S2-S3-S4		S1-S2-S3-S4	S1-S2-S3-S4	
01.06.02.03	BASE GRANULAR E=0.20M			S1-S2-S3-S4	S1-S2-S3-S4	
01.06.02.04	CAMA DE APOYO E=2" PARA ADOQUIN DE CONCRETO			S1-S2-S3-S4	S1-S2-S3-S4	S1-S2-S3-S4
01.06.02.05	SUMINISTRO E INSTALACION DE ADOQUIN DE CONCRETO ROJO			S1-S2-S3-S4	S1-S2-S3-S4	S1-S2-S3-S4

Esta aproximación metodológica no solo facilita un control más efectivo sobre el avance de la obra, sino que también permite identificar de manera proactiva potenciales desafíos y restricciones en cada sector, posibilitando intervenciones rápidas y ajustes en tiempo real que aseguren el cumplimiento de los plazos establecidos, mejorando así las perspectivas de finalización exitosa del proyecto dentro de los márgenes de tiempo propuestos.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

### 4.1. Resultado del objetivo específico 1

**Objetivo Específico 1:** Aplicar los principios de Lean Construction para optimizar la gestión de costos en un proyecto piloto de infraestructura en el distrito de Cabana.

**Tabla 20**  
*Evaluación de costos aplicando Lean Construction*

ITEM	DESCRIPCIÓN	Obra: Plaza Caban				SEGÚN METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION			
	Obra: Plaza Cabana	Costos Mano de Obra Expediente S/.	(HH) Presupu estadas	Ratio Promedio (HH)	META (HH)	REAL (HH)	Ahorro Total (HH)	Costo de Ahorro Total S/.	Gastos de Mano de Obra según Metodología Lean Construction S/.
01.01	TRABAJOS PRELIMINARES	10,370.11	150	140	130	100	50	2,000	8,370.11
01.02	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL	9 843.96	100	95	90	70	30	1,200	8,643.96
01.03	MANTENIMIENTO O EN BANCAS DE MADERA	5,934.24	80	76	70	50	30	1,200	4,734.24
01.04	COBERTURA PARA BANCAS	25,163.15	200	190	180	150	50	2,000	23,163.15
01.05	ROTONDA	45,269.21	250	238	230	200	50	2,000	43,269.21
01.06	PISOS Y PAVIMENTOS	24,399.87	180	171	165	130	50	2,000	22,399.87
01.07	PAPELERAS METALICAS	5,550.02	50	48	45	35	15	600	4,950.02
01.08	BOLARDAS METALICAS Y CERCA DE CADENA EN JARDINES	508.50	30	29	28	20	10	400	108.50
01.09	ILUMINACION	6,803.52	60	57	55	45	15	600	6,203.52
01.10	ACABADOS EN GENERAL	16,086.69	120	114	110	90	30	1,200	14,886.69
01.11	OTROS	4,020.00	40	38	37	30	10	400	3,620.00
01.12	FLETES	9,493.65	20	19	18	15	5	200	9,293.65
<b>TOTAL</b>		S/.163,442.92							S/.149,642.92

La aplicación de los principios de Lean Construction en el proyecto de la Plaza Cabana ha permitido optimizar significativamente la gestión de costos laborales. Al comparar las horas hombre presupuestadas con las realmente utilizadas, se observa un ahorro

considerable en cada ítem del proyecto, destacando la eficiencia alcanzada. Por ejemplo, los trabajos preliminares, previstos para 150 horas, se completaron en 100 horas, generando un ahorro de 50 horas y reduciendo los costos en 2,000 S/. Este enfoque no solo mejoró la eficiencia laboral, sino que también logró una reducción global de costos de mano de obra de 163,442.92 S/. a 149,642.92 S/., demostrando el impacto positivo de Lean Construction en la optimización de recursos y la gestión financiera del proyecto. A continuación, se presenta la comparación del presupuesto general al haber implementado la metodología Lean Construction.

**Tabla 21**  
*Comparación del Monto Total en relación a Lean Construction*

<b>PRESUPESTO</b>	<b>Sin Lean C.</b>	<b>Con Lean C.</b>
<b>COSTO DIRECTO</b>	S/.163,442.92	S/.149,642.92
<b>GASTOS GENERALES (10% CD)</b>	S/. 16 344.29	S/. 14 964.29
<b>UTILIDAD (6% CD)</b>	S/. 9 806.58	S/. 8 978.58
<b>SUB TOTAL</b>	S/. 189 593.79	S/. 173 585.79
<b>IMPUESTO (IGV 18%)</b>	S/. 34 126.88	S/. 31 245.44
<b>MONTO REFERENCIAL DE OBRA (VR)</b>	S/. 223 720.67	S/. 204 831.23
<b>GASTOS DE SUPERVISION (4% VR)</b>	S/. 8 948.83	S/. 8 193.25
<b>MONTO TOTAL DEL PROYECTO</b>	S/. 232 669.50	S/. 213 024.48

La implementación de Lean Construction en el proyecto ha generado un impacto positivo y tangible en el presupuesto. Con esta metodología, el costo directo se redujo a S/.149,642.92, en comparación con S/.163,442.92 sin Lean Construction. Este ahorro se reflejó en los gastos generales y la utilidad, calculados como porcentajes del costo directo, disminuyendo a S/.14,964.29 y S/.8,978.58 respectivamente. Al sumar estos montos, el sub total antes de impuestos se situó en S/.173,585.79, frente a S/.189,593.79 sin Lean

Construction. Tras aplicar el IGV del 18%, el monto referencial de obra se ajustó a S/.204,831.23, permitiendo una reducción en el monto total del proyecto a S/.213,024.48, comparado con S/.232,669.50 sin la metodología, evidenciando la eficacia de Lean Construction en la optimización de costos y logrando una reducción en el monto total del proyecto de S/.19,645.02.

A partir de lo mencionado anteriormente aplicamos la ecuación (4) de eficiencia de costos (CPI), el cual es la siguiente:

$$CPI = \frac{EV}{AC}$$

$$CPI = \frac{213\ 024.48}{232\ 669.50}$$

$$CPI = 0.91556$$

$$CPI = 91.556\%$$

Esto refleja que hubo una eficiencia en el manejo de costos del 91.5%.

#### 4.2. Resultado del objetivo específico 2

**Objetivo Específico 2:** Aplicar la estrategia de planificación Lookahead para mejorar la eficiencia en la programación en un proyecto piloto en el distrito de Cabana.

**Tabla 22**  
*Porcentaje de Plan Cumplido PPC*

	ACTIVIDADES	METRADO TOTAL	ACTIVIDADES PROGRAMADAS	ACTIVIDADES CULMINADAS HASTA LA SEM 10	% PLAN CUMPLIDO
<b>MES OCTUBRE</b>	TRABAJOS PRELIMINARES		3071.26	<b>3074.12</b>	99.99%
	MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA		3068.56	<b>3074.12</b>	99.99%
	COBERTURA PARA BANCAS		3072.25	<b>3074.12</b>	99.99%
	ROTONDA		3069.68	<b>3074.12</b>	99.99%

	PISOS Y PAVIMENTOS	<b>3074.25</b>	3064.56	<b>3074.12</b>	99.99%
	PAPELERAS METALICAS		3069.21	<b>3074.12</b>	99.99%
	BOLARDAS METALICAS Y CERCA DE CADENA EN JARDINES		3071.56	<b>3074.12</b>	99.99%
	ACABADOS EN GENERAL		3072.54	<b>3074.12</b>	99.99%
	FLETES		3072.56	<b>3074.12</b>	99.99%
<b>MES NOVIEMBRE</b>	PISOS Y PAVIMENTOS	<b>1098.54</b>	1097.00	<b>1098.50</b>	99.99%
	ILUMINACION		1097.25	<b>1098.50</b>	99.99%
	ACABADOS EN GENERAL		1097.25	<b>1098.50</b>	99.99%
	FLETES		1097.00	<b>1098.50</b>	99.99%
<b>MES DICIEMBRE</b>	FLETES	<b>316.80</b>	315.50	<b>316.50</b>	99.99%
<b>PLANIFICACIÓN ADICIONAL</b>	MANTENIMIENTO EN BANCAS DE MADERA	<b>276.00</b>	275.00	<b>276.00</b>	100.00%
	PISOS Y PAVIMENTOS		275.00	<b>276.00</b>	100.00%

La estrategia de planificación Lookahead implementada en el proyecto piloto del distrito de Cabana ha demostrado ser excepcionalmente efectiva para mejorar la eficiencia en la programación. Según la tabla 22, todas las actividades programadas desde octubre hasta diciembre, incluidas las adicionales, alcanzaron o superaron el 99.99% del plan cumplido, destacando una ejecución casi perfecta. Específicamente, el mantenimiento en bancas de madera y los pisos y pavimentos en la planificación adicional lograron un 100% de cumplimiento. Este enfoque no solo aseguró una alta adherencia al cronograma planeado, sino que también refleja la precisión y la eficacia en la gestión de tareas. En base a esto se realizó una evaluación en el desempeño de la variación del cronograma aplicando las ecuaciones (2) y (3) del marco teórico.

**Tabla 23**

*Evaluación del uso de Lookahead*

N°	Descripción	Proyecto Plaza Cabana	SV Variación de cronograma	SPI Desempeño de cronograma
<b>Programación Sin Lookahead</b>				
1	Programado	100.00%	15.02%	84.98%
2	Ejecutado	84.98%		
3	Desfase	15.02%		
<b>Programación Con Lookahead</b>				
1	Programado	100.00%	0%	100.00%
2	Ejecutado	100.00%		
3	Desfase	0%		

La tabla 23 compara el desempeño del Proyecto Plaza Cabana bajo dos esquemas de programación: sin Lookahead y con Lookahead. En la programación sin Lookahead, se observa que solo el 84.98% del trabajo programado fue ejecutado, resultando en un desfase del 15.02%, con un SPI (Índice de Desempeño de Cronograma) de 84.98%, lo que indica un retraso respecto a lo planeado. Por contraste, la programación con Lookahead muestra una ejecución del 100% de lo programado, eliminando cualquier desfase y alcanzando un SPI de 100.00%. Esto demuestra la efectividad de la estrategia Lookahead en mantener el proyecto en su cronograma previsto, optimizando el desempeño y cumplimiento de tiempos.

#### **4.3. Resultado del objetivo específico 3**

**Objetivo Específico 3:** Evaluar el impacto de la implementación de Lean Construction y Lookahead en la eficiencia operativa de los proyectos de infraestructura en el distrito de Cabana.

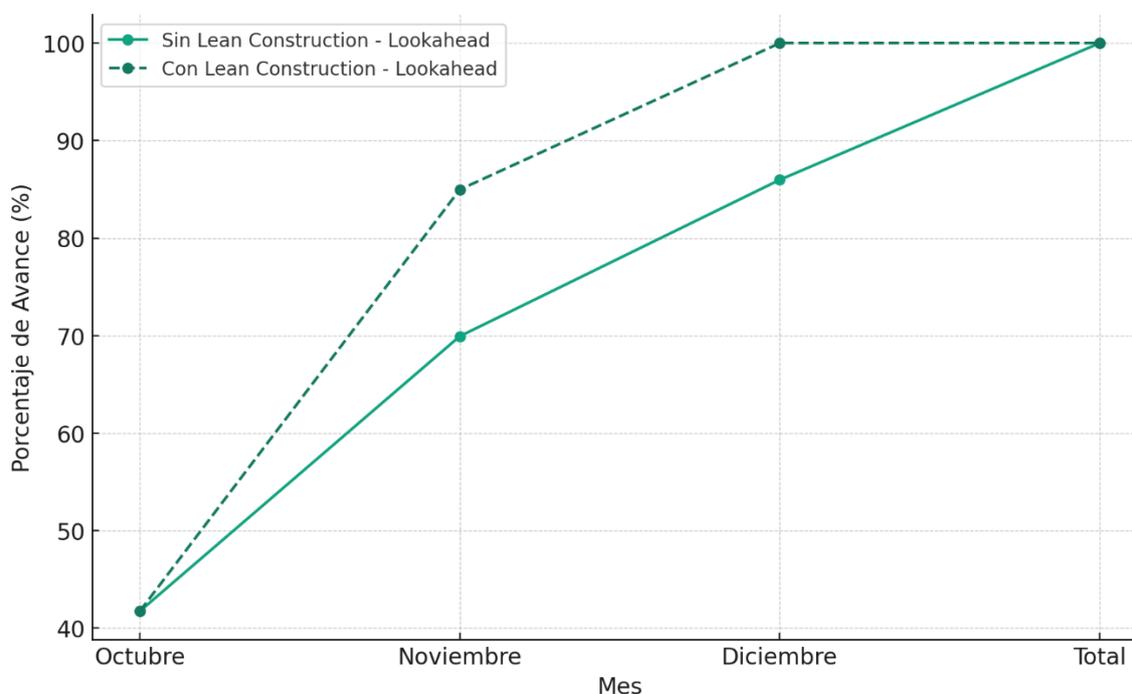
La tabla 24 compara el avance del proyecto utilizando dos metodologías distintas a lo largo de tres meses. Con la metodología sin Lean Construction y Lookahead, el avance total alcanza el 84.98%, mostrando un progreso desigual mes a mes. Por otro lado, al aplicar

Lean Construction y Lookahead, el proyecto logra un 100% de avance, manteniendo un ritmo de progreso constante en cada mes. Esto subraya la efectividad de Lean Construction y Lookahead en la optimización del cronograma y en alcanzar los objetivos programados de manera más eficiente y uniforme.

**Tabla 24**  
*Evaluación de las actividades completadas*

Mes		Metodología Sin Lean Construction - Looakhead		Metodología Con Lean Construction - Looakhead	
ITEM	Descripción	ACTIVIDADES COMPLETADAS	AVANCE	ACTIVIDADES COMPLETADAS	AVANCE
1	OCTUBRE	39.04%	41.75%	41.75%	41.75%
2	NOVIEMBRE	59.42%	27.19%	43.23%	43.23%
3	DICIEMBRE	1.54%	16.04%	15.02%	15.02%
<b>TOTAL</b>		100%	84.98%	100%	100%

**Figura 13**  
*Curva S del Avance del Proyecto*



A continuación, se procede a calcular la eficiencia operativa resultante al aplicar Lean Construction y Lookahead en el proyecto de Obra Plaza Caba, y para ello se utilizará la ecuación (5), mostrada en el marco teórico.

$$Eficiencia\ operativa = \frac{CPI + SPI}{N^{\circ}\ de\ Indicadores} \times 100$$

$$Eficiencia\ operativa = \frac{0.9155 + 1}{2} \times 100$$

$$Eficiencia\ operativa = 0.9577 \times 100$$

$$Eficiencia\ operativa = 95.77\%$$

Mediante el cálculo de la eficiencia operativa, considerando el Índice de Desempeño de Costos (CPI) y el Índice de Desempeño del Cronograma (SPI), se obtuvo un valor de 95.77%. Este porcentaje refleja una alta eficiencia operativa en la gestión de los proyectos, demostrando la efectividad de estas metodologías en mejorar la productividad y el cumplimiento de cronogramas en el sector de la construcción.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES

La aplicación de los principios de Lean Construction en el proyecto Plaza Cabana ha demostrado ser una estrategia eficaz para la optimización de costos, logrando un ahorro significativo en mano de obra y gastos generales. La metodología permitió reducir el costo directo del proyecto de S/.163,442.92 a S/.149,642.92, lo cual refleja una gestión financiera eficiente y un ahorro global en el presupuesto del proyecto.

La implementación de la estrategia de planificación Lookahead contribuyó notablemente a mejorar la eficiencia en la programación del proyecto. Alcanzando un cumplimiento del plan superior al 99.99% en todas las actividades, esta estrategia aseguró una ejecución precisa y a tiempo, demostrando su valor en la coordinación y gestión del tiempo.

La combinación de Lean Construction y Lookahead ha resultado en una notable eficiencia operativa, con un valor calculado de 95.77%. Esto indica que las metodologías aplicadas no solo son efectivas individualmente, sino que su integración potencia la capacidad de gestionar proyectos de forma más eficiente, tanto en términos de costos como de cronograma.

### Lecciones Aprendidas

Una de las lecciones más valiosas ha sido reconocer la importancia de aplicar metodologías de planificación y gestión eficientes, como Lean Construction y Lookahead, para mejorar el desempeño general de los proyectos de construcción. Estas herramientas son cruciales para optimizar recursos, reducir desperdicios y cumplir con los cronogramas establecidos.

Adaptarse a metodologías innovadoras y ser flexible en su implementación puede conducir a mejoras significativas en la gestión de proyectos. La adaptabilidad ante los cambios y la capacidad de ajustar estrategias según las necesidades del proyecto son esenciales para alcanzar los objetivos establecidos.

La aplicación de Lean Construction y Lookahead subraya la importancia de una colaboración y comunicación efectiva entre todos los miembros del equipo de proyecto. La coordinación y el trabajo en equipo son fundamentales para implementar estas metodologías de manera efectiva y alcanzar los resultados deseados.

## **RECOMENDACIONES**

Se recomienda implementar sistemáticamente metodologías de gestión de proyectos como Lean Construction y Lookahead en todas las fases del proyecto. Esta práctica permitirá optimizar los recursos y asegurar el cumplimiento de los cronogramas establecidos, mejorando así el desempeño general de los proyectos de construcción.

Se recomienda fomentar una cultura de adaptabilidad y flexibilidad dentro del equipo de proyecto. Capacitar al equipo en la importancia de ser receptivos a los cambios y enseñar técnicas para ajustar rápidamente las estrategias a las nuevas circunstancias, asegurando que el proyecto se mantenga en curso hacia sus objetivos a pesar de los desafíos imprevistos.

Se recomienda establecer canales de comunicación claros y efectivos, y promover una cultura de colaboración entre todos los miembros del equipo de proyecto, puesto que implementar herramientas y estrategias que faciliten una comunicación fluida y constante puede mejorar significativamente la coordinación, la resolución de problemas y el éxito en la implementación de metodologías como Lean Construction y Lookahead.

## REFERENCIAS

- Arellano Villena, M. J. (2022). Implementación de la metodología Lean Construction en el proyecto construcción de Compañía de Bomberos N° 47 para optimizar los costos y plazos, en el distrito de Oxapampa, año 2022. *Universidad Privada Del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/33254>
- Ávila Díaz, A. R., & Cardona Aguilar, A. M. (2020). Presupuestos y cronogramas para proyectos de construcción con implementación de lean construction y consideraciones por covid-19. *Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC*. <https://repositorio.unitec.edu/xmlui/handle/123456789/11926>
- Borda, M. (2022). *Interacción Lean-BIM para el diseño de metodología de gestión de proyectos de construcción en etapa de planificación y ejecución*. <https://repository.unimilitar.edu.co/handle/10654/44377>
- Cáceres Tume, K. V. (2012). *Estimación de costos de proyectos de infraestructura municipal*. Universidad de Piura. <https://hdl.handle.net/11042/1430>
- Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). (2021, September). *Informe Económico de la Construcción N° 45*. [http://www.construccionindustria.com/iec/descarga/IEC45\\_0921.pdf](http://www.construccionindustria.com/iec/descarga/IEC45_0921.pdf)
- Construcción y Vivienda. (2023, September 25). *Director ejecutivo de CAPECO, Guido Valdivia: “Hay un problema de visión sobre cuál es el rol del Estado en la promoción de una buena política de vivienda.”* <https://www.construccionyvivienda.com/2023/09/25/director-ejecutivo-de-capeco-guido-valdivia-hay-un-problema-de-vision-sobre-cual-es-el-rol-del-estado-en-la-promocion-de-una-buena-politica-de-vivienda/>
- Delgado Avalos, M. F., & Grados Moreno, M. A. (2022). Aplicación de la metodología Lean Construction en un proyecto de infraestructura educativa para optimizar los rendimientos ante las medidas sanitarias impuestas por Covid-19, Trujillo. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/9709>
- Deloitte. (2023, July). *Macroeconomic factors curb growth in global construction industry in 2022, but infrastructure, energy, and manufacturing investments offer new opportunities*. <https://www.deloitte.com/global/en/about/press-room/global-powers-of-construction.html>
- Espinar, C., Guillermo, L., Verastegui, V., & Luis, J. (2023). Protocolos de gestión para la administración contractual colaborativa de obras de edificaciones en la fuerza aérea del Perú, basados en los métodos del integrated project delivery y virtual design and construction. *Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)*. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/668017>
- EYNG. (2023, November 30). *Perú: Sector construcción lleva 10 meses en caída*. <https://eyng.pe/web/2023/11/30/peru-sector-construccion-lleva-10-meses-en-caida/>
- Gomez Villa, P. A. (2022). *Guía práctica para la implementación de la metodología LEAN Construction en el proyecto Termosuria*. Universidad de los Andes. <http://hdl.handle.net/1992/63769>
- Guzmán Tejada, A. (2014). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/5778>

- Hoyos Vasquez, U. (2023). *Implementación de la metodología Lean Construction para mejorar la gestión de la construcción de viviendas de interés social, Rioja, 2022*. <https://repositorio.ucss.edu.pe/handle/20.500.14095/2000>
- Lizana Gonzales, L. V. (2021). Aplicación del Lean Construction en la gestión de proyectos de obras de líneas de transmisión subterráneas electromecánicas. *Universidad Privada Del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/28175>
- Lucho Ruiz, E. O., & Rodríguez Vera, E. R. (2015). Aplicación de la guía PMBOK al proyecto centro comercial en Chugay en la gestión del tiempo, gestión del costo y gestión de la calidad. *Universidad Privada Antenor Orrego*. <https://repositorio.upao.edu.pe/handle/20.500.12759/1158>
- Ministerio de Economía y Finanzas. (2022). *Plan Nacional de Infraestructura Sostenible para la Competitividad*. [https://mef.gob.pe/contenidos/inv\\_privada/planes/PNISC\\_2022\\_2025\\_V2.pdf](https://mef.gob.pe/contenidos/inv_privada/planes/PNISC_2022_2025_V2.pdf)
- Orihuela Nuñez, M. R. (2023). Lean construction en la ejecución de infraestructura educativa en la especialidad de estructuras, Caraveli-Arequipa. *Universidad Peruana Los Andes*. <http://repositorio.upla.edu.pe/handle/20.500.12848/5694>
- Pérez, G., Gonzalo, J., Del Toro, H., & López, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *Revista de Investigación En Tecnologías de La Información: RITI, ISSN-e 2387-0893, Vol. 7, N°. 14, 2019 (Ejemplar Dedicado a: Julio-Diciembre)*, Págs. 110-121, 7(14), 110–121. <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Rodríguez Castillejo, Walter., & Valdez Cáceres, Doris. (2012). *Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con Lean Construction*.
- Sonco Casani, A. (2021). Aplicación de la metodología Lean Construction para optimizar los costos de mano de obra en la etapa de albañilería en un proyecto de edificio multifamiliar. *Universidad Privada Del Norte*. <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/27777>

## ANEXOS

### ANEXO N° 1. PANEL FOTOGRÁFICO



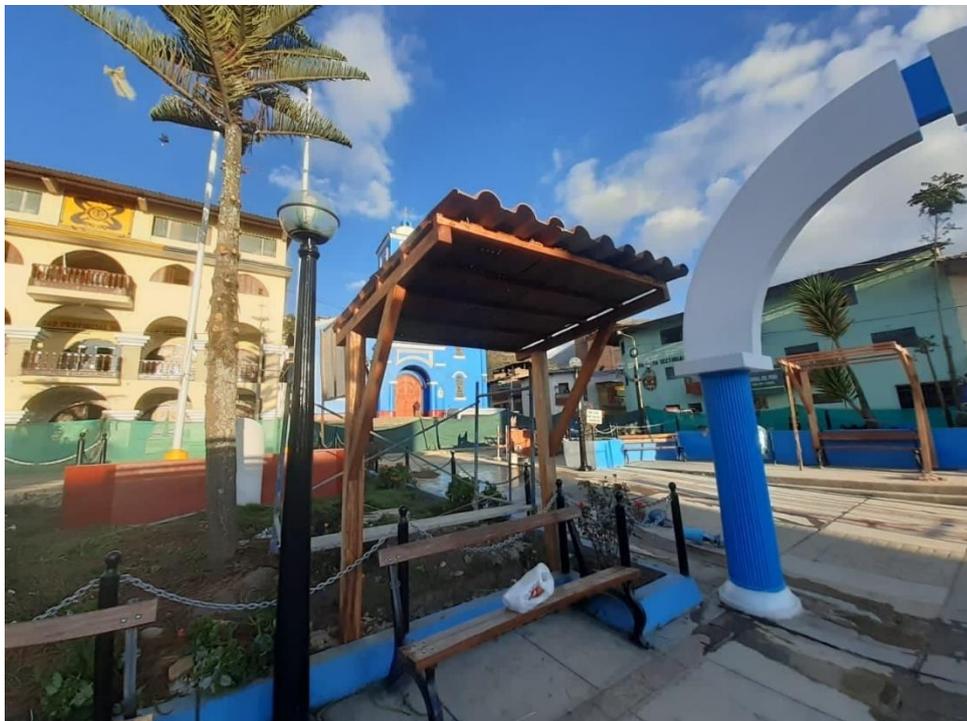
**Fotografía N° 1:** Se aprecia en la fotografía que el material no es de Adoquín, sino de concreto estampado



**Fotografía N° 2:** Se aprecia en la fotografía que tiene la forma de adoquín, pero es de concreto estampado



**Fotografía N° 3:** Se aprecia en la fotografía en donde se colocarán las coberturas



**Fotografía N° 4:** Se aprecia en la fotografía que la banca se proyectara la cobertura de teja andina, con la necesidad y función.



**Fotografía N° 5:** Se realizo trabajos de pintura en bancas, postes, cadenas y sardineles.



**Fotografía N° 6:** Se realizó la colocación de basurero, que tubo cambio de material de metal a fibra de vidrio, por tema de lluvias.



**Fotografía N° 7:** Se realizó trabajos de enchape en la pileta.



**Fotografía N° 8:** Se visualiza trabajo de adoquinado.



**Fotografía N° 9:** Se visualiza los diferentes trabajos ejecutados.

ANEXO N° 2. PLANOS DE LA OBRA

