

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL: INGENIERÍA CIVIL**



**Tesis**

**Influencia del Last Planner System en el flujo de producción de muros de albañilería  
en la institución educativa El Carmelo, Abancay, 2023**

Asesor:

MSc. Maldonado Mendivil, Ángel

Autor:

Oscoco Quispe, Nick Anderson

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Abancay – Apurímac – Perú

2025



# Universidad Tecnológica de los Andes

Transformando vidas

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

Acta N°: 066

En la ciudad de Abancay, a los dieciséis días del mes de julio del 2025, siendo las 11:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Directoral N° 0537-2025- EPIC-FI-UTEA-SA de fecha 27 de junio del 2025, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Dr. Soto Palomino, Wilfredo
Dictaminante :	Mag. Roldan Juárez, Américo
Replicante :	Ing. Gamarra Mota, Rubén

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis  Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

**Influencia del Last Planner System en el flujo de producción de muros de albañilería en la institución educativa El Carmelo, Abancay, 2023**

Desarrollado por las (los) Bachilleres (es):

**Br: Oscco Quispe, Nick Anderson**

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

Concluido el acto, el Jurado dictaminó que el (la) (los) mencionado(a) (s) bachiller (es) fue (ron) APROBADO (S):

Por: Unanimidad  
(Unanimidad o Mayoría) (\*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
<b>Oscco Quispe, Nick Anderson</b>	<b>Aprobado</b>

Siendo las 12:35m horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidenta: Dr. Soto Palomino, Wilfredo

Dictaminante: Mag. Roldan Juárez, Américo

Replicante: Ing. Gamarra Mota, Rubén

Abancay 13 de octubre del 2025

Se expide la presente conforme al Libro de Actas de Sustentación de Tesis, consignado en los folios N° 341

(\*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban. Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RUGAT.  
(\*\*) D a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con distinción, Art. 18 RUGAT.

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**  
Ciudad Universitaria Av. Perú N° 700, Abancay, Central Telefónica 051 (083) 321559  
Filial Cusco, Av. Grau N° 516, Teléfono (084) 251565  
Filial Andahuaylas, Av. Juan Antonio Trellés N° 513 Teléfono (083) 421752  
[www.utea.edu.pe](http://www.utea.edu.pe)




## 22% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

### Filtrado desde el informe

- ▶ Bibliografía
- ▶ Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

### Fuentes principales

- 19%  Fuentes de Internet
- 5%  Publicaciones
- 17%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

<b>Datos del Autor</b>	
<b>Apellidos y Nombres</b>	: Oscco Quispe Nick Anderson
<b>Tipo de Documento de Identidad</b>	: Documento Nacional de Identidad
<b>Número de Documento de Identidad</b>	: 73704153
<b>URL ORCID</b>	: <a href="https://orcid.org/0009-0005-9836-4084">https://orcid.org/0009-0005-9836-4084</a>
<b>Datos del Asesor</b>	
<b>Apellidos y Nombres</b>	: Maldonado Mendivil Ángel
<b>Tipo de Documento de Identidad</b>	: Documento Nacional de Identidad
<b>Número de Documento de Identidad</b>	: 06788424
<b>URL ORCID</b>	: <a href="https://orcid.org/0000-0001-9002-1910">https://orcid.org/0000-0001-9002-1910</a>
<b>Datos de la Investigación</b>	
<b>Facultad</b>	: Ingeniería
<b>Escuela Profesional</b>	: Ingeniería Civil
<b>Línea de Investigación</b>	: Gestión de la infraestructura para el desarrollo sostenible
<b>Rango de años en que se realizó la investigación</b>	: 2023 - 2024
<b>Fuente de financiamiento</b>	: Financiamiento propio
<b>Porcentaje de similitud</b>	: 22%
<b>URL de OCDE</b>	: <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford#2.01.01</a>

### **Dedicatoria**

Este trabajo va dedicado a mis padres Lidia Quispe Tapia y Nicanor Rubén Oscco Aldazabal por el apoyo incondicional brindado desde el inicio del trayecto profesional y personal, gracias por el amor que recibo de ustedes que me educaron de la mejor manera.

Para mi hermana Leslie Clarissa Oscco Quispe por la unión familiar que nos caracteriza como hermanos y solo desearte que tú también cumplas con tus metas, así como estoy cumpliendo esta meta trazada.

Finalmente, a todos mis familiares que estuvieron ahí para felicitarme muchas gracias.

### **Agradecimientos**

Agradezco al señor todopoderoso por permitirme seguir hasta el día de hoy junto a mis familiares más cercanos y a mis docentes que marcaron mi carrera profesional y a mi asesor que me ayudo y apoyo para poder realizar este largo proceso.

## Resumen

La planificación de obras con el paso de los tiempos se mejoro a pasos diminutos en relación a otras ramas de la ingeniería, con ese entendimiento la presente investigación tuvo la finalidad de aplicar una metodología muy poco usadas en las obras del Perú.

El objetivo de la investigación es planificar utilizando la metodología del Last Planner en la etapa de planeamiento de la ejecución de muros de albañilería de sistema aporticado para determinar de manera cuantitativa y aplicativa con respecto al otro sector que ejecuten muros de albañilería de sistema aporticado de manera tradicional y/o empírica.

Se realizo la planificación en gabinete, sectorización, cantidad de insumos, cuadrillas y se opto por aplicar la metodología Last Planner, Carta Balance a un bloque N°03 de la obra de la Institución Educativa El Carmelo que se encuentra en fase de ejecución por administración directa por el Gobierno Regional de Apurímac y se dividió dicho bloque en 3 sectores llamándose, estación N°01, estación N°02, estación N°03. lo cual se aplicara la metodología del Last Planner y Carta Balance en las estaciones N°01 y N°03 dejando a las estación N°02 como una estacion de base para la comparación de resultados con las demás estaciones.

Se obtuvo que la aplicación de la metodología Last Planner y Carta Balance desde la etapa de planeamiento mejora los tiempos empleados, reduce el costo de producción de mano de obra, aumenta el rendimiento de producción y optimiza la mano de obra con función al metrado.

**Palabras claves:** aplicación de la metodologia Last Planner, herramienta Carta Balance, mejora continua.

## **Abstract**

Over time, construction planning has improved in small steps compared to other branches of engineering. With this understanding, the purpose of this research was to apply a methodology that is rarely used in construction projects in Peru.

The objective of the research is to plan using the Last Planner methodology in the planning stage of the execution of masonry walls with a porticoed system to determine quantitatively and applicably with respect to the other sector that executes masonry walls with a porticoed system. traditional and/or empirical way.

Planning was carried out in the office, sectorization, quantity of inputs, crews and it was decided to apply the Last Planner, Balance Sheet methodology to block No. 03 of the work of the El Carmelo Educational Institution that is in the execution phase by administration. directly by the Regional Government of Apurímac and said block was divided into 3 sectors called station N°01, station N°02, station N°03. which the Last Planner and Carta Balance methodology will be applied to stations N°01 and N°03, leaving station N°02 as a base station for comparing results with the other stations.

It was obtained that the application of the Last Planner and Carta Balance methodology from the planning stage improves the times used, reduces the cost of labor production, increases production performance and optimizes labor based on metering (see Table 7, Table 8 and Table 9).

**Keywords:** Application of the Last Planner methodology, Carta Balance tool, continuous improvement.

## Índice General

Portada .....	i
Acta de Sustentación .....	ii
Reporte de Similitud .....	iii
Metadatos.....	iv
Dedicatoria.....	v
Agradecimientos .....	vi
Resumen .....	vii
Abstract.....	viii
Índice General.....	ix
Índice de Tablas .....	xii
Índice de Figuras.....	xiv
Índice de Anexos .....	xvii
<b>I. Introducción.....</b>	<b>18</b>
<b>II. Plan de Investigación .....</b>	<b>19</b>
2.1. Descripción de la Realidad Problemática.....	19
2.2. Identificación y Formulación del Problema .....	20
2.2.1. Problema General.....	20
2.2.2. Problemas Específicos.....	20
2.3. Objetivos .....	20
2.3.1. Objetivo General .....	20

2.3.2. Objetivos Específicos.....	20
2.4.    Justificación e Importancia.....	21
2.5.    Hipótesis.....	22
2.5.1. Hipótesis General .....	22
2.5.2. Hipótesis Específicas.....	22
2.6.    Variables .....	22
2.6.1. Variable Independiente .....	22
2.6.2. Dimensión .....	22
2.6.3. Variable Dependiente.....	22
2.6.4. Dimensiones .....	23
<b>III.    Marco Teórico.....</b>	<b>25</b>
3.1.    Antecedentes de Investigación.....	25
3.1.1. A Nivel Internacional.....	25
3.1.2. A Nivel Nacional.....	27
3.1.3. A Nivel Regional y Local.....	29
3.2.    Bases Teóricas.....	31
3.2.1. Flujo de Productividad de la Etapa de Planeamiento de Ejecución de Muros de Albañilería de Sistema Aporticado. ....	31
3.2.2. Filosofía Lean y Last Planner.....	37
3.2.3. Toyota Production System (TPS).....	38
3.3.    Definición de Términos.....	39
3.3.1 Aplicación del Last Planner .....	39

3.3.2 Trabajo Productivo .....	39
3.3.3 Trabajo Contributorio.....	40
3.3.4 Trabajo No Contributorio.....	40
<b>IV. Metodología.....</b>	<b>41</b>
4.1. Método .....	41
4.2. Tipo de Investigación.....	41
4.3. Nivel de la Investigación.....	41
4.4. Diseño de Investigación .....	42
4.5. Delimitación de la Investigación.....	42
4.6. Población y Muestra.....	43
4.7. Instrumentos .....	43
4.8. Procedimientos .....	44
4.9. Análisis Estadístico .....	44
<b>V. Resultados y Discusión.....</b>	<b>45</b>
5.1. Resultados .....	45
5.2. Discusión de resultados.....	64
<b>VI. Conclusiones.....</b>	<b>69</b>
<b>VII. Recomendaciones .....</b>	<b>71</b>
<b>VIII. Referencias .....</b>	<b>73</b>

## Índice de Tablas

<b>Tabla 1</b> Operacionalización de variables .....	24
<b>Tabla 2</b> Prueba de normalidad .....	56
<b>Tabla 3</b> Correlación de hipótesis general.....	58
<b>Tabla 4</b> Correlación con hipótesis específica "a" .....	59
<b>Tabla 5</b> Correlación con hipótesis específica "b" .....	60
<b>Tabla 6</b> Correlación con hipótesis específica "c" .....	61
<b>Tabla 7</b> Cuadro comparativo de costo de mano de obra en relación a la producción .....	66
<b>Tabla 8</b> Cuadro comparativo del tiempo empleado en la ejecución de asentamiento de muros.....	67
<b>Tabla 9</b> Cuadro de rendimientos del metrado con respecto a las horas trabajadas	68
<b>Tabla 10</b> Matriz de Consistencia .....	78
<b>Tabla 11</b> Matriz de Operacionalización de Variables.....	80
<b>Tabla 12</b> Cuadro de metrados del bloque 03 .....	83
<b>Tabla 13</b> Cuantificación de la cantidad de ladrillos.....	84
<b>Tabla 14</b> Cuantificación de cantidad de materiales .....	84
<b>Tabla 15</b> Cuadro de cuantificación de materiales por sectores y niveles. ....	85
<b>Tabla 16</b> Datos generales de la cuadrilla de la estación N°01 .....	89
<b>Tabla 17</b> Relación de datos de trabajo productivo.....	89
<b>Tabla 18</b> Relación de datos de trabajo contributorio .....	90
<b>Tabla 19</b> Relación de datos de trabajo no contributorio .....	90
<b>Tabla 20</b> Carta balance de datos en relación con el tiempo para la estación N°01 .....	91
<b>Tabla 21</b> Distribución de tiempo por actividad realizada en la cuadrilla N°01 .....	97

<b>Tabla 22</b>	Resumen de metrado de la estación N°01 .....	101
<b>Tabla 23</b>	Datos generales de la cuadrilla de la estación N°03 .....	102
<b>Tabla 24</b>	Carta balance de datos en relación con el tiempo para la estación N°03 .....	102
<b>Tabla 25</b>	Distribución de tiempo por actividad realizada en la cuadrilla N°03 ..	109
<b>Tabla 26</b>	Resumen de metrado de la estación N°03 .....	113

## Índice de Figuras

<b>Figura 1</b> Esquema de modelo de planificación de flujos de productividad.....	36
<b>Figura 2</b> Diseño Cuasi-experimental .....	42
<b>Figura 3</b> Gráfico general de la carta balance correspondiente a la cuadrilla N°01 .....	45
<b>Figura 4</b> Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo productivo de la estación N°01 .....	46
<b>Figura 5</b> Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo contributorio de la estación N°01.....	46
<b>Figura 6</b> Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo no contributorio de la estación N°01.....	47
<b>Figura 7</b> Distribución de carta balance personalizado del trabajador 01 de la estación N°01.....	47
<b>Figura 8</b> Distribución de carta balance personalizado del trabajador 02 de la estación N°01 .....	48
<b>Figura 9</b> Distribución de carta balance personalizado del trabajador 03 de la estación N°01 .....	48
<b>Figura 10</b> Gráfico general de la carta balance correspondiente a la cuadrilla N°02 .....	49
<b>Figura 11</b> Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo productivo de la estación N°03 Fuente: Elaboración propia .....	49
<b>Figura 12</b> Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo contributorio de la estación N°03.....	50
<b>Figura 13</b> Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo no contributorio de la estación N°03.....	50

<b>Figura 14</b>	Distribución de carta balance personalizado del trabajador 01 de la estación N°03.....	51
<b>Figura 15</b>	Distribución de carta balance personalizado del trabajador 02 de la estación N°03.....	51
<b>Figura 16</b>	Distribución de carta balance personalizado del trabajador 03 de la estación N°03.....	52
<b>Figura 17</b>	Resumen de metrados del bloque 03 con relación a los días empleados .....	52
<b>Figura 18</b>	Costo de mano de obra del bloque 03 .....	53
<b>Figura 19</b>	Tiempo empleado de obra.....	54
<b>Figura 20</b>	Capacidad de rendimiento en obra.....	55
<b>Figura 21</b>	Cuadro comparativo de productividad (lps) vs productividad tradicional .....	62
<b>Figura 22</b>	Cuadro comparativo de costo de mano de obra (lps) vs costo de mano de obra tradicional .....	63
<b>Figura 23</b>	Cuadro comparativo de tiempo empleado (lps) vs tiempo empleado tradicional .....	63
<b>Figura 24</b>	Cuadro comparativo de rendimiento (lps) vs tiempo de rendimiento tradicional .....	63
<b>Figura 25</b>	Cuadro comparativo de TP, TC y TNC .....	65
<b>Figura 26</b>	Planificación y sectorización del bloque.....	81
<b>Figura 27</b>	<i>Esquema del bloque N° 03</i> .....	81
<b>Figura 28</b>	Sectorización del 1° nivel por similitud de metrado .....	82
<b>Figura 29</b>	Sectorización del 2° nivel por similitud de metrado .....	82
<b>Figura 30</b>	Sectorización del 3° nivel por similitud de metrado .....	83

<b>Figura 31</b>	La consolidación de los datos necesarios para iniciar el proceso. ....	85
<b>Figura 32</b>	Información hacia el personal técnico para la mejora continua.....	86
<b>Figura 33</b>	Identificación y señalización de la estación N°01.....	86
<b>Figura 34</b>	Visualización para la ejecución de la estación N°01 .....	87
<b>Figura 35</b>	Identificación y señalización de la estación N°02.....	87
<b>Figura 36</b>	Visualización para la ejecución de la estación N°02 .....	88
<b>Figura 37</b>	Identificación y señalización de la estación N°03.....	88
<b>Figura 38</b>	Habilitado de ladrillo a la estación N°01 .....	98
<b>Figura 39</b>	Habilitado de arena gruesa en la estación N°01 .....	99
<b>Figura 40</b>	Habilitado de cemento en la estación N°01 .....	99
<b>Figura 41</b>	Inicio del proceso constructivo de la estación N°01 .....	100
<b>Figura 42</b>	Durante el proceso constructivo de la estación N°01.....	100
<b>Figura 43</b>	Recolección de datos – tiempo de la estación N°01 .....	101
<b>Figura 44</b>	Verificación del trabajo en la estación N°01.....	101
<b>Figura 45</b>	Habilitado de ladrillo a la estación N°03 .....	110
<b>Figura 46</b>	Habilitado de arena gruesa en la estación N°03.....	110
<b>Figura 47</b>	Habilitado de cemento en la estación N°03 .....	111
<b>Figura 48</b>	Inicio del proceso constructivo de la estación N°03 .....	112
<b>Figura 49</b>	Durante el proceso constructivo de la estación N°03.....	112
<b>Figura 50</b>	Recolección de datos – tiempo de la estación N°03 .....	113

## Índice de Anexos

<b>Anexo 1:</b> Matriz de Consistencia .....	78
<b>Anexo 2:</b> Matriz de operacionalizacion de Variables .....	80
<b>Anexo 3:</b> Sectorizacion .....	81
<b>Anexo 4:</b> Instrumento de Obtención de Datos .....	114
<b>Anexo 5:</b> Registro Fotográfico .....	124

## I. Introducción

En el ámbito de la construcción, el uso del sistema del último planificador y tiempos equilibrados de carta son extremadamente valiosos. Por esta razón, son esenciales para optimizar la programación y aumentar la operatividad en la ejecución de proyectos, aplicándose en obras a gran escala bajo modalidades directas o indirectas. Estas metodologías son comunes en proyectos de obra civil, en los cuales pueden ocurrir paralizaciones o interrupciones por falta de financiamiento y plazos. En consecuencia, la meta del estudio es implementar las herramientas del sistema de última planificación y los tiempos equilibrados, con el fin de mejorar la programación y detectar partidas que se pueden realizar sin restricciones, para maximizar la productividad. Se analizan a través de los tiempos productivos, tiempos contributorios y tiempos no contributorios. La problemática contextual del estudio, en un marco internacional, nacional y local, se desarrolla en el segundo capítulo, junto con el tema principal y sus aspectos. También se presentan los propósitos generales y específicos del trabajo. El tercer capítulo se enfoca en el marco teórico, considerando el contexto de la investigación a diferentes niveles y los principios teóricos junto a las variables relevantes. La metodología de investigación se describe en el cuarto capítulo, especificando método, tipo, nivel y diseño del estudio. Al mismo tiempo, se determina la población, muestra, herramientas y manejo de la información recopilada. Finalmente, los hallazgos obtenidos se recogen en la conclusión quinto capítulo. También se incluyen anexos, herramientas de recolección de datos y fotografías.

## II. Plan de Investigación

### 2.1. Descripción de la Realidad Problemática

Según (Carrillo, 2022) En la categoría mundial se puede observar un aumento constante en el sector de la construcción tanto en el contorno público como privado. En el caso del sector privado, este crecimiento se debe a una alta demanda de infraestructuras en complejos habitacionales y de consumo, mientras en el sector público, la demanda surge de necesidades sociales como la construcción de hospitales, centros de salud y colegios. Sin embargo, existen límites en capacidades técnicas, temporales y administrativas conocidas por el estado en la ejecución de obras.

Menciona (Rondinil, 2020) A nivel nacional, el acrecentamiento del sector de la construcción, se soporta sobre las mejoras tanto de los materiales usados como de los procesos realizados, en particular, en el uso de sistemas como el Last Planner, que se basa en la filosofía Lean Construction, para perfeccionar la eficiencia del proceso de construcción. Se hace evidente la necesidad de sistemas de retroalimentación que se utilicen no solo en la etapa de ejecución sino también en su etapa de planificación para garantizar su uso más allá de las preferencias del ingeniero ejecutor.

A nivel local el Gobierno Regional de Apurímac, la etapa de planificación de proyectos de construcción administrados directamente sigue una fase tradicional que separa la planificación de la ejecución. Esto resulta en una falta de retroalimentación entre las dos etapas, lo que significa que los cambios en el contexto no tienen mecanismos para permitir ajustes en la planificación y no hay sistemas para apoyar estos procesos. Como resultado, se ha seleccionado una obra por administración directa para la implementación de sistemas que pueden gestionar las deficiencias en la etapa de planificación.

## **2.2. Identificación y Formulación del Problema**

### ***2.2.1. Problema General***

¿De qué manera influye la Aplicación del Last Planner System en el flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023?

### ***2.2.2. Problemas Específicos***

¿De qué manera influye la Aplicación del Last Planner System en el costo de mano de obra del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023?

¿De qué manera influye la Aplicación del Last Planner System en el tiempo empleado del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023?

¿De qué manera influye la Aplicación del Last Planner System en el rendimiento del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023?

## **2.3. Objetivos**

### ***2.3.1. Objetivo General***

Determinar la influencia de la Aplicación del Last Planner System y el flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023

### ***2.3.2. Objetivos Específicos.***

Evaluar la influencia de la Aplicación del Last Planner System y el costo de mano de obra del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023

Evaluar la influencia de la Aplicación del Last Planner System y el tiempo empleado del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023

Evaluar la influencia de la Aplicación del Last Planner y el rendimiento del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023

#### **2.4. Justificación e Importancia**

La investigación fue realizada con el propósito de aportar con la solución del problema sobre la ineficiencia del flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023. En este sentido, con la implementación del sistema de retroinformación en la etapa de planificación y optimización de proyectos de construcción mejorará su eficiencia y dar respuesta oportuna a los cambios en el contexto. Los muros de albañilería de sistema aporticado son utilizados en sectores, como la educación y la salud, con el objetivo principal de confinar los muros de forma independiente a la estructura. Esto se logra mediante la incorporación de columnas y vigas de confinamiento en cada muro, permitiendo trabajar de manera independiente con la estructura frente a sismos con el objetivo de evitar grietas diagonales por la mitad de los muros. Además, dichas grietas son dirigidas hacia los espacios de dilatación llamadas bruñas.

Este proceso de ejecución puede ser mejorado para la entrega oportuna de los proyectos con la utilización del Last Planner System, con lo que no solo se optimiza el tiempo de construcción del muro de albañilería; de tal manera, se minimiza las pérdidas de materiales que serán usadas para esta partida. En este sentido, los resultados de la investigación beneficiarán al sector de construcción como una modalidad nueva de mayor consistencia y sostenibilidad a futuro.

Teniendo en cuenta que también reducirá el tiempo de producción debido a la mejora continua que se realizará constantemente.

## **2.5. Hipótesis**

### ***2.5.1. Hipótesis General***

La Aplicación del Last Planner System influye en el flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023

### ***2.5.2. Hipótesis Específicas***

La Aplicación del Last Planner influye en el costo de mano de obra del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023

La Aplicación del Last Planner influye en el tiempo empleado del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023

La Aplicación del Last Planner influye en la capacidad de rendimiento del flujo de producción de muros de albañilería en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023

## **2.6. Variables**

### ***2.6.1. Variable Independiente***

Aplicación del Last Planner System

### ***2.6.2. Dimensión***

Producción de obra

### ***2.6.3. Variable Dependiente***

El flujo de producción de muros de albañilería

#### **2.6.4. Dimensiones**

- Costo de mano de obra.
- Tiempo empleado
- Rendimiento

**Tabla 1***Operacionalización de variables*

<b>Variables</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Dimensiones</b>
<b>Aplicación del Last Planner System.</b>	(Ballard, 2000). La adopción de herramientas del método Last Planner presenta un método de planificación y control de la producción que tiene como objetivo optimizar el valor del proceso durante el mayor tiempo posible.	Esta variable será medida con los metrados	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción alto</li> <li>- Producción bajo</li> </ul>	<b>Producción de obra</b>
		Esta variable se va medir con fichas de observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Mano de obra de alto costo</li> <li>- Mano de obra de bajo costo</li> </ul>	<b>Costo mano de obra.</b>
<b>El flujo de producción de muros de albañilería</b>	(Ohno, 1978). Adopta un flujo de producción fluido logrado mediante el reajuste de las máquinas convencionales después de un estudio minucioso de la secuencia de trabajo.	Esta variable se va medir con fichas de observación.	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Producción en mayor tiempo</li> <li>- Producción en menor tiempo.</li> </ul>	<b>Tiempo empleado</b>
		Esta variable se va medir con fichas de observación	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Rendimiento eficiente</li> <li>- rendimiento o deficiente</li> </ul>	<b>Rendimiento</b>

*Nota.* Elaboración propia

### III. Marco Teórico

#### 3.1. Antecedentes de Investigación

##### 3.1.1. A Nivel Internacional

Para Gacharná (2023) esta tesis de investigación titulada: “Implementación de Last Planner System® en un proyecto de diseño”. El estudio fue de alcance descriptivo; de enfoque cuantitativo; de tipo básico, nivel de investigación descriptivo puro y de método inductivo – deductivo. Los efectos de estudio concluyen, que el 92% de las promesas pactadas no se cumplieron debido a la falta de decisión por parte del dueño del proyecto y la falta de suministro de información de entidades gubernamentales. Se obtuvo una reducción de esfuerzos en horas hombre del 13.46% continuándose midiendo hasta el final del proyecto para el avance de la productividad y reducción de esfuerzo.

Carrillo (2022) en su tesis investigación: “Implementación Last Planner System (LPS) en el proyecto Urban Salitre Zúrich E2, construido por Ménsula Ingenieros S.A.”.. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño experimental; de tipo aplicativo y de nivel de investigación experimental de primer grado; de enfoque cuantitativo y de método inductivo – deductivo. Los resultados de estudio concluyen, que, La influencia en la gestión del calendario se documentó ocho meses después de que se pusiera en práctica la tecnología de gestión de calendarios Last Planner System (LPS) en el proyecto Urban Salitre Zurich E2. Con un PAC medio del 76 % y un retraso de +8,1 días con respecto a la finalización del proyecto y el inicio de la entrega a los propietarios, se ha logrado un rendimiento excepcional. Esto representa una reducción del 60 % en el retraso en comparación con la Torre 1, un edificio desarrollado en el mismo plan parcial por el mismo constructor y con el mismo proceso de construcción. Además, el calendario de entrega se modificó para ser conservador, dada la imprevisibilidad de las actividades que se llevaban a cabo y responsables del modelo financiero.

Vásquez (2021) en su trabajo de investigación titulado: “Análisis de las herramientas (Conversaciones para la Acción y Last Planner® System) para el mejoramiento en la planeación de los comités de obra de proyectos de construcción”. El estudio utilizó una técnica cuantitativa, fue descriptivo, explicativo y causal en su alcance; tuvo un diseño transversal no experimental; y fue de carácter básico y correlacional-causal en su nivel de investigación. Los resultados de estudio concluyen, que se evidencio que poco se especificó en cada conversación las fecha límite de cada petición, generando esto varios retrasos en la resolución de cada petición y confusión entre cada trabajador, ya que no era claro quien debía tomar la responsabilidad de ejecutar la petición y en que momento esta se debía entregar, causando esto indefinidos retrasos proporcionados por una mala comunicación.

Díaz (2021) en su trabajo de investigación titulado: “Modelo de implementación integrada del sistema del último planificador (LPS) 1.0 y 2.0 para proyectos inmobiliarios en Colombia”. El estudio tuvo un diseño transversal no experimental, una metodología cuantitativa, un carácter fundamental, un alcance descriptivo, explicativo y causal, y un nivel de investigación causal correlacional. Los resultados de estudio concluyen, que, el Last Planner System es un sistema que brinda herramientas para la optimización del flujo de trabajo en los proyectos de construcción, sin embargo, para que este funcione se debe entender como un sistema holístico que debido a la interconexión de sus partes logra abarcar todo el proceso de control de la producción y mejorar su eficiencia. Sin embargo, LPS no es solo una secuencia de pasos para optimizar el flujo de trabajo, es parte de un proceso de transformación organizacional que al no contar con una ruta estratégica puede desviar los resultados y generar malas experiencias a las personas y empresas.

Camelo (2021) en su tesis de investigación titulada: “Mejoramiento de productividad y seguimiento técnico de la Obra Templo las Ferias”. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño no experimental transversal; de enfoque cuantitativo; de tipo

básico y de nivel de investigación correlacional causal. Los resultados de estudio concluyen, que, era factible profundizar más en la idea de la productividad y en cómo las herramientas de planificación previa pueden ayudar enormemente a aumentarla. Hay un gran número de actividades y subactividades con dependencias y restricciones en el proyecto que se analiza, ya que se trata de un proyecto muy complicado.

### ***3.1.2. A Nivel Nacional***

Gastelo (2022) en su tesis de investigación titulada: “Implementación del sistema Last Planner en el proyecto edificio multifamiliar Kenko”. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño experimental; de tipo aplicativo y de nivel de investigación experimental de primer grado; de en foque cuantitativo y de método inductivo – deductivo. Los resultados de estudio concluyen, que, Al reducir el desperdicio, el uso de herramientas de productividad maximiza el valor del producto para el consumidor. Al comparar las contribuciones de la propuesta de evaluación y del sistema, estos indicadores de productividad permiten analizar los resultados de la implementación, demostrando su evolución. Para lograrlo, se tuvo en cuenta la proporción de tareas finalizadas y los motivos de incumplimiento señalados en el calendario semanal. Para aprovechar al máximo el sistema Last Planner, el equipo en su conjunto debe evaluar y planificar minuciosamente su adopción. Una ejecución deficiente podría dar lugar a una mayor variabilidad y a resultados inesperados.

Tarrillo (2022) en su trabajo de investigación titulado: “Evaluación de rendimientos y productividad de la mano de obra en obras de saneamiento rural en el distrito de Chota - Cajamarca.”. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño experimental; de tipo aplicativo y de nivel de investigación experimental de primer grado; de en foque cuantitativo y de método inductivo – deductivo. Los resultados de estudio concluyen, que el análisis de la productividad ha sido fundamental en la ejecución,

concluyendo, que el trabajo productivo representa el 49.46% del total del tiempo de construcción. La mano de obra en la ejecución de los proyectos de saneamiento de las comunidades de Los Lanches y Pleytochacra es el 49.72% y de la comunidad Rojaspampa es el 45.26% del costo directo del presupuesto de obra.

Linares (2021) en su tesis de investigación titulada: “Implementación de mapa de flujo de valor para mejorar la productividad en encofrados de elementos horizontales en una edificación”. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño no experimental transversal; de enfoque cuantitativo; de tipo básico y de nivel de investigación correlacional causal. Los resultados de estudio concluyen, que, El estado futuro se describió como una productividad que superaba el presupuesto, junto con una mejora de la comunicación dentro del área de producción y el compromiso de los empleados con la consecución de los objetivos del proyecto.

Diaz (2021) en su trabajo de investigación: “Implementación del sistema Last Planner en proyecto grifo consumidor directo Ransa Vencedor”. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño experimental; de tipo aplicativo y de nivel de investigación experimental de primer grado; de enfoque cuantitativo y de método inductivo – deductivo. Los resultados de estudio concluyen, que, la necesidad de una estructura jerárquica dentro de los departamentos de ingeniería y proyectos de la empresa constructora llevó a la creación de un nuevo organigrama. Además de un diagrama de flujo del proyecto que nos ayudará a controlar mejor las actividades necesarias para este tipo de proyecto, este organigrama establece la participación de todas las personas que participan en el proyecto, con una persona a cargo de cada grupo de trabajo (contratistas).

Rondinil (2020) en su tesis de investigación titulada: “Aplicación de Lean Construction para la reducción de pérdidas en partidas de estructuras en la obra:

mejoramiento del servicio educativo I.E Gabino Chacaltana Hernández, distrito pueblo nuevo, Ica, 2019”. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño experimental; de tipo aplicativo y de nivel de investigación experimental de primer grado; de en foque cuantitativo y de método inductivo – deductivo. Los resultados de estudio concluyen, que, la filosofía del Lean Construction en el proyecto fue satisfactorio porque se pudo aumentar el trabajo productivo y reducir los trabajos no contributorios que es el que ocasiona las pérdidas y afecta al presupuesto llegando al fracaso. Se utilizaron herramientas muy relevantes como la Carta Balance que sirvió para analizar y mejorar la producción diaria, también se aplicó el Last Planner herramienta que sirvió para asignar tareas a las actividades que cuenten con su recurso es decir materiales, mano de obra, equipo-maquinaria; el Look Ahead Planner que es una planificación intermedia que permitió solicitar los recursos de manera anticipada para y evitar restricciones. El objetivo principal fue incrementar el trabajo productivo y minimizar los trabajos no contributorios, lo cual se cumplió utilizando las herramientas del Lean Construction.

### ***3.1.3. A Nivel Regional y Local***

Cusi y Valenzuela (2023) en su tesis de investigación titulada: “Influencia de la integración de la gestión del cronograma de acuerdo al PMBOK® y Last Planner System en el cumplimiento de plazo, y el nivel de percepción en la empresa contratista y subcontratistas, en la construcción del centro de salud del distrito de Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2021” lograr concluir la etapa de estructuras dentro del plazo establecido del proyecto y, a su vez, el personal técnico y laboral involucrado es muy consciente de cómo se está implementando el proceso. La fase estructural final, el hito 06, se fijó para el 9 de diciembre de 2022, según el plan maestro. No obstante, el trabajo se terminó el 29 de noviembre de 2022, lo que demuestra que se cumplió el plazo.

Cheello (2023) en su tesis de investigación titulada: “Aplicación del sistema de control Last Planner para mejorar el proceso de liquidación de obras en la Municipalidad Provincial de Abancay, año 2019” se utilizaron los niveles Pull Session, Look Ahead y Weekly Work para implementar con éxito los programas de actividades semanales. Esto mejoró la liquidación de obras de la Municipalidad Provincial de Abancay mediante la estandarización y la creación de flujos de procesos. El sistema Last Planner se implementó y modificó con éxito para el proceso de liquidación de obras en un promedio de 15 días gracias a la capacitación y los esfuerzos de cooperación con los empleados de la Subdirección de Supervisión y Liquidación de Obras de la Municipalidad Provincial de Abancay.

Alferez (2022) en su trabajo de investigación titulado: “Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la gestión de la productividad en el movimiento de tierra masiva del proyecto presa de relaves de una unidad minera en Apurímac, 2022”. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño experimental; de tipo aplicativo y de nivel de investigación experimental de primer grado; de enfoque cuantitativo y de método inductivo – deductivo. Según los resultados del estudio, la gestión del proyecto de la presa de relaves en una instalación minera de Apurímac mejoró satisfactoriamente gracias a la aplicación de la metodología Lean Construction, que aumentó la producción diaria de materiales de relleno de tipo 2, tipo 1B y tipo 2A en un 79,82 %, un 81,26 % y un 85 %, respectivamente.

Alberto (2022) en su tesis de investigación titulada: “Evaluación de impacto en la productividad basado en valor y cronograma ganados, caso estudio construcción pad de lixiviación en la región Apurímac (2019-2020)” Se determinó que la productividad del estudio de caso tenía una contribución marginal del 4,41 % cuando se utilizaba EV, del 1,47 % cuando se utilizaba ES y del 18,38 % cuando se utilizaban ambos. La sugerencia principal

fue realizar investigaciones comparables en otras unidades de análisis, incluidas autopistas y hospitales, y comparar los resultados.

Benites (2020) en su trabajo de investigación titulado: “Aplicación de Lean Construction para la optimización de la productividad en el mantenimiento rutinario del camino vecinal tramo: Villagloria - Abancay, 2020”. El estudio fue de alcance descriptivo, explicativo y causal; de diseño experimental; de tipo aplicativo y de nivel de investigación experimental de primer grado; de en foque cuantitativo y de método inductivo – deductivo.

Según los resultados del estudio, el mantenimiento rutinario de la carretera de Villagloria se ve considerablemente afectado por el uso de la metodología Lean Construction con una fiabilidad del 95 %, lo que sugiere la aceptación de  $H_a$  y el rechazo de  $H_0$ . Además, se encontró una diferencia positiva del 268 % a favor de la aplicación de Lean Construction en los resultados de la comparación entre el rendimiento previsto y el rendimiento real, teniendo en cuenta el uso de Lean Construction y la muestra estándar. En otras palabras, se ha superado significativamente el calendario mensual, lo que ha mejorado la eficiencia de los recursos y acelerado la ejecución del proyecto. En conclusión, el mantenimiento regular de la carretera del barrio se ve afectado positivamente por el enfoque Lean Construction.

## **3.2. Bases Teóricas**

### ***3.2.1. Flujo de Productividad de la Etapa de Planeamiento de Ejecución de Muros de Albañilería de Sistema Aporticado.***

El flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería, se refiere a un conjunto de flujos de recursos financieros que se dan en la construcción de un proyecto, conocido también como flujo de caja. El cual está compuesto por los ingresos y los egresos del constructor por concepto de las actividades de obra (Chen, 2007).

Castañeda, Sánchez y Porras (2021) sostienen sobre flujos de productividad de etapa de planeamiento de la obra de la siguiente manera:

Se necesita una cantidad significativa de recursos financieros, humanos, tecnológicos y materiales para completar los proyectos de construcción. Por lo tanto, se requieren recursos financieros para adquirir los bienes y servicios relacionados con las actividades de construcción. De lo contrario, podrían producirse retrasos en el calendario de construcción y, en el peor de los casos, grandes pérdidas económicas. (p. 8)

Padilla (2016) resalta la importancia de los flujos de productividad de la siguiente manera:

Una de las industrias que más influye en el crecimiento y la economía de un país es la industria de la construcción. A pesar de ello, muchas empresas constructoras no prestan mucha atención a la productividad de sus proyectos ni a la calidad del trabajo realizado. Además, los consultores que realizan las inspecciones ignoran estos factores porque piensan que no les afectan. Pero todos son responsables del éxito general de un proyecto. (p. 4)

Los autores citados señalan la importancia de la productividad de la obra, lo cual requiere la necesidad de disponer de recursos financieros, humanos, tecnológicos y materiales. Para tal efecto, la planificación de los flujos de dinero resulta una labor crucial para asegurar el resultado favorable de las actividades de obra. Otro aspecto importante, es, identificar la dificultad del flujo de caja, considerada como uno de los principales factores, por los que fracasan los constructores.

En este sentido, la medición de la productividad permite establecer la eficacia de los procesos y determinar los factores que generan mayores tiempos improductivos lo

cual permitirá al programador del proyecto establecer políticas de cambio y controles más estrictos sobre los recursos empleados en las actividades de construcción, tratando de disminuir los costos asociados a cada uno de ellos. (Almeyda y Serrano, 2010).

Materiales de construcción y el flujo de productividad de la etapa de planeamiento y de ejecución en muros de albañilería. Los materiales de construcción son materias primas utilizados en diferentes etapas de construcción de ejecución de un proyecto de ingeniería civil. Estos materiales, se clasifican en los siguientes grupos. Según Almeyda y Serrano (2010) indican lo siguiente:

“La arena, la piedra triturada, la piedra en bloques, la piedra partida, los materiales metálicos como el acero, el aluminio, el cobre, el zinc y el cemento, los materiales sintéticos como los geotextiles, las pinturas, las resinas, los acrílicos, los asfaltos, los polímeros y el PVC, los materiales orgánicos como la madera y los materiales de acabado como la cerámica, las chapas y los suelos son ejemplos de materiales pétreos.” (p. 17).

Los materiales de construcción señalados por el autor citado, es importante por su uso que tiene en las diferentes etapas de construcción, ya que, del uso adecuado de estos materiales dependerá la calidad de la obra de ingeniería civil. Asimismo, la calidad de los materiales está expresado en el costo. Esto significa, invertir en los materiales de calidad garantiza la seguridad y la sostenibilidad a futuro.

Características del flujo de productividad de la etapa de planeación y de ejecución en muros de albañilería. Existe una diferencia entre los modelos de planificación y los parámetros de gestión en el sector de la construcción civil. Las políticas organizativas y de producción a medio plazo (nivel táctico) son el principal objetivo de la planificación táctica.

La planificación operativa se centra en las actividades a corto plazo (nivel operativo) a través de órdenes de compra, órdenes de producción y órdenes de servicios de terceros. Según Ichihara (1998) citado por Cruz y Rosa (2007) existen cuatro tipos elementales de recursos:

**Materiales:** Dado que las estructuras están bien definidas físicamente, las modificaciones del calendario o la reprogramación de los horarios de las actividades no afectan a las necesidades de material. Con cantidades fijas y definidas y costes de aplicación directos, los recursos no varían en función del tiempo de ejecución. Estos recursos fluctúan debido a problemas de desperdicio o mala calidad en las actividades que los implican, como la compra, el transporte, la preparación y la aplicación.

**Recursos humanos:** Son los componentes más complejos de cualquier actividad. Dentro de ello están considerados diversos factores, como, la legislación, la ética, la ergonomía, la psicología y la instrucción, entre otros. Su gestión tiene como objetivo dimensionar las necesidades profesionales para la perfecta ejecución de la obra, reduciendo sobrecargas de trabajo y distribuyendo, lo más uniformemente posible. Durante la planificación se debe contemplar cinco características esenciales: **Densidad de trabajadores.** No es buena idea tener muchos especialistas en un mismo lugar al mismo tiempo. **Rotación:** la rotación de recursos humanos aumenta los costes al interferir en el rendimiento, la productividad, la calidad y la formación. **Repetición:** combinar tareas relacionadas y repetir tareas no mecánicas aumenta la producción y la calidad y, con el tiempo, se dominan mejor los procedimientos de las actividades. Los recursos humanos deben clasificarse como renovables, ya que son escasos, pero se reponen con el tiempo. (p. 76)

El autor citado señala claramente las cinco características del flujo de productividad de la etapa de planificación y de la ejecución. Aclarando, que la planificación previa a la construcción y las reacciones ante los cambios en el plan deben ser rápidas y precisas en los proyectos pequeños. Durante el proceso de planificación, deben acortarse tantos procedimientos comunes como sea posible, sin sacrificar los hallazgos y resoluciones cruciales. Es fundamental que los proyectos con presupuestos limitados eviten asignar fondos a actividades que no produzcan resultados inmediatos o que no puedan responder a los requisitos del proyecto debido a sus estructuras pesadas. Como resultado, un proyecto es una actividad limitada y única cuyos objetivos se especifican en términos de un reto. Las decisiones tomadas durante las primeras etapas del proyecto y el estudio de viabilidad son las que tienen mayor impacto en el costo total.

Flujos de productividad de planificación y de ejecución del proyecto de la obra: Según Cruz y Rosa (2007), la planificación y la ejecución del proyecto de la obra, se desarrolla de la siguiente forma:

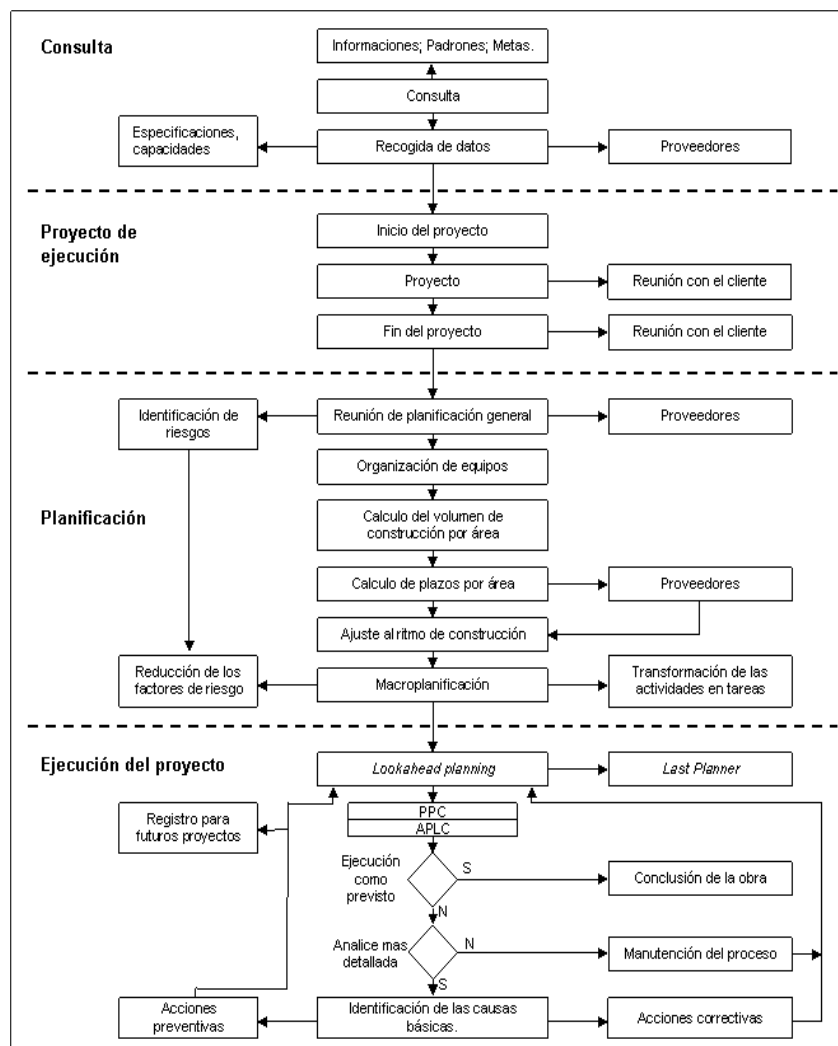
Planificación, La mayoría de las fuentes de presión que causan retrasos, gastos, retos y otros problemas —algunos de los cuales son irreversibles e inevitablemente aumentan el coste final— se encuentran durante esta fase. En esencia, esta fase de planificación comprende una serie de evaluaciones que son organizadas y completadas por todas las partes involucradas en la finalización del proyecto. También, en esta fase se programa la fecha de facilitar la obra al cliente, lo cual muestra la secuencia de la continuidad de la Planificación. Entre ellos, son:

Crear una lista de tareas, crear una lista de equipos, determinar el ritmo óptimo de construcción, desarrollar un plan que tenga en cuenta todas las tareas importantes, definir la velocidad de ejecución de cada equipo, calcular los volúmenes de

construcción y los plazos para cada área, optimizar los equipos, ajustar entre los equipos y el ritmo de construcción, controlar el ritmo de ejecución y realizar un seguimiento diario. (p. 112)

A continuación, vemos el esquema de modelo de planificación de flujos de productividad. Según Cruz y Rosa (2007)

**Figura 1**  
*Esquema de modelo de planificación de flujos de productividad*



*Nota.* Elaboración propia

Mientras se lleva a cabo el proyecto o la obra, se debe crear un conjunto de indicadores que reflejen el progreso de la obra y si se desvía o no del plan original. Los indicadores incluyen:

- PPC: Porcentaje de Planificación Completo.
- RTPR: Relación entre el planeado y el real.
- VAP: Variación de Alteraciones al Proyecto.
- VATA: Variación de Alteraciones por Trabajos Adicionados.
- VATR: Variación de Alteraciones por Trabajos Retirados.
- FR: Frecuencia de las Alteraciones.
- PA: Proporción de las Alteraciones.
- GC: Grado Contributorio.
- GIA: Grado de Impacto de las Alteraciones.

La gráfica muestra claramente macro planificación. A partir de esta planificación a plago plazo, se elabora una planificación a medio plazo que debe presentar lo que va acontecer en el futuro. Esta planificación debe ser hecha por el responsable de la obra. A continuación, se creará un plan diario definitivo que describa las tareas que deben completarse al día siguiente. Por último, se desarrollarán métricas de rendimiento del proyecto para evaluar el avance del trabajo.

### ***3.2.2. Filosofía Lean y Last Planner.***

La filosofía "Lean Construcción" se originó en la industria automotriz al final del siglo XIX y principios del siglo XX. Su origen se encuentra en Japón, durante la fase de reconstrucción de la postguerra en la que las industrias se vieron afectadas por la carencia de recursos y un entorno desolado. Ante esta situación, la filosofía "Lean Construcción" surgió como una propuesta eficiente de producción que permitía optimizar el uso de los pocos recursos utilizables (Botero, 2014).

El concepto fundamental del sistema de producción de Toyota era producir cantidades de productos relativamente pequeñas con un costo bajo, utilizando la eliminación del desperdicio y la mejora continua como conceptos clave (Botero, 2014).

La propuesta de Lauri consistía en reformular los conceptos cotidianos de planificación y control de obras mediante la sistematización de los conceptos más actualizados de la administración moderna, como el Mejoramiento Continuo y Justo a Tiempo, junto con la ingeniería de métodos (Koskela, 2013).

### **3.2.3. Toyota Production System (TPS)**

El Toyota Production System reconoció la necesidad de abandonar el pensamiento del Fordismo, que se centraba en la producción en masa de automóviles a mínimo costo (Ohno, 2015). El objetivo de desarrollar un método de producción más eficiente es identificar y eliminar los desperdicios, mientras se enfoca en analizar los requisitos del cliente para agregar un valor adicional al producto final.

Donde afirma que “El Toyota Production System tiene la capacidad de fabricar exactamente lo que el cliente solicita, sin utilizar más recursos de los necesarios ni menos de lo que se necesita” (Ohno, 2015).

Teniendo como objetivo este sistema de minimizar los 7 tipos de desperdicios que se encuentran en el proceso de producción los cuales son considerados los siguientes:

- Desperdicios
- Exceso de producción
- Transporte
- Esperas

- Inventarios
- Movimientos
- Procesos innecesarios

### **3.3. Definición de Términos**

#### ***3.3.1 Aplicación del Last Planner***

Se trata de comportamientos o actos observados en los trabajadores que son pertinentes para el logro de los objetivos de la empresa. En esencia, confirma que el mayor activo de una organización es su capacidad para rendir bien en el trabajo. (Chiavenato, 2000).

Los recursos necesarios para colocar físicamente los elementos de construcción en un proyecto son los que determinan los costes en el sector de la construcción. Los materiales, la mano de obra, las instalaciones, los equipos, la maquinaria, las herramientas, los subcontratos y cualquier otro gasto no relacionado directamente con un proyecto o contrato concreto se incluyen en estos gastos. (Noguera y Rincón, 2010)

“El esfuerzo mental y físico que realiza un trabajador a cambio de una remuneración se denomina trabajo. Son los empleados los que cualquier empresa necesita para llevar a cabo su actividad.” (Pérez, 2015).

“El término tiempo dedicado describe la cantidad de tiempo que un empleado dedica a trabajar para su empleador y a desempeñar sus responsabilidades de conformidad con las leyes y/o costumbres nacionales.” (Jodra, 2019).

#### ***3.3.2 Trabajo Productivo***

Serpell (1986) afirmó lo siguiente:

el trabajo productivo es una actividad que aporta en forma directa a la construcción (GENERA AVANCE) desarrollados durante la ejecución de cada partida contemplada en el proyecto para obtención del resultado final se llegó a utilizar la siguiente formula:  $\% \text{ trabajo productivo} = \frac{\text{trabajo productivo} * 100}{\text{total trabajos}}$

### ***3.3.3 Trabajo Contributorio***

Así mismo el trabajo contributorio es una actividad secundaria pero esencial en el tema de optimización de costo de producción en el campo laboral, debido a que se tiene que realizar de manera obligatoria para no perjudicar el avance productivo debido a que está directamente proporcional al trabajo productivo.

Según (Botero y Álvarez, 2004) mencionan lo siguiente:

Para realizar un trabajo productivo, se requiere trabajo de apoyo. También se puede definir como una acción que, aunque aparentemente necesaria, no aporta valor desde la perspectiva del cliente. Entre los ejemplos de este tipo de actividades se incluyen recibir instrucciones, limpiar, transferir artículos y leer planos, entre otros.

### ***3.3.4 Trabajo No Contributorio***

El trabajo no contributorio es la actividad realizada por la cuadrilla en la que desfavorece el avance físico de manera inversamente proporcional, siendo el principal problema a minimizar para optimizar los tiempos empleados, no agregando un valor al trabajo considerándose perdidas.

Según (Botero y Álvarez, 2004) mencionan lo siguiente: “Es una actividad que no es necesaria, no aporta valor, pero tiene un coste y se clasifica como una pérdida. Algunos ejemplos de este tipo de actividades son rehacer el trabajo, viajar y tomar descansos.”

## **IV. Metodología**

### **4.1. Método**

El trabajo será diseñado bajo el método inductivo - deductivo, puesto que este es el que se acopla a las características y necesidades de la investigación.

A diferencia de la técnica deductiva, que extrae conclusiones a partir de ejemplos e hipótesis, el método inductivo requiere conocimientos de inferencias. El enfoque deductivo parte del concepto abstracto para llegar a la experiencia, mientras que el enfoque inductivo parte de la experiencia para llegar al concepto abstracto. Aquí es donde divergen ambos enfoques. La teoría o los conceptos son la idea abstracta, pero los pensamientos, experiencias, percepciones y opiniones del sujeto que se han desarrollado a partir del trabajo profesional, el trabajo cotidiano u otros ámbitos son la experiencia (Urzola, 2020).

### **4.2. Tipo de Investigación**

El trabajo será diseñado bajo el planteamiento metodológico de la investigación aplicada, puesto que este es el que se adapta a las características y necesidades de la investigación.

Dado que el concepto de competencia en sí mismo tiene este significado y consta de múltiples componentes que deben fusionarse para alcanzar los principales resultados del desarrollo de la competencia, la investigación aplicada y el desarrollo experimental incluyen un enfoque basado en las competencias (Castro, 2023).

### **4.3. Nivel de la Investigación**

El actual trabajo será de nivel de investigación explicativo, porque se mencionará el efecto que ejerce la aplicación de la metodología del Last Planner.

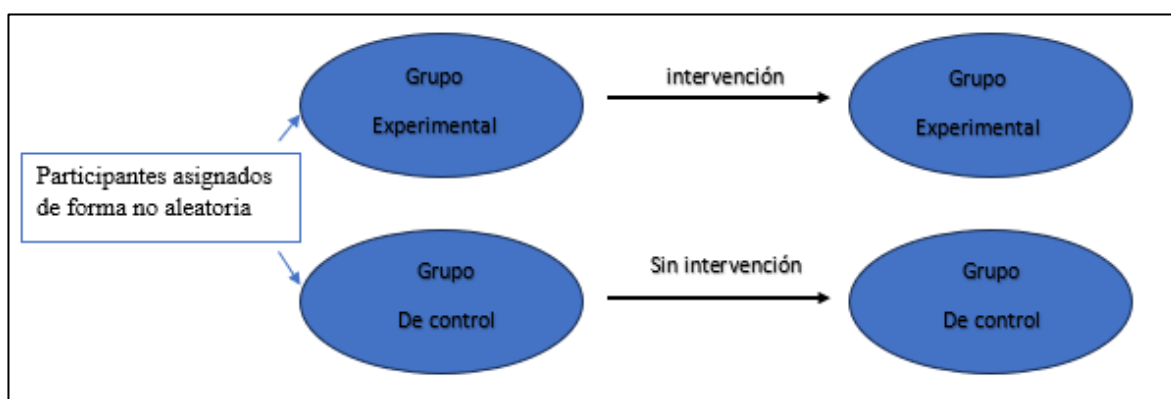
Según (Hernández y Mendoza, 2020) menciona que: “Explicar las causas de sucesos y fenómenos de cualquier tipo es el objetivo de la investigación explicativa, que va más allá de la mera descripción de conceptos, variables o fenómenos, o del establecimiento de conexiones entre ellos.”

#### 4.4. Diseño de Investigación

Según (Galarza, 2020) indica que: el diseño cuasi – experimental se contiene dos subniveles de la variable independiente: participación realizada en un grupo experimental y un grupo control sin participación. La característica en este tipo de investigación es la atribución no aleatoria en los grupos de intervención.

**Figura 2**

*Diseño Cuasi-experimental*



*Nota.* En el gráfico 4 se visualiza el porcentaje de participación de actividades enumeradas en la tabla 4 con respecto al trabajo productivo de la estación N°01.

#### 4.5. Delimitación de la Investigación

La delimitación espacial del presente estudio se realiza en la Institución Educativa El Carmelo del Distrito de Abancay. Para (Ortiz y Fernández, 2020) menciona que: “la delimitación espacial es donde se emplea el estudio para los ámbitos territoriales, y que afecta núcleos de población.”

La delimitación temporal La investigación corresponde al año 2023. Para (Torres y Monroy, 2020) menciona que: “de forma global y concreta para el planteamiento del problema se tiene que definir los ámbitos espaciales y temporales del fenómeno a estudiar.”

#### **4.6. Población y Muestra**

Para este trabajo de investigación la población y la muestra son iguales debido a que el diseño de la investigación es cuasi – experimental donde se formarán parte de la unidad de observación todos los elementos del flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado: costo de producción, tiempo empleado, mano de obra y capacidad de rendimiento.

Según (Condori, 2020) menciona que: “La muestra es una porción representativa de la población que comparte las mismas características generales que la población. La población está compuesta por elementos disponibles o unidades de análisis que pertenecen al campo específico en el que se realiza el estudio.”

#### **4.7. Instrumentos**

No se trabajará con muestra representativa, se realizará con fichas de recolección de datos de rendimientos en un intervalo de 2 minutos durante toda la ejecución de la actividad establecida. Para el protocolo se utilizó las siguientes fichas:

- Ficha para los datos generales
- Ficha para los datos en relación con el intervalo de tiempo
- Ficha para los gráficos generales
- Ficha para los gráficos personales
- Ficha de diagrama de tiempo
- Ficha actividades con relación al tiempo

Para (Gonzales, 2020) menciona que: “se deben elaborar los instrumentos teniendo en cuenta la situación problemática del estudio y el problema general, en caso tenga una operacionalización de variables, las preguntas se deben alinear a los indicadores y la escala de medición.”

#### **4.8. Procedimientos**

La ficha de observación y recolección de datos, para medir el flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado, como en sus dimensiones: costo de producción, mano de obra, tiempo empleado y la capacidad de rendimiento.

Según (Hernández y Mendoza, 2020) menciona que: “Dependiendo del nivel de medición de las variables, se utilizan procesos estadísticos para examinar los datos numéricos una vez que se han recopilado y traducido a una matriz.”

#### **4.9. Análisis Estadístico**

Se utilizará el programa estadístico SPSS para Windows. Para la confiabilidad de resultados se trabajará con un intervalo de confianza de 95%. Se ha considerado que un resultado era significativo cuando  $p < 0.05$ .

Según (Hernández y Mendoza, 2020) menciona que: “El análisis se realiza utilizando estadísticas basadas en una matriz de datos creada en un programa informático como SPSS, teniendo en cuenta los niveles de medición de las variables.”

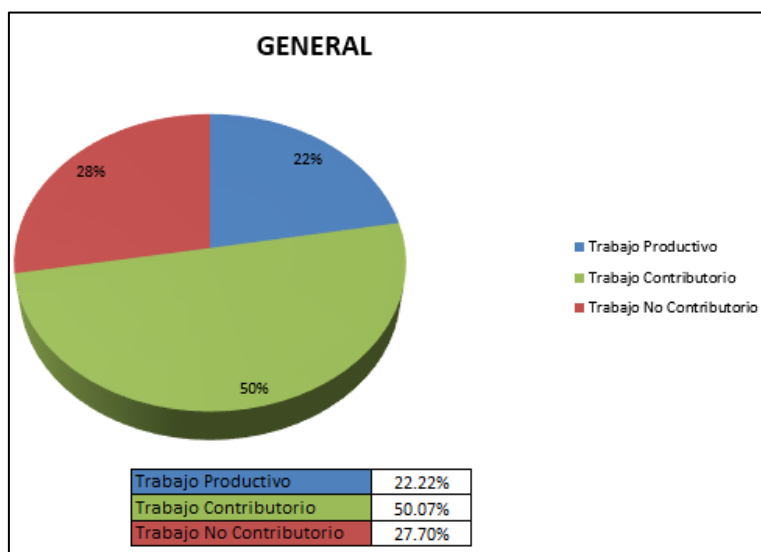
## V. Resultados y Discusión

### 5.1. Resultados

Los resultados obtenidos en los diferentes sectores de estudio en función a la variable independiente y la variable dependiente. Para el desarrollo de los sectores de estudio se inició con la sectorización del bloque 03 a intervenir en 3 sectores dividiéndolos por homogeneidad de metros cuadrados de asentado de muros y aplicando la variable independiente en los sectores 1 y 3, dejando al sector 2 como muestra de comparación de los resultados obtenidos entre sectores. Asimismo, para la exposición de los resultados se presentarán en orden de tiempo cronológico.

#### Figura 3

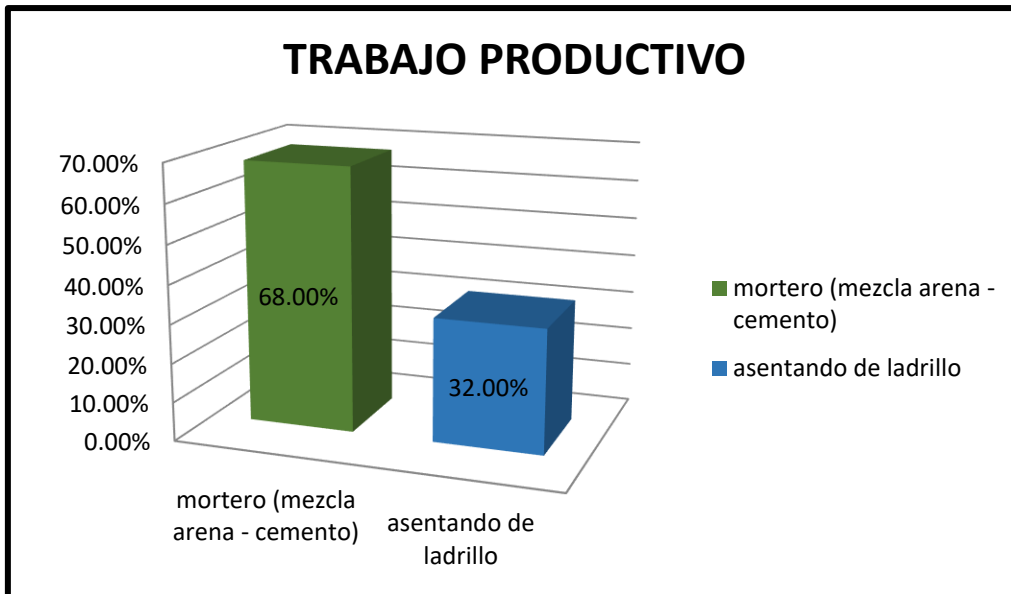
*Gráfico general de la carta balance correspondiente a la cuadrilla N°01*



*Nota.* En el gráfico 3 se visualiza la carta balance de la actividad producida por la cuadrilla N°01

**Figura 4**

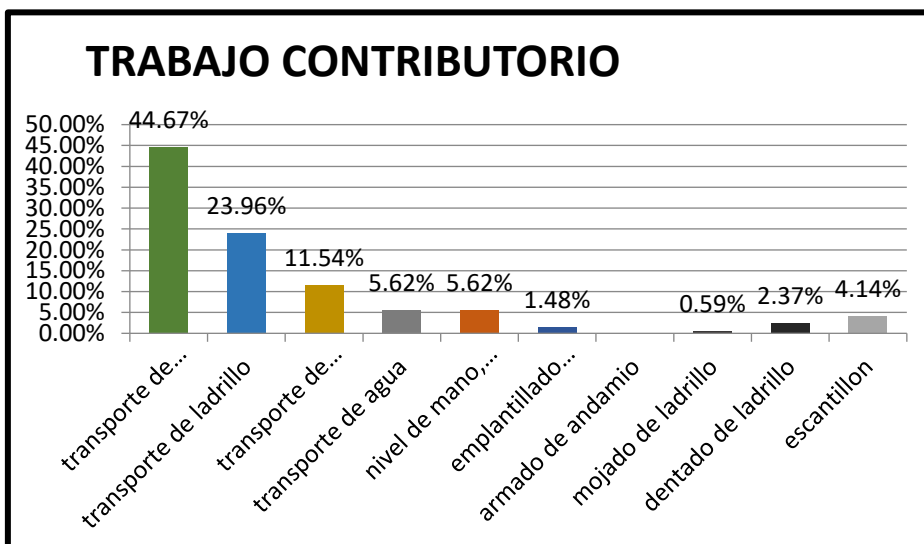
*Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo productivo de la estación N°01*



*Nota.* En el gráfico 4 se visualiza el porcentaje de participación de actividades enumeradas en la tabla 4 con respecto al trabajo productivo de la estación N°01.

**Figura 5**

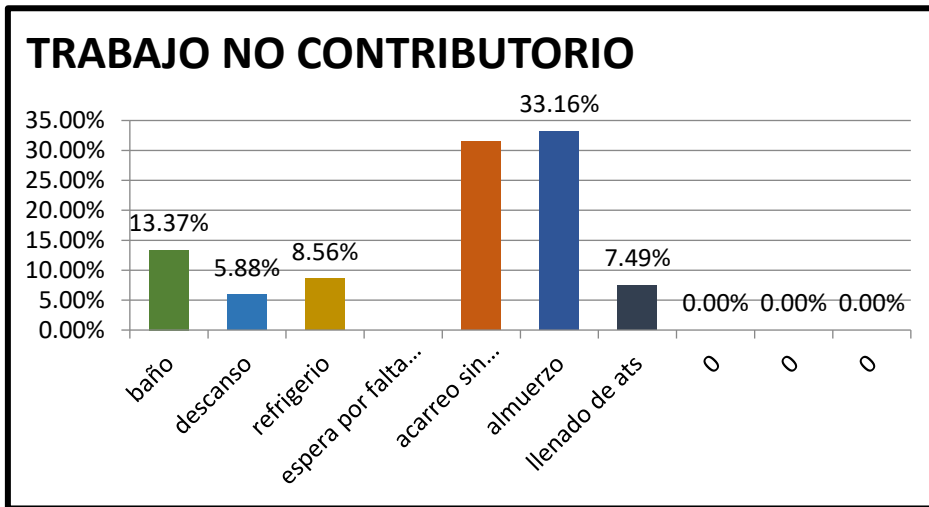
*Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo contributorio de la estación N°01.*



*Nota.* En el gráfico 5 se observa el porcentaje de participación de actividades enumeradas en la tabla 5 con respecto al trabajo contributorio de la estación N°01.

**Figura 6**

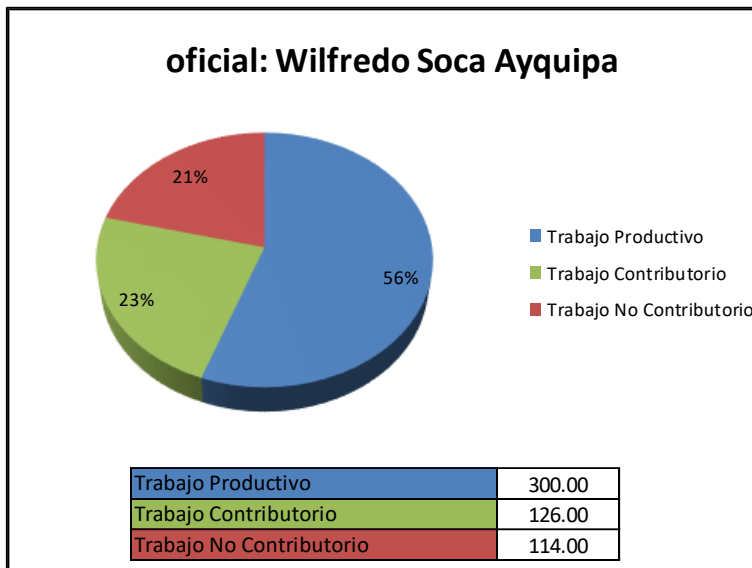
*Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo no contributivo de la estación N°01.*



*Nota.* En el grafico 6 se observa el porcentaje de participación de actividades enumeradas en la tabla 6 con respecto al trabajo no contributivo de la estación N°01.

**Figura 7**

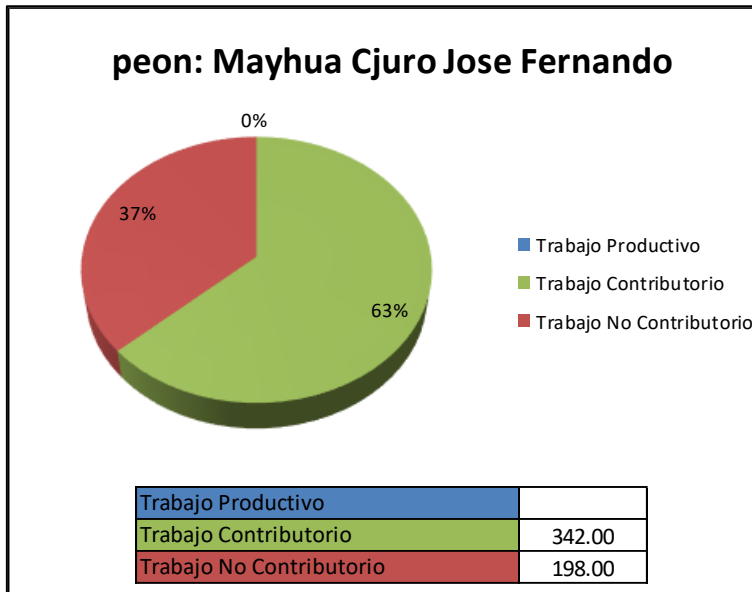
*Distribución de carta balance personalizado del trabajador 01 de la estación N°01*



*Nota.* En el grafico 7 se observa la distribución de carta balance personalizado en función al tiempo con respecto al trabajador 01 de cuadrilla de la estación N°01.

**Figura 8**

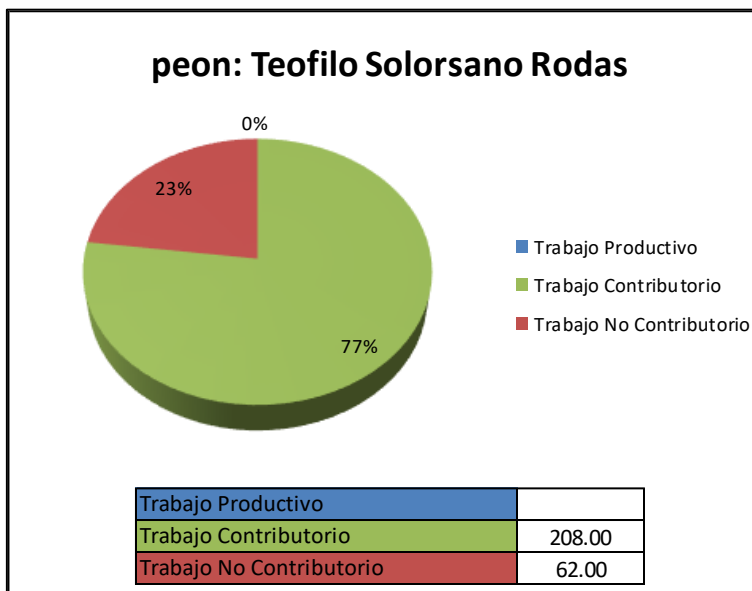
*Distribución de carta balance personalizado del trabajador 02 de la estación N°01*



*Nota.* En el grafico 8 se observa la distribución de carta balance personalizado en función al tiempo con respecto al trabajador 02 de cuadrilla de la estación N°01.

**Figura 9**

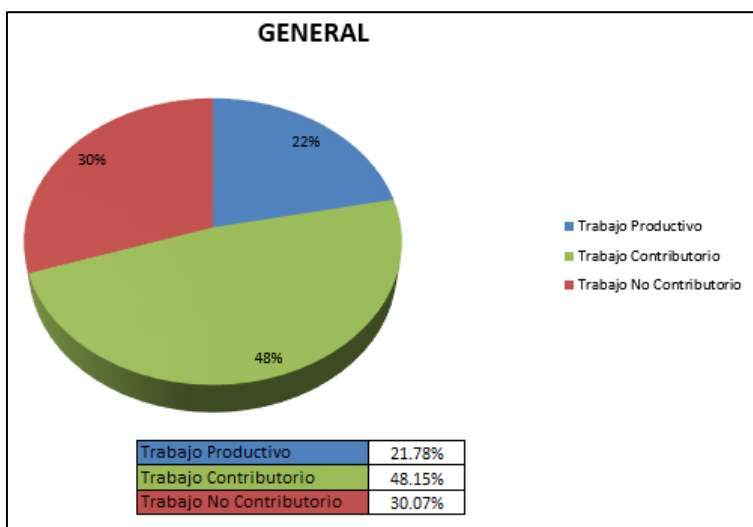
*Distribución de carta balance personalizado del trabajador 03 de la estación N°01*



*Nota.* En el grafico 9 se indica la distribución de carta balance personalizado en función al tiempo con respecto al trabajador 03 de cuadrilla de la estación N°01.

**Figura 10**

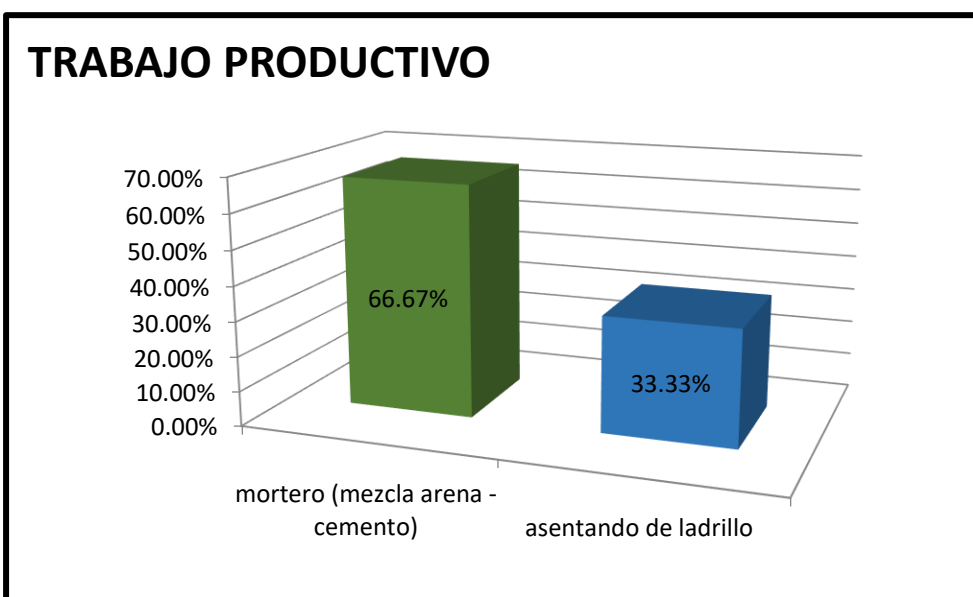
*Gráfico general de la carta balance correspondiente a la cuadrilla N°02*



*Nota.* En el gráfico 10 se indica la carta balance de la actividad producida por la cuadrilla N°03.

**Figura 11**

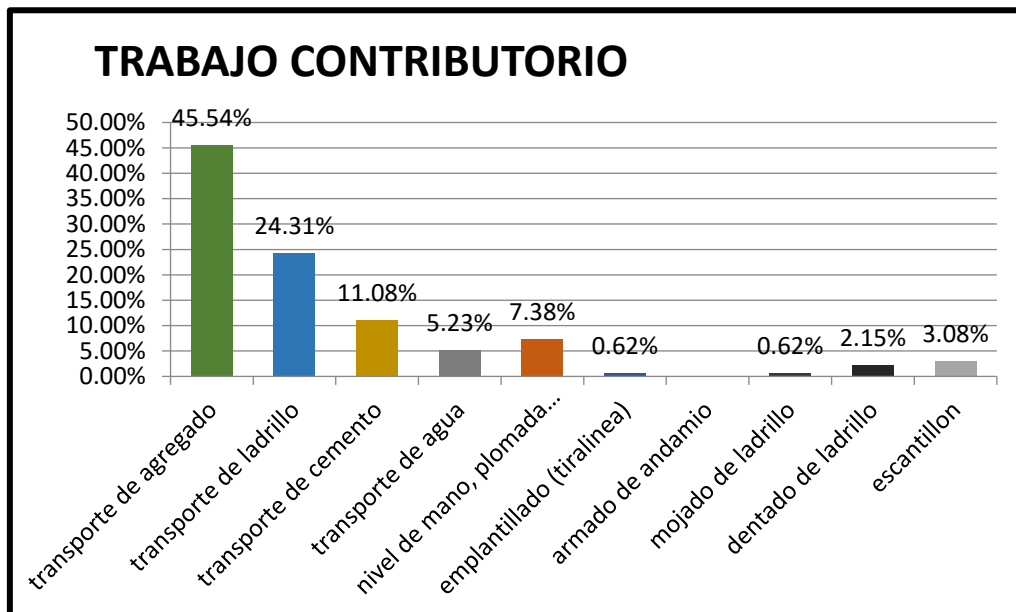
*Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo productivo de la estación N°03*



*Nota.* En el gráfico 11 se indica el porcentaje de participación de actividades enumeradas en la tabla 4 con respecto al trabajo productivo de la estación N°03.

**Figura 12**

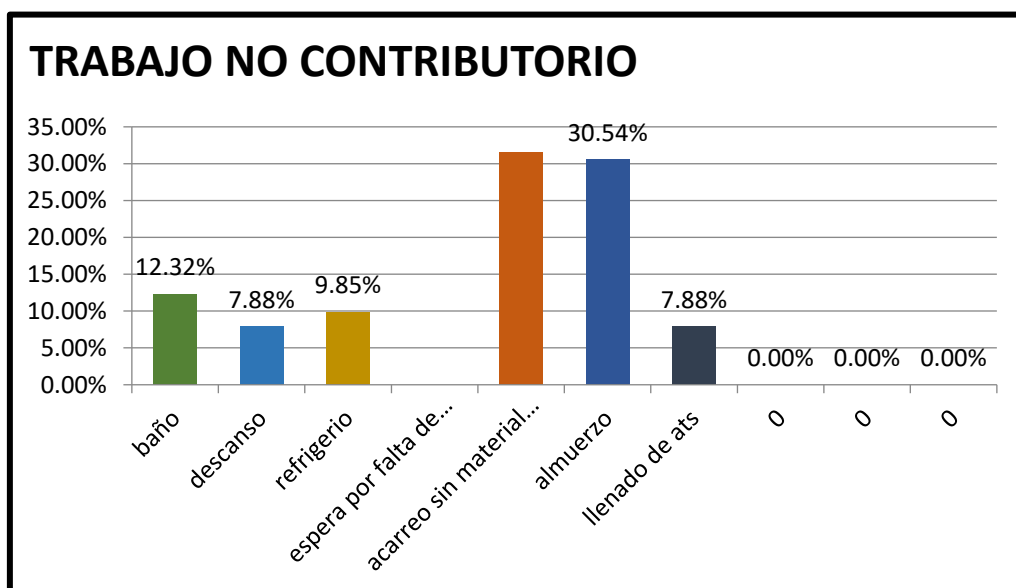
Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo contributivo de la estación N°03.



*Nota.* En el grafico 12 se indica el porcentaje de participación de actividades enumeradas en la tabla 5 con respecto al trabajo contributivo de la estación N°03.

**Figura 13**

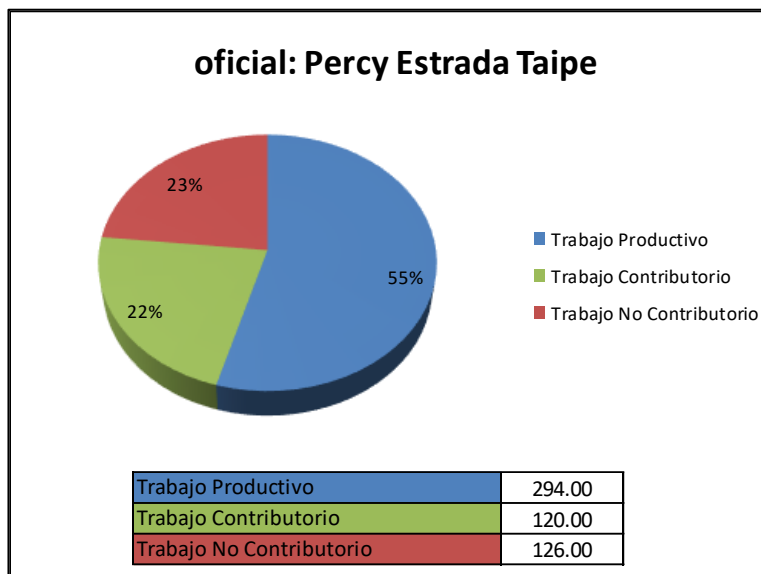
Porcentaje de actividades realizadas en el trabajo no contributivo de la estación N°03.



*Nota.* en el grafico 13 se muestra el porcentaje de participación de actividades enumeradas en la tabla 6 con respecto al trabajo no contributivo de la estación N°03.

**Figura 14**

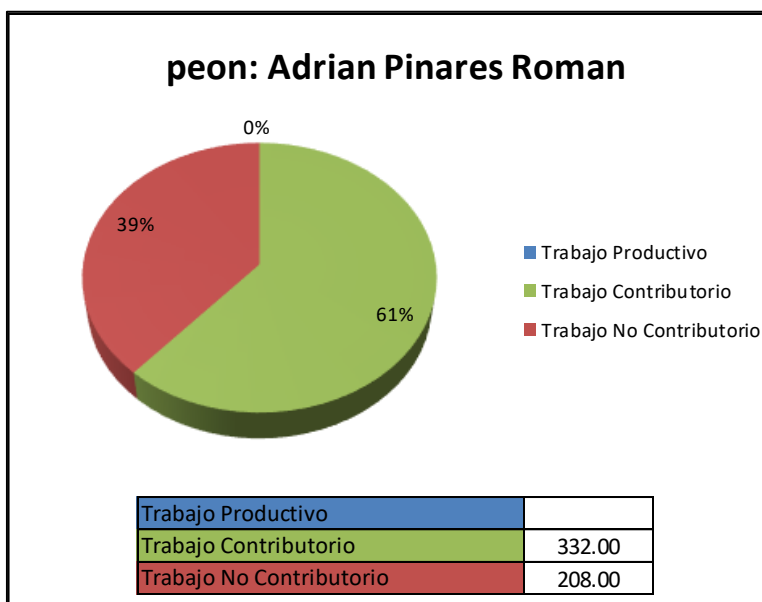
*Distribución de carta balance personalizado del trabajador 01 de la estación N°03*



*Nota.* en el grafico 14 se visualiza la distribución de carta balance personalizado en función al tiempo con respecto al trabajador 01 de cuadrilla de la estación N°03.

**Figura 15**

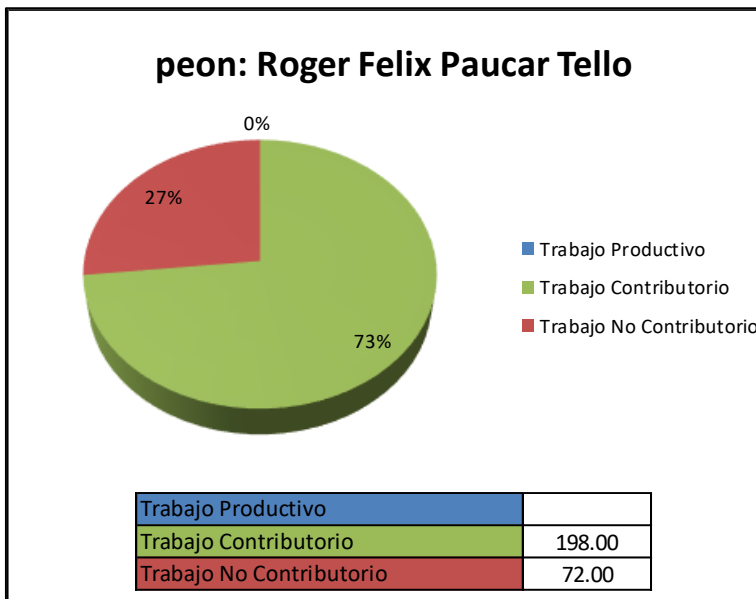
*Distribución de carta balance personalizado del trabajador 02 de la estación N°03*



*Nota.* En el grafico 15 se indica la distribución de carta balance personalizado en función al tiempo con respecto al trabajador 02 de cuadrilla de la estación N°03.

**Figura 16**

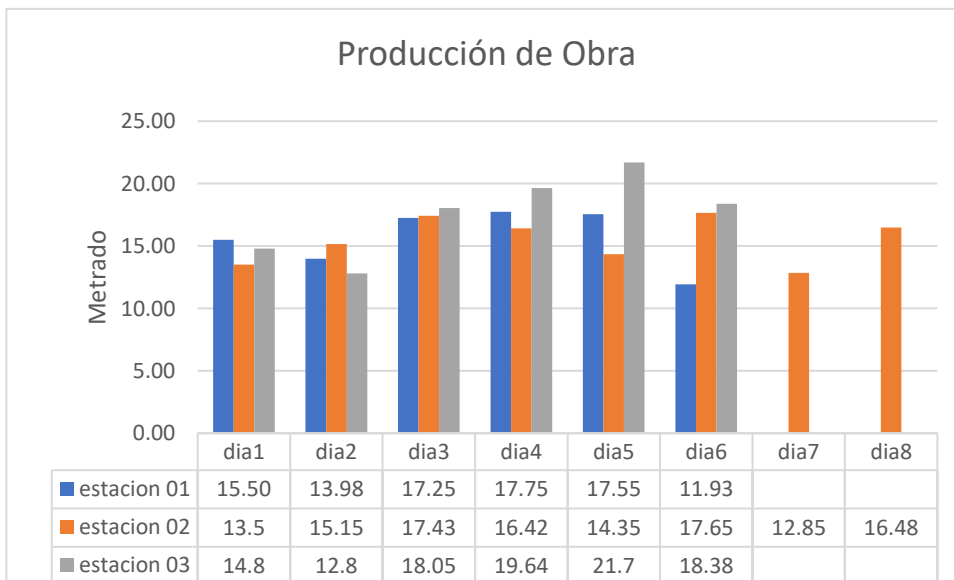
*Distribución de carta balance personalizado del trabajador 03 de la estación N°03*



*Nota.* En la figura 16 se grafica la distribución de carta balance personalizado en función al tiempo con respecto al trabajador 03 de cuadrilla de la estación N°03.

**Figura 17**

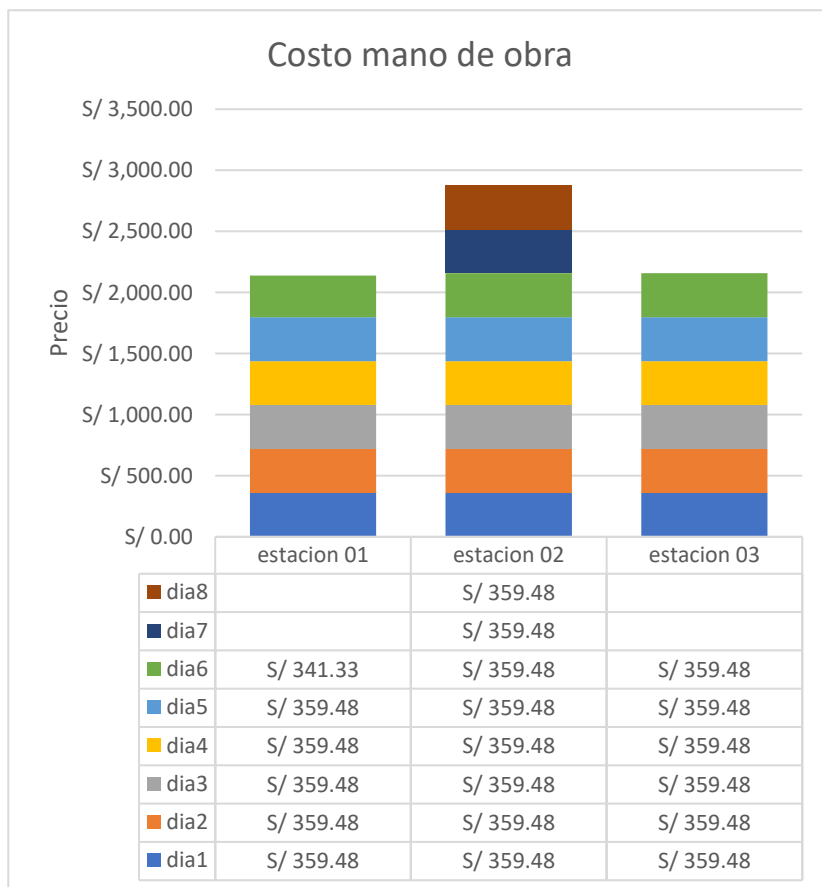
*Resumen de metrados del bloque 03 con relación a los días empleados*



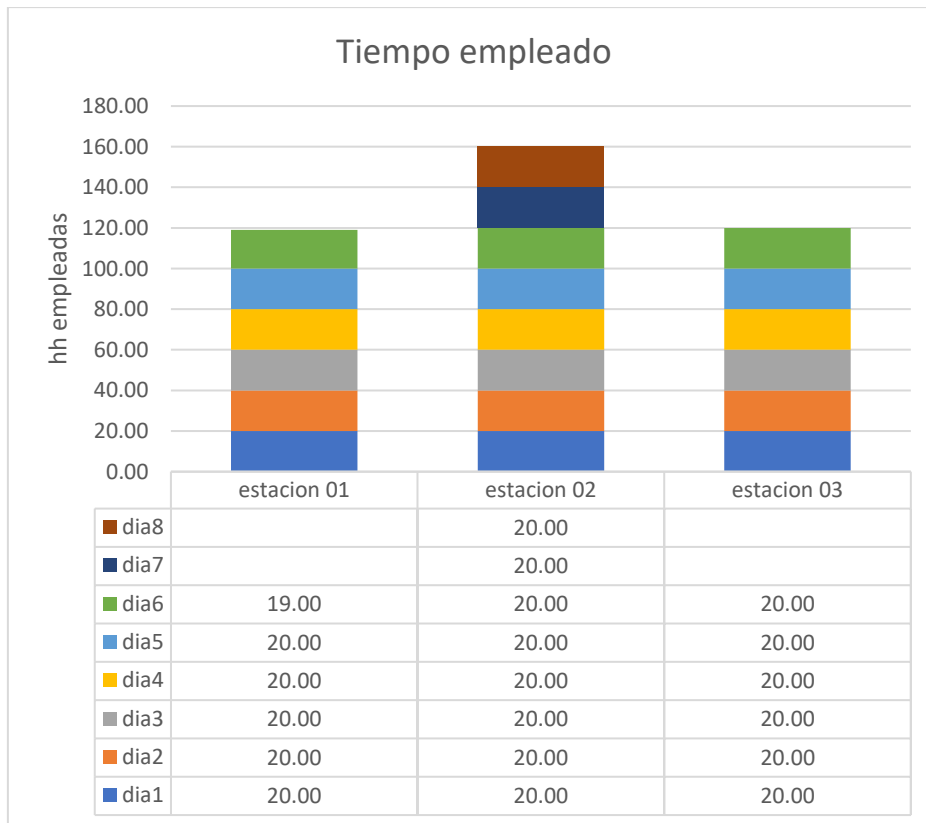
*Nota.* En la figura 17 se indica el resumen de metrados del bloque 03 con relación a los días trabajados para la actividad de asentado de ladrillo.

**Figura 18**

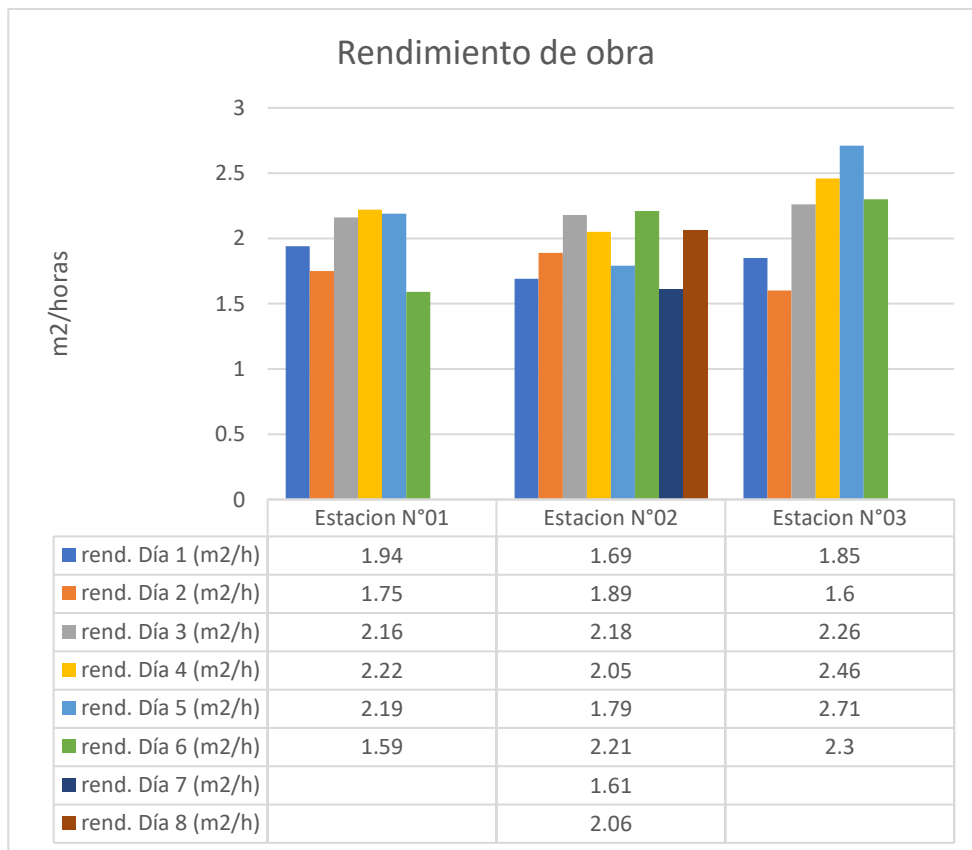
*Costo mano de obra del bloque 03*



*Nota.* En la figura 18 se indica el costo total del bloque 03 de la mano de obra teniendo la estación 01 un total de s/. 2 138.73, la estación 02 un total de s/. 2 875.84 y la estación 03 un total de s/. 2 156.88, siendo la estación N°02 la de mayor costo, reduciendo un costo de S/ 737.11 con la primera estación y S/ 718.96 con la tercera estación.

**Figura 19***Tiempo empleado de obra*

*Nota.* En la figura 19 se indica el tiempo empleado de obra de las 3 estaciones con respecto a las horas trabajadas para la realización de la actividad teniendo la estación 01 un total de 119 horas empleadas, la estación 02 un total de 160 horas empleadas y la estación 03 un total de 120 horas empleadas, dando un indicador de que la estación con más tiempo empleado es la estación 02, habiendo una reducción de tiempos de 41 y 40 horas reducidas en las estaciones 01 y 03.

**Figura 20***Capacidad de rendimiento en obra*

*Nota.* En la figura 20 se indica rendimiento de obra de las 3 estaciones con respecto al avance con las horas trabajadas, indicando el promedio de rendimiento de la estación 01 de 1.98 metros cuadrados de asentamiento de muros/horas trabajadas, de la estación 02 de 1.97 metros cuadrados de asentamiento de muros/horas trabajadas y de la estación 03 de 2.20 metros cuadrados de asentamiento de muros/horas trabajadas, indicando que hay una reducción de rendimiento de 0.01 m<sup>2</sup>/horas de la estación 01 con respecto a la estación 02 y de 0.23 m<sup>2</sup>/horas de la estación 03 con respecto a la estación 01.

- **Contrastación de hipótesis**

- **Método estadístico para la contrastación de hipótesis**

Para la validez del presente trabajo de investigación se realizó mediante la técnica estadística paramétricas en este caso se utilizó Pearson para observar el grado de correlación entre la variable independiente y dependiente que son el Last Planner y el flujo de productividad, y así contrastar la Hipótesis general y las Hipótesis específicas

○ **La contrastación de hipótesis general**

La hipótesis general se contrastará mediante la prueba estadística paramétrica, por la prueba de Pearson, determinará que la metodología Last Planner influirá significativamente en el flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023.

Ho:” La variable Last Planner y el flujo de productividad de obra sigue una distribución Normal”

H1: “La variable Last Planner y el flujo de productividad de obra No sigue una distribución Normal”

**Tabla 2**

*Prueba de normalidad*

	<b>Pruebas de normalidad</b>					
	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
Last Planner	.118	20	.200*	.972	20	.806
Flujo de Producción	.120	20	.200*	.956	20	.459

\*. Esto es un límite inferior de la significación verdadera.  
a. Corrección de significación de Lilliefors

*Nota.* En la tabla se visualiza la herramienta estadística para verificar que proviene de una población de distribución normal.

a. N.S= 0.05

b. La variable independiente Last Planner y la variable dependiente flujo de productividad, Observamos que la columna sig. Shapiro-Wilk de todos son mayores que 0.05 lo cual se acepta la Ho.

c. Concluimos que la variable Last Planner y el flujo de productividad, se comporta como una distribución normal. Por lo tanto, aplicaremos la prueba estadística paramétrica de Pearson.

#### **a) El Planteo de las Hipótesis General**

Ho: “La Aplicación del Last Planner influye en el flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023”.

H1: “La Aplicación del Last Planner no influye en el flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023”.

a. N.S= 0.05

b. La Contrastación de la Hipótesis:

c. Pruebas estadísticas paramétricas. Utilizaremos la prueba de Pearson.

**Tabla 3***Correlación de hipótesis general*

		<b>Correlaciones</b>	
		Last Planner	Flujo de Producción
Last Planner	Correlación de Pearson	1	.830**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	20	20
Flujo de Producción	Correlación de Pearson	.830**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	20	20

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*Nota.* En la tabla se visualiza la correlación de hipótesis general de nuestra variable independiente y dependiente.

d. La conclusión: Se puede concluir, que la aplicación del Last Planner influirá en el flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023, a un nivel de significancia del 5%.

#### **b) El Planteo de las Hipótesis Especifica “a”**

Ho: “La Aplicación del Last Planner influye en el costo de mano de obra de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023”.

H1: “La Aplicación del Last Planner no influye en el costo de mano de obra de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023”.

a. N.S= 0.05

b. La Contrastación de la Hipótesis:

c. Pruebas estadísticas paramétricas. Utilizaremos la prueba de Pearson.

**Tabla 4**

*Correlación con hipótesis específica "a"*

		<b>Correlaciones</b>	
		Last Planner	Costo de mano de obra
Last Planner	Correlación de Pearson	1	.397
	Sig. (bilateral)		.083
	N	20	20
Costo de mano de obra	Correlación de Pearson	.397	1
	Sig. (bilateral)	.083	
	N	20	20

*Nota.* En la tabla se visualiza la correlación de hipótesis específica “a” de nuestra variable independiente y dependiente.

Finalmente se observa que la correlación es bajo 39.7% y concluimos.

d. La conclusión: Se puede concluir, que la aplicación del Last Planner influirá en el costo de mano de obra de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023, a un nivel de significancia del 5%.

**c) El Planteo de las Hipótesis Específica “b”**

Ho: “La Aplicación del Last Planner influye en el tiempo empleado de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023”.

H1: “La Aplicación del Last Planner no influye en el tiempo empleado de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023”.

a. N.S= 0.05

b. La Contrastación de la Hipótesis:

c. Pruebas estadísticas paramétricas. Utilizaremos la prueba de Pearson.

**Tabla 5**

*Correlación con hipótesis específica "b"*

		Correlaciones	
		Last Planner	Tiempo
Last Planner	Correlación de Pearson	1	.397
	Sig. (bilateral)		.083
	N	20	20
Tiempo	Correlación de Pearson	.397	1
	Sig. (bilateral)	.083	
	N	20	20

*Nota.* En la tabla se visualiza la correlación de hipótesis específica “a” de nuestra variable independiente y dependiente.

Finalmente se observa que la correlación es bajo 39.7% y concluimos.

d. La conclusión: Se puede concluir, que la aplicación del Last Planner influirá en el tiempo empleado de obra de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023, a un nivel de significancia del 5%.

#### d) El Planteo de las Hipótesis Específica “c”

Ho: “La Aplicación del Last Planner influye en la capacidad de rendimiento de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023”.

H1: “La Aplicación del Last Planner no influye en la capacidad de rendimiento de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023”.

a. N.S= 0.05

b. La Contrastación de la Hipótesis:

c. Pruebas estadísticas paramétricas. Utilizaremos la prueba de Pearson.

**Tabla 6**

*Correlación con hipótesis específica "c"*

		Correlaciones	
		Last Planner	Rendimiento
Last Planner	Correlación de Pearson	1	.998**
	Sig. (bilateral)		<.001
	N	20	20
Rendimiento	Correlación de Pearson	.998**	1
	Sig. (bilateral)	<.001	
	N	20	20

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

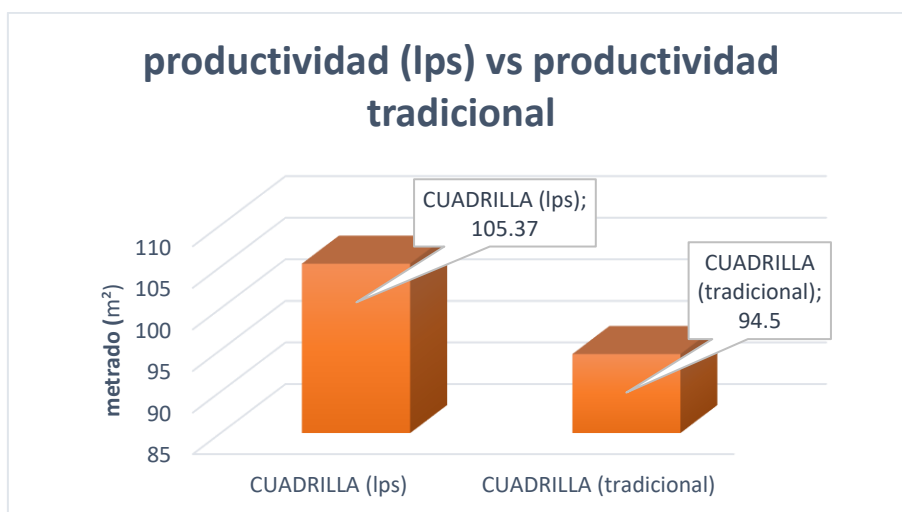
*Nota.* En la tabla se visualiza la correlación de hipótesis específica “a” de nuestra variable independiente y dependiente.

Finalmente se observa que la correlación es alta 99.8% y concluimos.

d. La conclusión: Se puede concluir, que la aplicación del Last Planner influirá en la capacidad de rendimiento de obra de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado en la Institución Educativa El Carmelo Abancay, 2023, a un nivel de significancia del 5%.

### **Figura 21**

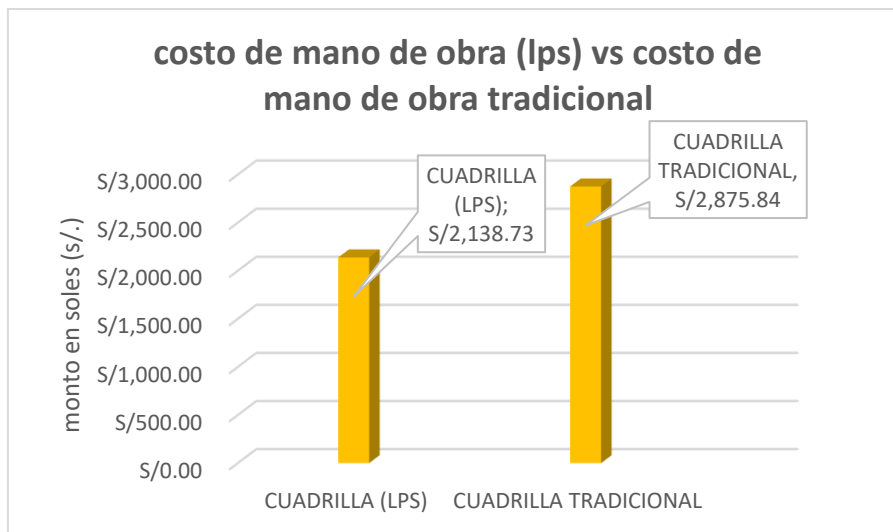
Cuadro comparativo de productividad (lps) vs productividad tradicional



*Nota.* En la figura 21 se indica la comparación de la productividad con la influencia del Last Planner y la productividad tradicional resaltando la mejora de 10.87 m<sup>2</sup> en el mismo tiempo establecido, siendo un 10.32% más productivo.

**Figura 22**

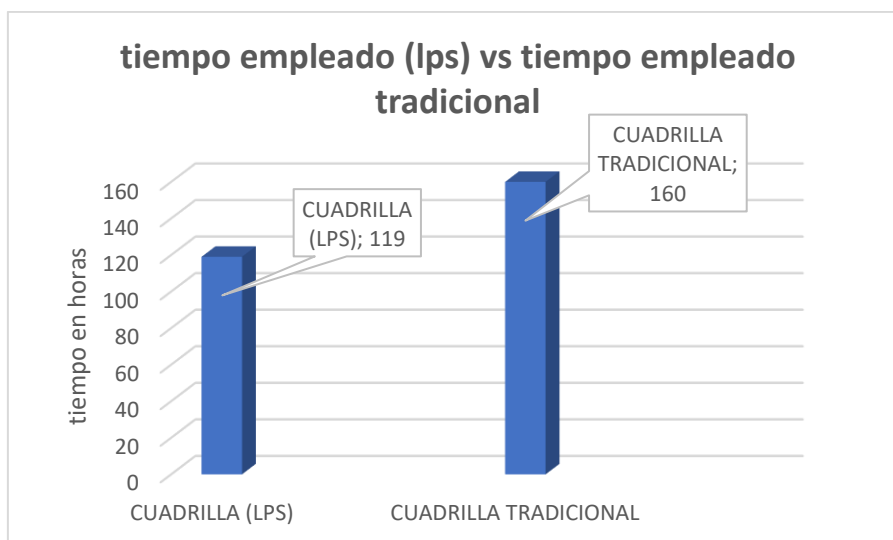
*Cuadro comparativo de costo de mano de obra (lps) vs costo de mano de obra tradicional*



*Nota.* En la figura 22 se indica la comparación de costo de mano de obra (lps) con el costo de mano de obra tradicional resaltando la reducción del costo de s/. 737.11.

**Figura 23**

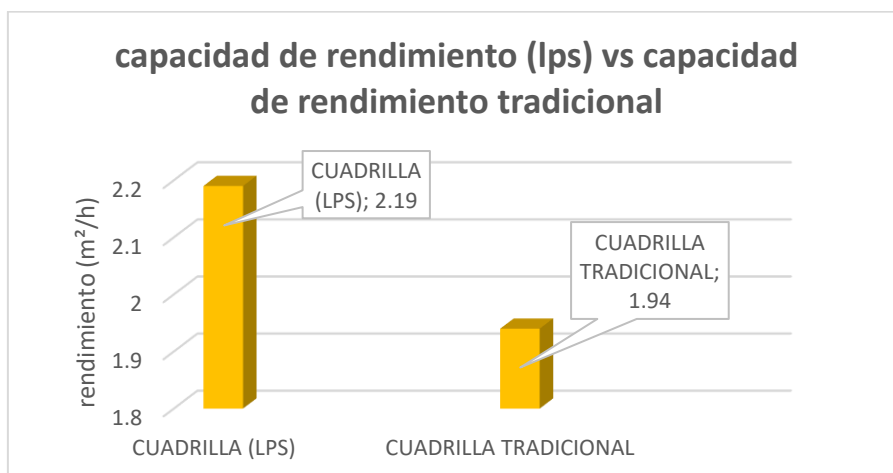
*Cuadro comparativo de tiempo empleado (lps) vs tiempo empleado tradicional*



*Nota.* En la figura 23 se indica la comparación de tiempo empleado con la metodología (lps) y el tiempo empleado tradicional se obtiene un 34.45% de tiempo optimo que lo habitual.

**Figura 24**

*Cuadro comparativo de rendimiento (lps) vs tiempo de rendimiento tradicional*



*Nota.* En la figura 24 se indica la capacidad de rendimiento de obra (lps) con la capacidad de rendimiento de obra tradicional resaltando la 0.25 m<sup>2</sup> por hora más de rendimiento en comparación entre ellos.

## 5.2. Discusión de resultados

- **Discusión de resultados del objetivo general**

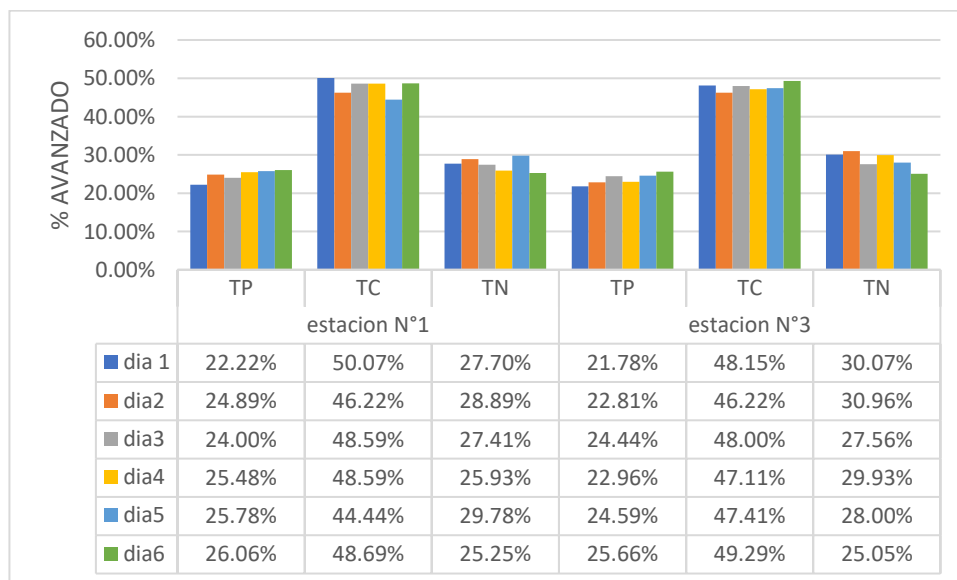
Observando la tabla 10 Carta balance de datos en relación con el tiempo para la estación N°01 y la tabla 14 Carta balance de datos en relación con el tiempo para la estación N°03 debo señalar que aplicando un plan de trabajo ordenado y coordinado previo a la ejecución de la actividad de asentado de muro facilita el proceso constructivo de tal manera que se incrementa la producción logrando una mejora continua en la actividad monótona que realizan.

Por otro lado, la figura 14 Gráfico general de la carta balance correspondiente a la cuadrilla N°01 y la figura 28 Gráfico general de la carta balance correspondiente a la cuadrilla N°02 se puede observar que debido a la primera experiencia de las cuadrillas a la aplicación en campo del plan de trabajo de ejecución de la actividad de asentado de muro indica alto porcentaje de trabajo contributorio siendo una actividad necesaria para contribuir

al trabajo productivo pero afecta a la producción y trabajo no contributivo siendo una actividad innecesaria o evitable que afecta negativamente a la producción.

**Figura 25**

*Cuadro comparativo de TP, TC y TNC*



*Nota.* En la figura 25 se indica el cuadro comparativo del trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC) observando que se presenta una mejora continua debido a la experticia adquirida en el proceso.

Visualizando la figura 7 *Distribución de carta balance personalizado del trabajador 01 de la estación N°01*, figura 8 *Distribución de carta balance personalizado del trabajador 02 de la estación N°01*, figura 9 *Distribución de carta balance personalizado del trabajador 03 de la estación N°01*, figura 14 *Distribución de carta balance personalizado del trabajador 01 de la estación N°03*, figura 15 *Distribución de carta balance personalizado del trabajador 02 de la estación N°03*, figura 16 *Distribución de carta balance personalizado del trabajador 03 de la estación N°03* se puede mencionar que la productividad de la mano de obra de la estación N°01 y la estación N°03 resulta óptimo para el trabajo productivo debido al plan de trabajo y a la mejora continua del proceso de la aplicación del Last Planner

- **Discusión de resultados del objetivo específico “a”**

**Tabla 7**

*Cuadro comparativo de costo mano de obra en relación a la producción*

	<b>costo mano de obra</b>	<b>costo hh</b>	<b>día 1 (hh)</b>	<b>día 2 (hh)</b>	<b>día 3 (hh)</b>	<b>día 4 (hh)</b>	<b>día 5 (hh)</b>	<b>día 6 (hh)</b>	<b>día 7 (hh)</b>	<b>día 8 (hh)</b>	<b>costo total</b>
estación 01	1 oficial	s/. 19.06	8	8	8	8	8	7.5			s/. 905.35
	1 peón	s/. 17.25	8	8	8	8	8	7.5			s/. 819.38
	1/2 peón	s/. 17.25	4	4	4	4	4	4			s/. 414.00
estación 02	1 oficial	s/. 19.06	8	8	8	8	8	8	8	8	s/. 1219.84
	1 peón	s/. 17.25	8	8	8	8	8	8	8	8	s/. 1104.00
	1/2 peón	s/. 17.25	4	4	4	4	4	4	4	4	s/. 552.00
estación 03	1 oficial	s/. 19.06	8	8	8	8	8	8			s/. 914.88
	1 peón	s/. 17.25	8	8	8	8	8	8			s/. 828.00
	1/2 peón	s/. 17.25	4	4	4	4	4	4			s/. 414.00

*Nota.* En la tabla 7 se observa el costo total de producción de mano de obra por estaciones, teniendo un costo de producción total para la estación N°01 de S/ 2,138.73, un costo de producción total para la estación N°02 de S/ 2,875.84 y un costo de producción total para la estación N°03 de S/ 2,156.88. se puede mencionar que la estación N°01 y la estación N°03 que fueron aplicadas con la variable independiente reduce el costo de producción de mano de obra con respecto a la estación N°02 reduciendo un costo de S/ 737.11 con la primera estación y S/ 718.96 con la tercera estación.

De estos resultados se puede mencionar que logro optimizar el costo de producción de mano de obra para la partida de asentamiento de muros debido a la aplicación del Last Planner con respecto al sistema tradicional como se indica en la figura 22.

- **Discusión de resultados del objetivo específico “b”**

Visualizando la tabla 20 Distribución de tiempo por actividad realizada en la cuadrilla N°01 y tabla 24 Distribución de tiempo por actividad realizada en la cuadrilla N°03 se observa el tiempo realizado total para cada trabajo productivo, trabajo contributorio, trabajo no contributorio que se van optimizando debido a la mejora continua del plan de trabajo.

**Tabla 8**

*Cuadro comparativo del tiempo empleado en la ejecución de asentamiento de muros*

tiempo empleado		día1	día2	día3	día4	día5	día6	día7	día8	tiempo total (h)
estación 01	1 oficial	8	8	8	8	8	7.5			47.5
	1 peón	8	8	8	8	8	7.5			47.5
	1/2 peón	4	4	4	4	4	4			24
estación 02	1 oficial	8	8	8	8	8	8	8	8	64
	1 peón	8	8	8	8	8	8	8	8	64
	1/2 peón	4	4	4	4	4	4	4	4	32
estación 03	1 oficial	8	8	8	8	8	8			48
	1 peón	8	8	8	8	8	8			48
	1/2 peón	4	4	4	4	4	4			24

*Nota.* en la tabla 8 se observa el tiempo total empleado para la partida de asentamiento de muros de las 03 estaciones. En la estación N°01 se visualiza un total de 119 horas empleadas, en la estación N°02 se visualiza un total de 160 horas empleadas, en la estación N°03 se visualiza un total de 120 horas empleadas por lo que se puede mencionar que redujo el tiempo empleado en la estación N°01 y N°03 con respecto a la estación N°02 de 41 horas y 40 horas respectivamente.

De estos resultados se puede mencionar que se optimizó el tiempo empleado para la partida de asentamiento de muros con la aplicación del Last Planner con respecto al sistema tradicional indicado en la figura 23.

- **Discusión de resultados del objetivo específico “c”**

Visualizando la tabla 25 Resumen de metrados del bloque 03 con relación a los días empleados, se puede observar que la estación N°01 y la estación N°03 aplicadas con la variable independiente tienen un mejor rendimiento productivo con respecto a la estación N°02 en relación de avance físico y tiempo empleado.

**Tabla 9**

*Cuadro de rendimientos del metrado con respecto a las horas trabajadas*

	rend. Día 1	rend. Día 2	rend. Día 3	rend. Día 4	rend. Día 5	rend. Día 6	rend. Día 7	rend. Día 8	promedio total
	(m2/h)	(m2/h)	(m2/h)	(m2/h)	(m2/h)	(m2/h)	(m2/h)	(m2/h)	
Estacion N°01	1.94	1.75	2.16	2.22	2.19	1.59			1.98
Estacion N°02	1.69	1.89	2.18	2.05	1.79	2.21	1.61	2.06	1.97
Estacion N°03	1.85	1.6	2.26	2.46	2.71	2.3			2.20

*Nota.* en la tabla 9 se observa el rendimiento total empleado para la partida de asentamiento de muros de las 03 estaciones.

De estos resultados se puede mencionar que se optimizó la relación de avance físico con el tiempo empleado para la partida de asentamiento de muros con la aplicación del Last Planner indicado en la figura 24.

## VI. Conclusiones

- **Conclusiones N°1 del objetivo general**

La aplicación del Last Planner System si influye en el flujo de producción de muros de albañilería como se muestra en la figura 17 resumen de metrados en relación a los días trabajados que indica la cantidad de trabajo producido de las estaciones 01 y 03 con respecto a la estación 02, por otro lado, se concluye que la producción aplicando el Last Planner System en comparación con una producción con la metodología tradicional aumenta considerablemente como se indica en la figura 21.

- **Conclusiones N°3 del objetivo específico “a”**

La aplicación del Last Planner System si influye en el costo de mano de obra del flujo de producción de muros de albañilería como se visualiza en la table 07 Cuadro comparativo de costo de mano de obra en relación a la producción de la estación N°01 y la estación N°03 con respecto a la estación N°02 que se optimizó el costo de producción del flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado de S/ 737.11 con la primera estación y S/ 718.96 con la tercera estación respectivamente, por otro lado, se concluye el costo de mano de obra aplicando el Last Planner System en comparación con un costo de mano de obra con metodología tradicional optimiza considerablemente como se indica en la figura 22.

- **Conclusiones N°4 del objetivo específico “b”**

La aplicación del Last Planner System si influye en el tiempo empleado del flujo de producción de muros de albañilería como se visualiza en la tabla 8 Cuadro comparativo del tiempo empleado en la ejecución de asentamiento de muros de la estación N°01 y la estación N°03 con respecto a la estación N°02 que se optimizó el tiempo empleado del flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema

aporticado de 41 horas siendo un 25.63% y 40 horas siendo un 25% respectivamente más óptimos, por otro lado, se concluye que el tiempo empleado de obra aplicando el Last Planner System en comparación con un tiempo empleado de obra con metodología tradicional se obtiene un 34.45% de tiempo optimo que lo habitual como se indica en la figura 23.

- **Conclusiones N°5 del objetivo específico “c”**

La aplicación del Last Planner System si influye en el rendimiento del flujo de producción de muros de albañilería como se visualiza en la tabla 25 Resumen de metrados del bloque 03 con relación a los días empleados en la ejecución de asentamiento de muros de la estación N°01 y la estación N°03 con respecto a la estación N°02 que optimizó el rendimiento de producción del flujo de productividad de la etapa de planeamiento de ejecución de muros de albañilería del sistema aporticado, como se visualiza en la tabla 9 Cuadro de rendimientos del metrado con respecto a las horas trabajadas, se obtuvo para la estación N°01 un rendimiento promedio de 1.97 m<sup>2</sup>/horas, para la estación N°02 un rendimiento promedio de 1.94 m<sup>2</sup>/horas y para la estación N°03 un rendimiento promedio de 2.19 m<sup>2</sup>/horas obteniendo mejores rendimientos en la estación N°01 y N°03 respectivamente, por otro lado, se concluye que la capacidad de rendimiento de obra aplicando el Last Planner System en comparación con la capacidad de rendimiento de obra con metodología tradicional optimiza considerablemente como se indica en la figura 24.

## **VII. Recomendaciones**

- **Recomendaciones N°1 del objetivo general**

En vista de los resultados obtenidos de la aplicación del Last Planner System para el flujo de producción de muros de albañilería, debo mencionar que si resulta adecuado la aplicación del plan de trabajo del Last Planner System para mejorar la productividad en la etapa de planeamiento, asimismo mencionar que resulta conveniente en costo de producción, mano de obra y rendimiento

Es recomendable realizar varias partidas en simultaneo con la aplicación del sistema para que refleje la mejora continua.

- **Recomendaciones N°1 del objetivo específico “a”**

En vista de los resultados obtenidos de la aplicación del Last Planner System en el costo de mano del flujo de producción de muros de albañilería, debo mencionar que, si resulta conveniente por la optimización del costo ahorrado de mano obra con respecto a la ejecución tradicional, la aplicación del plan de trabajo del Last Planner System para reduce el costo de producción de la mano de obra en la etapa de ejecución.

Es recomendable tomar en cuenta las ideas de las cuadrillas, replantearse y tomar una mejor decisión en cuanto al planeamiento de la ejecución para que aparezca la mejora continua.

- **Recomendaciones N°1 del objetivo específico “b”**

En vista de los resultados obtenidos de la aplicación del Last Planner System para el tiempo empleado del flujo de producción de muros de albañilería, debo mencionar que, si resulta conveniente por la optimización del tiempo ahorrado de mano obra de toda la cuadrilla con respecto a la ejecución tradicional, la aplicación del plan de trabajo del Last

Planner System para reduce el tiempo de mano de obra de la cuadrilla en la etapa de ejecución.

Es recomendable realizar reuniones con las cuadrillas para optimizar los tiempos no contributorios.

- **Recomendaciones N°1 del objetivo específico “c”**

En vista de los resultados obtenidos de la aplicación del Last Planner System para el rendimiento del flujo de producción de muros de albañilería, debo mencionar que, si resulta conveniente por el incremento de rendimiento de asentado de muros en un menor tiempo establecido de toda la cuadrilla con respecto a la ejecución tradicional, la aplicación del plan de trabajo del Last Planner System para incrementa el rendimiento de la cuadrilla en la etapa de ejecución.

Es recomendable realizar las actividades de trabajo contributorio entre todos los integrantes de la cuadrilla para incrementar el trabajo productivo conjuntamente con el rendimiento.

### VIII. Referencias

- Alberto, E., (2022). *Evaluación de impacto en la productividad basado en valor y cronograma ganados, caso estudio construcción pad de lixiviación en la región Apurímac (2019-2020), Perú* [Tesis de grado, Universidad José Carlos Mariátegui]. Repositorio institucional de la Universidad José Carlos Mariátegui  
<https://hdl.handle.net/20.500.12819/1548>
- Alferez, F., (2022). *Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la gestión de la productividad en el movimiento de tierra masiva del proyecto presa de relaves de una unidad minera en Apurímac, 2022, Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional del Altiplano.  
<http://repositorio.unap.edu.pe/handle/20.500.14082/19003>
- Almeyda, F. A. y Serrano, G. E. (2010). *Guía para la administración de los materiales de construcción aplicada a proyectos de obra civil, Bolivia* [Tesis de grado, Universidad Pontificia Bolivariana]. Repositorio institucional de la Universidad Pontificia Bolivariana.  
[https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1235/digital\\_19978.pdf?sequence=1](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/1235/digital_19978.pdf?sequence=1)
- Benites, R., (2020). *Aplicación de Lean Construction para la optimización de la productividad en el mantenimiento rutinario del camino vecinal tramo: Villagloria-Abancay, 2020, Perú* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo.  
[https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60414/Kari\\_BR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/60414/Kari_BR-SD.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Botero, L., (2014). *Construcción sin pérdidas: análisis de procesos y filosofía Lean Construction*: Legis S.A.

Castañeda, K. M., Sánchez, O. G. y Porras, H. (02 de diciembre de 2020). *Planificación del flujo de caja de proyectos de construcción basada en BIM y dinámica de sistemas*. Cielo.

[http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1900-38032021000100272#:~:text=El%20conjunto%20de%20flujos%20de,de%20las%20actividades%20de%20obra](http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1900-38032021000100272#:~:text=El%20conjunto%20de%20flujos%20de,de%20las%20actividades%20de%20obra)

Checllo, H. (2023). *Aplicación del sistema de control Last Planner para mejorar el proceso de liquidación de obras en la Municipalidad Provincial de Abancay, año 2019*. Perú [Tesis de grado, Universidad Nacional Micaela Bastidas]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional Micaela Bastidas.

<http://repositorio.unamba.edu.pe/handle/UNAMBA/1287>

Cheng, M. Y.; Cao, M. T.; Herianto, J. G. (10 de junio de 2020). *Symbiotic organisms search-optimized deep learning technique for mapping construction cash flow considering complexity of project*. In: *Chaos, Solitons and Fractals*. Science Direct.

<https://doi.org/10.1016/j.chaos.2020.109869>

Cruz, V. y Rosa, P. (05 de febrero de 2007). *Modelo de Planificación Basado en Construcción Ajustada para Obras de Corta Duración*. Cielo.

[https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0718-07642007000100015](https://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642007000100015)

Cusi, R. y Valenzuela, A., (2023). *Influencia de la integración de la gestión del cronograma de acuerdo al PMBOK® y Last Planner System en el cumplimiento de plazo, y el nivel de percepción en la empresa contratista y subcontratistas, en la*

*construcción del Centro de Salud del Distrito de Ocobamba, Chincheros, Apurímac 2021. Perú* [Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco].

Repositorio institucional de la Universidad Andina del Cusco.

<https://hdl.handle.net/20.500.12557/6527>

Díaz, M., (2021). *Modelo de implementación integrada del sistema del último planificador (LPS) 1.0 y 2.0 para proyectos inmobiliarios en Colombia. Colombia* [Tesis de grado, Universidad de los Andes].

Repositorio institucional de la Universidad de los Andes.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/flexpaper/handle/1992/55802/25428.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=1>

Gacharná, C., (2023). *Implementación de Last Planner System® en un proyecto de diseño. Colombia* [Tesis de grado, Universidad de los Andes].

Repositorio institucional de la Universidad de los Andes.

<http://hdl.handle.net/1992/67989>

Gastelo, V., (2022). *Implementación del sistema Last Planner en el proyecto edificio multifamiliar Kenko. Perú* [Tesis de grado, Universidad de Piura].

Repositorio institucional de la Universidad de Piura.

<https://hdl.handle.net/11042/5523>

Hinostroza, D., & Manosalva O. (2015). *Aplicación de Last Planner en edificaciones multifamiliares. Perú* [Tesis de grado, Universidad Ricardo Palma].

Repositorio institucional de la Universidad Ricardo Palma.

[https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2224/manosalva\\_oo-hinostroza\\_da.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.urp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.14138/2224/manosalva_oo-hinostroza_da.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Lobos, S., & Medina, C. (2014). *Metodología Last Planner en obras de edificación. Chile* [Tesis de grado, Universidad de Santiago de Chile].

Repositorio institucional de la Universidad Santiago de Chile.

[https://repositorio.usach.cl/discovery/delivery/56usach\\_inst:repositorio/1226507890006116](https://repositorio.usach.cl/discovery/delivery/56usach_inst:repositorio/1226507890006116)

Moyano, M. & Ventura, J., (2019). *Evaluación de la aplicación del Last Planner System en la construcción de edificios multifamiliares, en Trujillo. Perú.* [Tesis de grado, Universidad Privada Antenor Orrego].

Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego.

[https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4620/1/RE\\_ing.civil\\_katherine.moyano\\_jackelin.ventura\\_plicaci%  
c3%93n.del.last.planner\\_datos.pdf](https://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/20.500.12759/4620/1/RE_ing.civil_katherine.moyano_jackelin.ventura_plicaci%c3%93n.del.last.planner_datos.pdf)

Padilla, A. A. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR.*

*Costa Rica.* [Tesis de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica]. Repositorio institucional de la Universidad Privada Antenor Orrego

[https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6732/productividad\\_rendimiento\\_procesos\\_constructivos\\_islha.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/6732/productividad_rendimiento_procesos_constructivos_islha.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Recabarren, V. (2014). *Planificación y optimización de recursos en obra mediante el uso del sistema Last Planner. Chile* [Tesis de grado, Universidad de Santiago de Chile].

Repositorio institucional de la Universidad Santiago de Chile.

[https://repositorio.usach.cl/discovery/delivery/56usach\\_inst:repositorio/1226524690006116](https://repositorio.usach.cl/discovery/delivery/56usach_inst:repositorio/1226524690006116)

Rondinil, M., (2020). *Aplicación de Lean Construction para la reducción de perdidas en partidas de estructuras en la obra: mejoramiento del servicio educativo I.E Gabino*

*Chacaltana Hernández, distrito pueblo nuevo, Ica, 2019. Perú* [Tesis de grado, Universidad Privada Telesup].

Repositorio institucional de la Universidad Privada Telesup.

<https://repositorio.utelesup.edu.pe/bitstream/UTELESUP/1128/1/RONDINIL%20MAXI%20MIGUEL%20ANGEL.pdf>.

Susaya, C., (2017). *Aplicación del sistema Last Planner en la construcción de la residencial Camila – Surquillo – Lima 2017. Perú* [Tesis de grado, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio institucional de la Universidad Cesar Vallejo.

<https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/16774>

Tarrillo, O., (2022). *Evaluación de rendimientos y productividad de la mano de obra en obras de saneamiento rural en el distrito de Chota - Cajamarca. Perú* [Tesis de grado, Universidad Nacional de Cajamarca]. Repositorio institucional de la Universidad Nacional de Cajamarca.

<http://hdl.handle.net/20.500.14074/4640>

Vásquez, A., (2021). *Análisis de las herramientas (Conversaciones para la Acción y Last Planner® System) para el mejoramiento en la planeación de los comités de obra de proyectos de construcción. Colombia* [Tesis de grado, Universidad de los Andes].

Repositorio institucional de la Universidad de los Andes.

<http://hdl.handle.net/1992/53031>