



**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA TOPOGRÁFICA Y**  
**AGRIMENSURA**



**CARTA BALANCE EN LA EVALUACIÓN DE RENDIMIENTOS  
EN LAS PARTIDAS TOPOGRÁFICAS DEL PROYECTO DE  
INSTALACION DE TUBERIAS DE HIERRO DUCTIL PARA  
OBRAS DE SANEAMIENTO EN LA ZONA NORTE DE PUNO, 2022**

**TESIS**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. BRAYAN ENRIQUE MACHICAO CABRERA**

**Bach. MARIA DEYSI PALACO CONDORI**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO TOPÓGRAFO Y AGRIMENSOR**

**PUNO - PERÚ**

**2022**



## DEDICATORIA

*El presente trabajo de investigación está dedicado a mis padres Santos Palaco Palaco y Fidela Condori Tumi por darme la vida y la fuerza y todo el apoyo, comprensión en toda mi formación profesional y personal.*

***Maria Deysi Palaco Condori.***

*A mis padres el señor Enrique Luiz Machicao Fernández y la señora Mery Mercedes Cabrera por estar siempre a mi lado, por darme la vida, y por siempre apoyarme en los momentos más difíciles, por alentarme a seguir adelante y dar todo de mí y gracias por su apoyo emocional.*

***Brayan Enrique Machicao Cabrera.***



## AGRADECIMIENTO

*Primeramente, a la Empresa RIEMANN CONTRATISTAS Y CONSULTORES S.A.C., por brindarme el apoyo necesario en la ejecución del presente trabajo de investigación, de igual manera agradezco inmensamente a toda la plana de profesionales con la que compartí esta etapa de mi vida, al Gerente de Obra Ingeniero Edson Bonifaz Hanco, como también al Ingeniero Topógrafo Arnold Bandom Quispe Gómez, quienes me brindaron el apoyo y el conocimiento requerido en esta etapa profesional, y también por darme la oportunidad de poder demostrar y aprender los conocimientos requeridos, y desempeñar con orgullo el cargo que se me dio.*

***Brayan Enrique Machicao Cabrera.***

*A mi alma mater la Universidad Nacional del Altiplano-Puno, a la Facultad de Ciencias Agrarias, a la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura, por darme la oportunidad de poder desenvolverme y formarme profesionalmente para poder realizar un buen trabajo y desempeño laboral.*

*A mis prestigiosos docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Topográfica y Agrimensura, por brindarnos la enseñanza académica y los valores profesionales requeridos, para mi formación en el ámbito de la Ingeniería Topográfica (Agrimensura, Geomática, Catastro Urbano-Rural y Geodesia).*

***Maria Deysi Palaco Condori.***



# ÍNDICE GENERAL

	Pág.
<b>DEDICATORIA</b>	
<b>AGRADECIMIENTO</b>	
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	
<b>ÍNDICE DE GRAFICOS</b>	
<b>LISTA DE ACRÓNIMOS</b>	
<b>RESUMEN .....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>14</b>
<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUCCIÓN</b>	
<b>1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA .....</b>	<b>17</b>
1.1.1. Problema General .....	17
1.1.2. Problemas específicos.....	17
<b>1.2. HIPÓTESIS .....</b>	<b>18</b>
1.2.1. Hipótesis general .....	18
1.2.2. Hipótesis específicas.....	18
<b>1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>18</b>
<b>1.4. OBJETIVOS .....</b>	<b>19</b>
1.4.1. Objetivo general .....	19
1.4.2. Objetivos específicos .....	19



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

<b>2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>21</b>
2.1.1. Antecedentes Internacionales .....	21
2.1.2. Antecedentes nacionales.....	23
2.1.3. Antecedentes regionales .....	26
<b>2.2. MARCO CONCEPTUAL .....</b>	<b>27</b>
<b>2.3. ASPECTOS DEFINIDOS DEL RENDIMIENTO.....</b>	<b>27</b>
<b>2.4. RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA .....</b>	<b>27</b>
<b>2.5. RENDIMIENTO EN LAS INDUSTRIAS DE CONSTRUCCIÓN .....</b>	<b>28</b>
<b>2.6. PRODUCTIVIDAD.....</b>	<b>28</b>
<b>2.7. PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA.....</b>	<b>29</b>
<b>2.8. LEAN CONSTRUCTION .....</b>	<b>29</b>
<b>2.9. CARTA BALANCE .....</b>	<b>30</b>
<b>2.10. TIPOS DE TRABAJO .....</b>	<b>31</b>
<b>2.11. CARTAS BALANCE DE UNA CUADRILLA.....</b>	<b>33</b>
<b>2.12. OBRAS DE SANEAMIENTO .....</b>	<b>35</b>
2.12.1. Tipos de Saneamiento.....	35
2.12.2. Público o multifamiliar.....	35
2.12.3. Conexión domiciliaria o familiar.....	36
<b>2.13. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE HIERRO DÚCTIL .....</b>	<b>36</b>
<b>2.14. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TUBERÍA DE HIERRO DÚCTIL .....</b>	<b>36</b>
<b>2.15. TOPOGRAFÍA .....</b>	<b>37</b>
2.15.1. Levantamiento topográfico.....	38



2.15.2. Operaciones .....	38
2.15.3. Tipos de levantamientos topográficos. ....	39
<b>2.16. PARTIDAS.....</b>	<b>40</b>

### **CAPÍTULO III**

#### **MATERIALES Y MÉTODOS**

<b>3.1. ASPECTOS GENERALES .....</b>	<b>42</b>
<b>3.2. MATERIALES Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL .....</b>	<b>44</b>
3.2.1. Etapa preliminar .....	44
3.2.2. Etapa de campo.....	44
3.2.3. Etapa de gabinete.....	45
<b>3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN .....</b>	<b>45</b>
3.3.1. Nivel de Investigación .....	45
3.3.2. Tipo de Investigación .....	46
3.3.3. Diseño de Investigación.....	46
3.3.4. Variables de la Investigación.....	46
3.3.5. Población .....	47
3.3.6. Muestra .....	48
3.3.7. Prueba Estadística.....	48

### **CAPÍTULO IV**

#### **RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

<b>4.1. CARTAS BALANCE COMO HERRAMIENTA .....</b>	<b>49</b>
4.1.1. Diagnóstico de las cartas balance .....	49
<b>4.2. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LAS PARTIDAS DE TOPOGRAFÍA .....</b>	<b>54</b>
4.2.1. Trazo y replanteo.....	54



4.2.2. Trazo y replanteo línea de impulsión .....	58
4.2.3. Trazo y replanteo.....	61
<b>4.3. RESULTADOS DEL RENDIMIENTO DE LAS PARTIDAS DE EVALUACIÓN .....</b>	<b>67</b>
4.3.1. Trazo y replanteo.....	67
<b>4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS .....</b>	<b>68</b>
<b>4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>73</b>
<b>V. CONCLUSIONES.....</b>	<b>75</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>77</b>
<b>VII. REFERENCIAS.....</b>	<b>78</b>
<b>ANEXOS.....</b>	<b>82</b>

**ÁREA :** Estadística e investigación

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:** Topografía, Geodesia, Cartografía y Catastro

**TEMA:** Carta balance en la evaluación de rendimientos en las partidas topográficas del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento – Puno, 2022

**Fecha de Sustentación:** 14 de julio del 2022



## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Pág.</b>
<b>Figura 1.</b> Muestreo de trabajos en diferentes países sudamericanos .....	32
<b>Figura 2.</b> Obras de saneamiento .....	35
<b>Figura 3.</b> Ubicación del área del proyecto.....	43
<b>Figura 4.</b> Distribución del TP, TC, TNC .....	56
<b>Figura 5.</b> Distribución de tiempo por cada obrero.....	56
<b>Figura 6.</b> Desagregado de Distribución de Trabajo.....	57
<b>Figura 7.</b> Distribución del TP, TC, TNC .....	59
<b>Figura 8.</b> Distribución de tiempo por cada obrero.....	59
<b>Figura 9.</b> Desagregado de distribución de trabajo .....	60
<b>Figura 10.</b> Distribución del TP, TC, TNC .....	62
<b>Figura 11.</b> Distribución de tiempo por cada obrero.....	62
<b>Figura 12.</b> Desagregado de distribución de trabajo .....	63
<b>Figura 13.</b> Distribución del TP, TC, TNC .....	65
<b>Figura 14.</b> Distribución de tiempo por cada obrero.....	65
<b>Figura 15.</b> Desagregado de distribución de trabajo .....	66





## ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
<b>Tabla 1.</b> Clasificación de Eficiencia en la Productividad de la Mano de Obra.....	30
<b>Tabla 2..</b> Modelo de Toma de Datos .....	34
<b>Tabla 3.</b> Características de hierro dúctil.....	37
<b>Tabla 4.</b> Tabla de Frecuencias para la Primera Pregunta .....	49
<b>Tabla 5.</b> Tabla de Frecuencia para la Segunda Pregunta .....	50
<b>Tabla 6.</b> Tabla de Frecuencia para la Tercera Pregunta .....	50
<b>Tabla 7.</b> Tabla de frecuencia para la cuarta pregunta.....	51
<b>Tabla 8.</b> Tabla de frecuencia para la quinta pregunta .....	51
<b>Tabla 9.</b> Tabla de frecuencia para la sexta pregunta .....	51
<b>Tabla 10.</b> Tabla de frecuencia para la séptima pregunta.....	52
<b>Tabla 11.</b> Tabla de frecuencia para la octava pregunta.....	52
<b>Tabla 12.</b> Tabla de frecuencia para la novena pregunta.....	53
<b>Tabla 13.</b> Tabla de frecuencia para la décima pregunta.....	53
<b>Tabla 14.</b> Tabla de frecuencia para la onceava pregunta .....	54
<b>Tabla 15.</b> Resultados de la partida Trazo y replanteo .....	55
<b>Tabla 16.</b> Resultados de la partida Trazo y replanteo línea de impulsión .....	58
<b>Tabla 17.</b> Resultados de la partida Trazo y replanteo durante el proceso.....	61
<b>Tabla 18.</b> Trazo y Replanteo Durante el Proceso.....	64
<b>Tabla 19.</b> Comparación del rendimiento del expediente y el ejecutado en obra .....	67
<b>Tabla 20.</b> Comparación del rendimiento del expediente y el ejecutado en obra .....	67
<b>Tabla 21.</b> Rendimiento real.....	68
<b>Tabla 22.</b> Parámetros estadísticos .....	69
<b>Tabla 23.</b> Rendimiento real.....	71



**Tabla 24.** Parámetros estadísticos ..... 71



## ÍNDICE DE GRAFICOS

	<b>Pág.</b>
<b>Gráfico 1.</b> Campana de Gaus para aceptar o rechazar la hipótesis nula .....	70
<b>Gráfico 2.</b> Campana de Gaus para aceptar o rechazar la hipótesis nula .....	72



## LISTA DE ACRÓNIMOS

<b>HD</b>	:	Tubería de Hierro Dúctil
<b>CAPECO</b>	:	Cámara Peruana de la Construcción
<b>CNC</b>	:	Causas de No Cumplimiento
<b>CPI</b>	:	Índice de desempeño del costo
<b>hh</b>	:	Horas hombre
<b>HM</b>	:	Horas Máquina
<b>ISLHA</b>	:	Núcleo Integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental
<b>ITCR</b>	:	Instituto Tecnológico de Costa Rica
<b>LC</b>	:	Lean Construction
<b>LOE</b>	:	Ley de Ordenación de la Edificación
<b>OMS</b>	:	Organización Mundial de la Salud
<b>PAC</b>	:	Porcentaje de Asignaciones Completadas
<b>SPI</b>	:	Schedule Performance Index
<b>SPSS</b>	:	Statistical Package for the Social Sciences (Paquete Estadístico para las Ciencias Sociales)
<b>Tc</b>	:	T de calculado
<b>TC</b>	:	Tiempo Contributorio
<b>Tt</b>	:	T de tabla
<b>TNC</b>	:	Tiempo No Contributorio
<b>TP</b>	:	Tiempo Productivo
<b>UBS</b>	:	Unidades Básicas de Saneamiento
<b>um/hh</b>	:	Unidad de medida de la actividad por hora hombre



## RESUMEN

En la presente investigación se empleó la carta balance para determinar los tiempos empleados y el rendimiento para el desarrollo de trabajos de las partidas de topografía en la instalación de tubería, ya que diferentes investigaciones muestran que existen bajos rendimientos en los trabajos, es por ello que se tiene el siguiente objetivo de evaluar la aplicación de cartas balance para las partidas de topografía del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento de la zona norte de Puno, 2022. Para determinar su empleo se realizó un diagnóstico al personal obrero integrante de una cuadrilla de trabajo, con la finalidad de realizar un control del tiempo que cada obrero emplea en las actividades de manera que se pueda determinar su rendimiento real en la obra. La metodología es de nivel descriptiva, de tipo aplicada y diseño no experimental. Los resultados del diagnóstico de la Carta Balance muestra que hay un alto porcentaje que no conoce dicha herramienta, en la partida trazo y replanteo el 69% es tiempo productivo, el 23% es tiempo contributorio y el 8% es tiempo no contributorio, de la partida trazo y replanteo línea de impulsión el 72% es tiempo productivo, el 14% es tiempo contributorio y el 14% es tiempo no contributorio, de la partida trazo y replanteo durante el proceso el 73% es tiempo productivo, el 15% es tiempo contributorio y el 12% es tiempo no contributorio y de la partida trazo y replanteo durante el proceso el 68% es tiempo productivo, el 28% es tiempo contributorio y el 4% es tiempo no contributorio y de los datos procesados según la prueba de hipótesis nos resulta que el  $Tt < Tc < Tt$ , por lo que aceptamos la hipótesis nula donde indica que los rendimientos ejecutados en obra son iguales al rendimiento planteado en el expediente.

**Palabras Clave:** Carta Balance, Rendimiento, Tiempo contributorio, Tiempo no contributorio, Tiempo productivo.



## ABSTRACT

In the present investigation, the balance chart was used to determine the times used and the performance for the development of works of the topography items in the installation of pipes, since different investigations show that there are low yields in the works, that is why The following objective is to evaluate the application of balance charts for the topography items of the project for the installation of ductile iron pipes for sanitation works - Puno, 2022. To determine their use, a diagnosis was made to the workers who are members of a crew of work, with the purpose of carrying out a control of the time that each worker spends in the activities so that their real performance in the work can be determined. The methodology is descriptive level, applied type and non-experimental design. The results of the diagnosis of the Balance Chart show that there is a high percentage that does not know this tool, in the plot and layout item, 69% is productive time, 23% is contributory time and 8% is non-contributory time, of the 72% is productive time, 14% is contributory time and 14% is non-contributory time, from the layout and layout part during the process, 73% is productive time, 15% is time contributory and 12% is non-contributory time and from the plotting and layout item during the process, 68% is productive time, 28% is contributory time and 4% is non-contributory time and from the data processed according to the hypothesis test it turns out that  $T_t < T_c < T_n$ , so we accept the null hypothesis where it indicates that the yields executed on site are equal to the yield stated in the file.

**Keywords:** Balance Letter, Performance, Contributory time, Non-contributory time, Productive time.



# CAPÍTULO I

## INTRODUCCIÓN

La construcción es un sector que genera un impacto grande en el desarrollo y la economía de un país, pese a esto, las empresas dedicadas a la construcción le prestan poco interés a los niveles de productividad y al rendimiento con el que su personal ejerce su labor, de la misma forma se tiene descuidado las parte consultora encargada de inspeccionar, los cuales piensan que tales situaciones no afectan, pero el que un proyecto logre su éxito en sus diferentes aspectos dependerá de todos los involucrados (Padilla, 2016). La industria de la construcción enfrenta desafíos con respecto a los problemas asociados con la productividad y los problemas generalmente están asociados con el desempeño del trabajo. El desempeño del trabajo se ve afectado por muchos factores y generalmente está vinculado al desempeño del tiempo, el costo y la calidad (Soekiman, Pribadi, Soemardi, & Wirahadikusumah, 2011)

Es por ello que en el entorno de la industria constructiva, surgió un método con el cual se pretende estudiar alternativas con la finalidad de eliminar pérdidas por la demora e ineficiencia en el proceso interno de una organización, así como prevenir y reducir pérdidas en la producción fallas en los equipos que se emplean y otros, en conclusión el método pretende eliminar los desvíos de costo, productividad y tiempo (Parra & Luna, 2019), es ahí donde surge el Lean Construction definido como un sistema que gestiona la producción en proyectos constructivos con la finalidad de dar garantía para que se cumpla las ofertas de valor mediante: (a) la aplicación del principio de producción Lean dentro del sector constructivo, (b) el desarrollar culturas de producción sin pérdidas, enfocados en los clientes y autoevaluación constante, (c) la innovación y utilización de tecnologías para la gestionar y mejorar continuamente la producción (Cano, 2021)



El “Lean Construction” es un agente conocido en diferentes países en el mundo, el cual aún no se reguló manera expresa, en países como Estados Unidos, Brasil, Francia, Chile, Alemania y otros, el lean construction va en auge en muchos países. Pero, depende de cómo es regulado en cada uno de los países para solapar la responsabilidad de cada agente que tiene participación en la ejecución o diseño de los materiales con las funcionalidades del especialista en el “Lean Construction” (Brioso, 2015), es por ello que en el presente trabajo se hará uso de herramienta Carta Balance, una propuesta del Lean Construction, esta llegó a Perú durante los años 90 (Castillo & Flores, 2016), con el fin de realizar un análisis y control de las cuadrillas de trabajo para luego optimizar correctamente el desempeño del personal de trabajo.

El Perú se encuentra en la lista de aquellos países en el cual el sector constructivo está en proceso de cambio “A su implementación le acompaña los avances tecnológicos los cuales aún no están al nivel de ser industrializado, pero a paso lento este va obteniendo competitividad y productividad dentro de nuestro rubro. Este tipo de cambio que se va dando incluye nuevos métodos a aplicar en construcción, dentro de ellos está la filosofía Lean construction” (Guzman & , 2014).

En el Perú y el mundo las obras de saneamiento crecen constantemente debido a que la población también está en aumento, de la misma manera se sabe que el sector empresarial está regido por enfoque de construcción tradicional con procedimientos de baja eficiencia los cuales limitan los aspectos técnicos relacionados a la productividad, estos generan atrasos, ampliaciones presupuestales y una ejecución deficiente del proyecto los cuales generan enormes pérdidas de tiempo y dinero (Tantavilca, 2020), una adecuada gestión del recurso en los proyectos de construcción puede generar ahorros sustanciales en tiempo y costos. Dado que el sector constructivo es una industria intensiva en mano de obra (Mostafa & Khaled, 2011).





En la región Puno se observó distintos problemas durante la ejecución del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento, específicamente durante la ejecución de las partidas topográficas del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil, es por tal motivo que se tiene la necesidad de emplear nuevas metodologías que ayuden durante el proceso constructivo con el cual se pueda conseguir mejoras en la productividad.

## **1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

Por lo expuesto anteriormente surgen los siguientes cuestionamientos generales y específicos.

### **1.1.1. Problema General**

¿Cómo evaluar la aplicación de la carta balance en las partidas de topografía del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento en la zona norte de Puno, 2022?

### **1.1.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cómo diagnosticar el estado situacional al aplicar cartas balance como herramienta en la industria de la construcción?
- b. ¿Cómo determinar los rendimientos mediante la aplicación de cartas balance en las partidas de topografía del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento en la zona norte de Puno, 2022?
- c. ¿En qué se diferencia el rendimiento del expediente técnico y lo ejecutado en obra?



## **1.2. HIPÓTESIS**

### **1.2.1. Hipótesis general**

Aplicando la carta balance en las partidas de topografía del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento mejoraremos los rendimientos de la cuadrilla.

### **1.2.2. Hipótesis específicas**

- a. El estado situacional de la aplicación de cartas balance demuestra un diagnóstico pobre, por la falta de conocimiento de los mismos trabajadores.
- b. Aplicando las cartas balance se obtuvo un rendimiento bajo con un trabajo productivo menor al 60% en las partidas de topografía del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento en la zona norte de Puno, 2022.
- c. Los rendimientos ejecutados en obra son menores al rendimiento planteado en el expediente.

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN**

La investigación se justifica porque en el presente trabajo se aplicará la carta balance para controlar la productividad de la mano de obra del proyecto de saneamiento en Puno, con el cual se realizará un control periódico para que con los datos obtenidos se pueda determinar los índices de productividad de los obreros los cuales serán usados como base de información para así mejorar la planificación control y la ejecución del proyecto en el plazo que se estableció con la finalidad de obtener efectos en el costo y los rendimientos de mano de obra óptimo.

Dentro del sector construcción la economía es muy importante para el desarrollo de un país y muchos estudios demuestran que en diferentes países sus proyectos tienen



costos muy elevados debido al desperdicio que en estos se genera en sus retrasos, cuando no se concluye en el tiempo determinado.

Como se describe en líneas anteriores el empleo de las cartas balance serán con el fin de controlar la mano de obra con la finalidad de mejorar los aspectos que hacen que las obras no se concluyan en su tiempo establecido, también se incentiva la práctica de la aplicación de la herramienta, ya que es aplicado en diferentes países a nivel mundial de donde se obtuvo resultados muy favorables debido a ello también se incentiva a que otros apliquen esta metodología antes durante el proceso y al culminar el proyecto para una continua mejora en las diferentes obras en nuestra región y en nuestro país.

Los resultados que se obtendrán en nuestra investigación permitirán conocer de manera estimada cuales son los rendimientos y la productividad de los obreros durante la ejecución de las partidas topográficas del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil.

De la misma manera con los resultados obtenidos se podrá definir cuáles son los tiempos no contributorios durante la ejecución de las partidas topográficas del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil, para luego realizar la búsqueda de soluciones adecuadas y así mejorar los aspectos que causan retrasos en el avance del proyecto.

## **1.4. OBJETIVOS**

### **1.4.1. Objetivo general**

Evaluar la aplicación de cartas balance para las partidas de topografía del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento en la zona norte de Puno, 2022.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a.** Realizar un diagnóstico del estado situacional de las cartas balance como una herramienta para proyectos de saneamiento.



- b.** Determinar los rendimientos a través de la aplicación de cartas balance en las partidas de topografía del proyecto de instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento en la zona norte de Puno, 2022.
- c.** Comparar los rendimientos entre lo planteado en el expediente técnico y lo ejecutado en obra.



## CAPÍTULO II

### REVISIÓN DE LITERATURA

#### 2.1. ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACIÓN

##### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

Crespo & Ávila (2015) en su investigación titulada “Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction” con el objetivo de aplicar la filosofía nueva “Lean Construction” en proyectos de edificaciones en Quito para mejorar continuamente durante el proceso constructivo, gestión de su personal e incrementación del valor agregado del producto final buscando incrementar el nivel de productividad, rentabilidad y competitividad. La metodología propuesta de los investigadores se divide en aplicación de herramientas, análisis de las causas y efectos, muestreo de las maneras de trabajar, análisis de la información, aplicación del Last Planner y obtención del PAC. El resultado del proyecto evaluado dio como resultado los siguientes porcentajes TNC=15%, TC=25% y TP=60%, obteniendo una conclusión donde la investigación propone realizar planes con la finalidad de realizar mejoras en la productividad de las partidas que tuvieron baja productividad.

Padilla (2016) en su proyecto titulado “Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR” con el objetivo de obtener la productividad y los rendimientos de mano de obra dentro del proceso constructivo de obra gris, en el proyecto Núcleo integrado de Seguridad Laboral e Higiene Ambiental (ISLHA) del Tecnológico de Costa Rica. La metodología detalla los pasos a seguir los cuales son primeramente la selección de las actividades a analizar, orden de las actividades, análisis del proyecto, clasificación y selección final de trabajos. El resultado de la partida de colocación de viguetas del



proyecto evaluado se tiene como resultado los siguientes porcentajes  $TP=25.25\%$ ,  $TC=32.61\%$ ,  $TNC=42.13\%$ , se concluye que con los datos obtenidos del rendimiento y la productividad permitirá a la Oficina de Ingeniería del Tecnológico de Costa Rica, contar con una base de datos el cual podrá usarse para calcular los costos que se asocian a las órdenes para realizar cambios en proyectos que se licitan en el TEC, el cual podrá permitir que se establezcan los presupuestos más aproximados a lo real.

Asimismo, Brioso (2015) en su investigación denominada “Análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction Management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación”, tuvo la finalidad de regular la figura del Lean Construction (“construcción sin pérdidas”) incluida en la LOE. La metodología empleada propone realizar un análisis de la LOE y normativas conexas de seguridad y salud. En el resultado proponen modificar el capítulo III denominado agentes de la edificación de la LOE, el cambio a realizar consiste en incluir artículos como: gestor del diseño, de contratos, constructivo y de construcción sin pérdidas. Concluyendo que con la investigación se pretende incrementar el valor y reducir las pérdidas en los proyectos y generar coordinaciones eficientes entre los que se involucren.

Según Freire & Sánchez (2018), en su investigación “análisis comparativo de rehabilitación de red de AA.PP., utilizando tuberías Pead, PVC, hierro dúctil, en suburbio oeste” tiene como objetivo la rehabilitación de la red de tuberías urgentemente, ya que aún se tenían tuberías de PVC y de asbesto cemento quienes ya habían cumplido su vida útil y que según la OMS son cancerígenas, por lo tanto, se realizó un análisis acerca del costo y tiempo de instalación de las tuberías a usar. Concluye que se realizó un análisis de las ventajas, propiedades, costo de instalación, suministro y la programación de obra



por cada uno; de donde se concluyó que la tubería que es apta y que reúne todo lo necesario para ser usada es la PEAD.

### **2.1.2. Antecedentes nacionales**

Asimismo, Tantavilca (2020) en su tesis titulada “Control de la productividad en una obra de saneamiento mediante la implementación del Last Planner en Pichari, Cuzco-Perú 2019”, tiene la finalidad de realizar controles de la productividad de dos procesos definidos de una obra de saneamiento empleando el método convencional y el Last Planner, las dos en el proceso de ejecución del proyecto de saneamiento en Pichari. La metodología empleada fue de método científico, de tipo aplicada, nivel aplicativo y diseño no experimental, se realizó la medición de la confiabilidad de programar con el CPI, PAC, CNC y SPI del proyecto que se seleccionó. Se realizó la elaboración del informe de los: TP, TC Y TNC de partidas generales del proyecto, también se controló la productividad de acuerdo a las hh y HM, de acuerdo a los pagos por semana y gastos realizados. De donde se concluye que al implementar el Last Planner, la productividad tuvo un incremento considerable comparado a los datos obtenidos del proceso convencional, donde el índice de productividad del costo total del proyecto fue 1.04, el costo promedio de productividad del proyecto total es 1.08, productividad en hh de 3.97 y productividad en HM de 0.14. de la misma manera se obtuvo una mejora en las actividades de donde se tiene un TP=33.4%, TC=43.1% y TNC=23.5%, de donde se pudo establecer un sistema de trabajo programado correctamente y controlado por los indicadores del LPS.

Al igual que, Lázaro & Valenzuela (2019) en su tesis denominado “Índices de productividad de la mano de obra con la aplicación de la carta balance en ocho obras viales de lima metropolitana 2019”, tiene por objetivo obtener el índice de productividad de los obreros aplicando la carta balance en proyectos viales de Lima Metropolitana 2019.



La metodología aplicada en dicha presente tesis fue de diseño no experimental, enfoque cuantitativo, el tipo es aplicada y el nivel descriptivo, cuyos resultados obtenidos al aplicar las Cartas Balance en los proyectos viales y realizando la contrastación con cada hipótesis que se planteó se pudo obtener 41.20% de TP, 26.43% de TC y 32.37% de TNC, estos están dentro de los rangos propuestos. Concluyendo que al aplicar las cartas balance el TP debería estar por encima del 50 %, es resultado se debe a cómo se distribuyó las cuadrillas, capacitación del personal obrero, conocimientos básicos al ejecutar la obra y del TC son las instrucciones y señalización realizadas y del TNC se tiene ese resultado debido a que hubo mucho tiempo de espera de parte de los obreros.

Al igual que, Melendez & Vega (2021) en su tesis denominado “Aplicación de cartas balance en partidas incidentes para mejorar rendimientos en proyectos viales de la región de Tacna 2021”, tiene por objetivo aplicar la Carta Balance en partidas de mayor incidencia para el mejoramiento del rendimiento en proyectos viales de la Región de Tacna. La metodología aplicada en la tesis es de tipo descriptiva y explicativa, el diseño está basado en recolectar y procesar los datos recolectados en campo empleando la Carta Balance, de lo que se obtuvo como resultado del diagnóstico de donde se sabe que un porcentaje alto emplea el Lean Construction y la herramienta Carta balance la empleó un 58% y conoce los términos de la carta balance, un 78% de los encuestados considera beneficioso en relación a costos y un 73% en cuanto holgura al cronograma de avance programado de obra, de la partida Martillo: piedra lavada y cemento pulido  $f'c=175$  kg/cm<sup>2</sup> un 57 % de TP 21% de TC y 22% de TNC, de la comparación del rendimiento se tiene una eficiencia baja con un 16.92% de diferencia en el rendimiento y 15.75% en el costo de la partida frente al expediente. En conclusión, aplicando las Cartas Balance se logra mejorar el rendimiento en los proyectos y al realizar una comparación del





rendimiento real y la ejecución en obra se obtuvo una producción mejor realizando el cambio en las cuadrillas y monitoreando cada proceso.

Al igual que, Cayetan & Zúñiga (2016) en su tesis denominado “Determinación del rendimiento de mano de obra en pavimentos rígidos de la ciudad de Huancavelica, aplicando el modelo de regresión múltiple con variables ficticias”, tiene el fin de determinar el rendimiento del personal obrero en pavimentos rígidos, ejecutados en la ciudad de Huancavelica. El método aplicado en el proyecto es de tipo aplicada, de nivel descriptivo, de diseño no experimental, se obtuvo como resultado de la partida topografía y georreferenciación - pavimentación (ml) donde se obtuvo 1447.07ml/día y de la partida topografía y georreferenciación - durante el proceso ( $m^2$ ) se obtuvo 304.33  $m^2$ /día. En conclusión, la investigación exhorta a dar inicio de nuevos costos y presupuestos para edificaciones es decir un CAPECO nuevo para Huancavelica y otras regiones.

Finalmente, Aliaga (2019) en su tesis denominado “Análisis del rendimiento de mano de obra en el proyecto de sistema de captación de agua potable en el anexo de Cruz de Mayo del distrito de Andamarca, provincia de Concepción – región Junín”, tiene el fin de Conocer y determinar los rendimientos de mano de obra en el proyecto de sistema de captación de agua potable en el anexo de Cruz De Mayo del distrito de Andamarca – Concepción - Junín. El método aplicado en el proyecto es de tipo descriptiva y de nivel correlacional, se obtuvo como resultado del rendimiento de la partida trazos y replanteos iniciales del proyecto de obra es de 33.36  $m^2$ /hr, rendimiento real, 62.5  $m^2$ /hr según el expediente y según CAPECO 31.25  $m^2$ /hr, de acuerdo a los datos obtenidos se concluye que el rendimiento real es mayor a del expediente técnico y menor a lo establecido en el CAPECO.



### 2.1.3. Antecedentes regionales

Según Moscairo & Valdivia (2019) en su proyecto titulado “Mejoramiento de la productividad en proyectos de saneamiento básico rural; caso de estudio: construcción de casetas sanitarias ejecutados por la empresa Sicma S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2016 – 2017”, tiene la finalidad de determinar los estados de productividad en casetas sanitarias de las obras de saneamiento básico rural que se ejecutaron por la empresa SICMA S.A.C. en Puno en los periodos 2016 – 2017. La metodología empleada es de nivel explicativo – correlacional, de método inductivo - deductivo y con diseño experimental. Los resultados obtenidos muestran los datos obtenidos de la comparación del CAPECO, expediente técnico y avance real en obra se obtuvo los siguientes datos, 2.35%, 1.81% y 4.87% respectivamente, en las actividades que corresponden a la construcción de casetas sanitarias solo el 35% del trabajo es productivo mientras que el 34% del trabajo es contributorio y el 31% del trabajo es no contributorio y del análisis comparativo de los rendimientos en la construcción de las casetas sanitarias ejecutados de forma tradicional frente a otro proyecto ejecutado con aplicación del sistema Last Planner basada en la filosofía Lean Construction donde se obtuvo los siguientes datos 7.77% proyectos tradicionales y 4.87% empleando el Lean Construction, se vio que implementado en sistema Last planer en la construcción de casetas sanitarias se ha optimizado el uso de horas hombre reduciéndose en un 37.3%, lo cual evidencia mejoras en la productividad de los obreros. Concluyendo que los rendimientos considerados para la elaboración de presupuestos en los expedientes técnicos, no corresponden a la realidad de los proyectos, además por la cantidad de incompatibilidades que presentan entre los diversos documentos que contiene el expediente técnico se evidencia claramente de que estos no son integrados y son elaborados deficientemente. Aplicando el sistema Last Planner en la ejecución de proyectos de saneamiento, el desempeño de la mano de obra



ha sido mejorado de tal forma que los rendimientos en promedio se redujeron a razón del 35% y también implementando el sistema Last Planner y la aplicación de las cartas balance, es posible reducir el tiempo de ejecución de obras en al menos 25%.

Al igual que, Mamani (2021) en su tesis denominada “Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 - 2019”, tiene por objetivo el mejoramiento de la productividad aplicando el Lean Construction en las obras de saneamiento básico rural que se ejecutaron en Puno por la empresa SICMA S.A.C. en el período 2017 - 2019. La metodología aplicada en el proyecto es aplicada, con enfoque cuantitativo, nivel descriptivo y diseño de tipo experimental, de la partida trazo y replanteo para UBS se tiene los siguientes resultados un 43.33% de trabajo productivo, 46.00% de trabajo contributivo y 10.67% de trabajo no contributivo, de la productividad se tiene del expediente técnico 20.83 m<sup>2</sup>/hh, planificado tradicionalmente es de 21.32 m<sup>2</sup>/hh y aplicando el Lean Construction se tiene 21.36 m<sup>2</sup>/hh. En conclusión, se logró determinar la productividad de la partida de UBS de tres proyectos ejecutados por la empresa SICMA S.A.C.

## **2.2. MARCO CONCEPTUAL**

## **2.3. ASPECTOS DEFINIDOS DEL RENDIMIENTO**

El rendimiento de mano de obra se define al tiempo que una cuadrilla u obreros emplean para realizar la ejecución completa de una actividad precisa de construcción. El cual es expresado en unidad de tiempo sobre la unidad de la cantidad ejecutada de una obra. (Polanco & Remolina, 2014).

## **2.4. RENDIMIENTO DE MANO DE OBRA**

Esta es definida como la cantidad de obra que se ejecuta por completo por varios obreros que conforman una cuadrilla los cuales tienen diferentes especialidades de



acuerdo por cada unidad de los recursos humanos, este es expresado en um//hh (Melendez & Vega, 2021).

## 2.5. RENDIMIENTO EN LAS INDUSTRIAS DE CONSTRUCCIÓN

Se define a la relación que existe entre las cantidades producidas y aquellos recursos que se emplean o también la eficiente administración de cada recurso con el fin de completar un determinado producto, de forma que puedan cumplir las metas establecidas (Melendez & Vega, 2021).

## 2.6. PRODUCTIVIDAD

Definición con el que se puede describir el nivel o capacidad de producción. De acuerdo con Arboleda (2014) La productividad es el cociente obtenido al dividir el monto que se produce entre cualquier factor de producción, este se muestra en la fórmula:

$$Productividad = \frac{Cantidad\ producida}{Recursos\ empleados}$$

La productividad también puede definirse como una mezcla de dos puntos: eficiencia y efectividad, ya que efectividad se relaciona al desempeño y consumo de recursos, entonces la productividad se relaciona con los procesos donde se transforma por donde ingresan recursos para producir un bien final (Lázaro & Valenzuela, 2019).

Según Botero & Álvarez (2004), también se considera como un aspecto de gran importancia, debido a que con este recurso se marcan los avances de los proyectos y la calidad con el que se lleva a cabo el proceso de cada uno.

En la construcción, la productividad suele entenderse como productividad laboral, es decir, unidades de trabajo colocadas o producidas por hora-hombre. El inverso de la productividad laboral, horas-hombre por unidad (tarifa unitaria), también se usa comúnmente (Shehata, 2017)



## **2.7. PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA**

De acuerdo a los resultados que se obtengan de productividad en los proyectos se podrá brindar la información recopilada a las diferentes empresas con las cuales podrán controlar y corregir aquellos factores que afectan de manera que se pueda reducir los costos que se asocian al mismo y así controlar la mano de obra que se involucra en el proceso que se relaciona a las órdenes de cambio (Padilla, 2016).

## **2.8. LEAN CONSTRUCTION**

La filosofía del Lean Construction se dio inicio por Lauri Koskela, en los años 90, este hizo la redacción del documento «Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción», este se consideró parte de las bases de teoría del sistema nuevo de producción con enfoque en la construcción (Castillo & Flores, 2016).

El principio de lean tiene como objetivo principal eliminar el desperdicio en las actividades del proceso para reducir los ciclos del proceso, mejorar la calidad y aumentar la eficiencia. En el contexto Lean, el desperdicio incluye todas las formas de sobreproducción, sobre procesamiento, demora, exceso de inventario y movimientos, fallas y defectos (Adebayo, Oyedolapo, & Steven, 2019)

La filosofía operacional basada en mejorar continuamente mediante la eliminación del desperdicio durante el proceso en las empresas, con los datos obtenidos de cómo se ocupa el tiempo en Sudamérica se pretende buscar una reducción del tiempo entre la demanda de los clientes y su satisfacción con el fin de eliminar el desperdicio dentro del sistema (Hernandez, 2012)

El ser eficiente en la productividad de mano de obra, tienen variación amplia dentro de los rangos desde el 0%, cuando no existe actividades realizadas, hasta el 100% si existe la máxima eficiencia teórica posible. En el marco de los límites establecidos

podemos encontrar el rendimiento y consumo real de mano de obra que se obtienen de cualquier condición, donde se definió los rangos de la productividad, como muestra la tabla 1 (Melendez & Vega, 2021).

**Tabla 1.**

*Clasificación de Eficiencia en la Productividad de la Mano de Obra*

Eficiencia	Rango (%)
Excelente	91 - 100
Muy buena	81 - 90
Normal (promedio)	61 - 80
Baja	41 - 60
Muy baja	10 - 40

*Nota.* Manual de horas-hombre de la construcción general del estimador, John S. Page

Es considerada normal o promedio, el rango que se está dentro de 61% y 80%, y al Valor de 70% como el valor normal de productividad, al cual afecta positiva o negativamente factores diferentes, donde se puede obtener rendimientos mayores o menores al promedio (Melendez & Vega, 2021).

## **2.9. CARTA BALANCE**

Herramienta que promueve la filosofía Lean Construction, este divide las actividades en trabajo productivo (TP), trabajo contributivo (TC) y trabajo no contributivo (TNC). Estos se desarrollan por los obreros en las partidas de la obra, este tipo de actividades se desarrollan por la cuadrilla en los diferentes trabajos de deben desarrollarse en obra. Es decir, existe la posibilidad de realizar mediciones a los trabajos, así como controlarlos. En tal sentido, esta herramienta realiza mediciones y control de los trabajos durante el tiempo de ejecución, de dónde se puede obtener el índice de cada uno y, consecuentemente, el porcentaje de la totalidad del trabajo ejecutado (Vasquez, 2018)

Las cartas de balance o equilibrio de las cuadrillas son gráficos de barra vertical donde en la abscisa se señalan los recursos (hombre, máquina, etc.); y en la ordenada el



tiempo, los cuales permiten describir detalladamente los procesos de operaciones de mantenimiento en la búsqueda de optimizarlas (Panta, 2013).

## 2.10. TIPOS DE TRABAJO

Cada actividad que se ejecuta por el personal es clasificada en tres tipos, estos son: el TP, TC y TNC. Con el fin de realizar mediciones y controlar cada actividad realizada por los obreros coordinando con su cuadrilla de trabajo (Vasquez, 2018).

Trabajo Productivo (TP): Engloba aquellos trabajos que de manera directa dan un aporte a la producción de cualquier partida en específico como; plantillado, nivelación manual de terreno la señalización y otras partidas que vienen hacer cada actividad propia para la producción (Castillo & Flores, 2016).

Trabajo contributivo (TC): Engloba aquellos trabajos que son de apoyo, los cuales son realizados necesariamente para que el trabajo productivo se desarrolle con normalidad como: las instrucciones, transporte y mediciones (Castillo & Flores, 2016).

Trabajo no contributivo (TNC): Estos forman parte de aquellos trabajos que no tienen ningún aporte a la producción, no se tiene necesidad de ellas ya que solo generan pérdidas como los trabajos rehechos, las esperas y los descansos (Castillo & Flores, 2016).

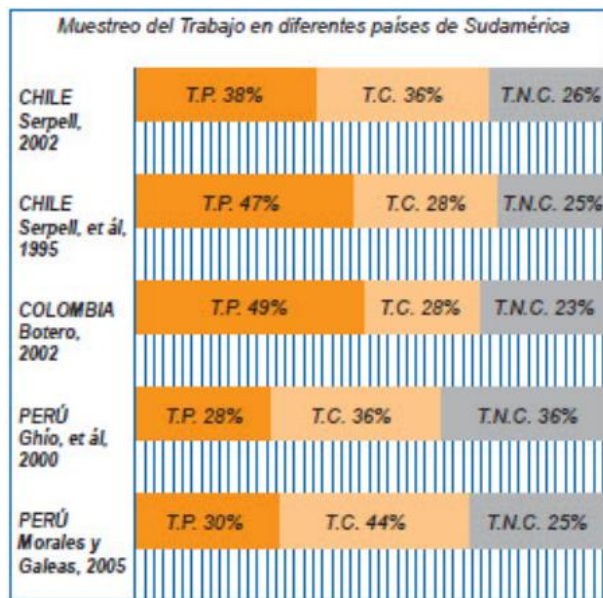
Para obtener el tiempo óptimo de acuerdo con el LC, en los diferentes proyectos se realizaron el seguimiento de sus parámetros de trabajo y en ellas se fue agregado sistemas con el fin de mejorar su productividad, de donde se obtuvo datos que puedan ser aceptados como referencia (Saldias, 2010), siendo estos:

- TP: 60%
- TC: 25%
- TNC: 15%

Al realizar seguimientos mediante la carta balance a cada actividad que se esté realizando con la finalidad de realizar el análisis a cada uno, se podrá obtener el TP, TC y TNC de la partida que será revisada, de manera que se pueda obtener el grado de productividad del proceso de la obra (Pérez, Del Toro, & López, 2019).

### Figura 1.

*Muestreo de trabajos en diferentes países sudamericanos*



Nota. (Orihuela, 2011)

### Pérdidas principales en el proceso de construcción

Al realizar estudios a 50 diferentes obras en Lima se obtuvieron como resultado los siguientes porcentajes:

#### Trabajos Contributorios

- Transporte a mano (14%)
- Otros (11%)
- Mediciones (5%)
- Aseo o limpieza (4%)





- Instrucciones (3%)

### **Trabajos No Contributorios**

- Viajes (13%)
- Tiempo ocioso (10%)
- Esperas (6%)
- Trabajo rehecho (3%)

## **2.11. CARTAS BALANCE DE UNA CUADRILLA**

La finalidad de las cartas de balance es realizar un análisis eficiente del método que se emplea, más que el rendimiento de los auxiliares, debido a que no se tiene el fin de que el auxiliar realice trabajos más duros, sino de manera mucho más inteligente.

La ventaja de emplear este método es que brindar como pocos, responder de inmediato después de la primera ejecución de una operación, ofreciendo una herramienta básica con el que se optimice la ejecución de los trabajos de gran importancia dentro de una faena.

Para aplicar debe considerarse lo siguiente:

- Realizar observaciones y entender el trabajo que se estudiará.
- Identificar a los obreros que integran la cuadrilla. Con la finalidad de proporcionarles cascos, chalecos, cintas y otros, los cuales tendrán colores diferentes para que de esa manera se pueda diferenciarlos al momento de realizar los estudios.
- Los tiempos de medición aconsejables para realizar los muestreos con por minutos, que contengan 30 observaciones o las que se considere conveniente para realizar observaciones de dos ciclos seguidos completos mínimamente.



- La cuadrilla que se observará deberá tener máximo de 8 a 10 integrantes.
- Se recomienda realizar apuntes adicionales de cómo se realiza los trabajos, los materiales que se emplea, los equipos y herramientas, las interrupciones que hubo, el avance entre otros, de manera que se pueda obtener información de lo que sucede al momento en el que se realiza las mediciones y también otros datos de los que se tiene necesidad para que se optimice la cuadrilla (Moscairo & Valdivia, 2019).

**Tabla 2.**

*Modelo de Toma de Datos*

Formato de Toma de Datos: Carta Balance						
Proyecto:			Actividad:			
Muestreador:			Fecha:			
N° de formato			H. Inicio:		H. Final:	
Mediciones de cuadrilla para carta balance						
I	II	III	IV	V	Obs.	
1						Tipo de recurso
2						I
3						II
4						III
5						IV
6						V
7						
8						
9						
10						
11						Clasificación de trabajo
12						Actividad Código Trabajos
13						TP
14						
15						
16						
17						TC
18						
19						
20						
21						
22						TNC
23						
24						
25						
26						
27						

## 2.12. OBRAS DE SANEAMIENTO

Castillo (2017) menciona que se consideran a las obras cuyo fin es impulsar el desarrollo social, cultural y económico de la población, con el dote de manera eficiente y satisfactoria con el servicio básico de agua potable, el cual adecua los sistemas sanitarios para excretas, que la población practique la higiene y que básicamente se pueda obtener una mejora en la calidad de vida de los beneficiarios, la salud pública y también el cuidado medioambiental

### Figura 2.

*Obras de saneamiento*



*Nota.* (Construcción y Vivienda, 2020)

### 2.12.1. Tipos de Saneamiento

Son las maneras de cómo se brinda el servicio a los usuarios, estos se dividen en dos:

### 2.12.2. Público o multifamiliar

Son los que reciben el servicio de agua mediante el acceso a pequeñas fuentes de abastecimiento de agua el cual tiene exclusividad, también pueden ser de surtidores



públicos o piletas que se abastecen de redes públicas donde los que requieren del servicio deben transportarlo a su vivienda.

### **2.12.3. Conexión domiciliaria o familiar**

Estos son los que tienen el servicio individual en su domicilio, mediante la conexión domiciliaria que se conecta a la red pública donde se empalma a las instalaciones intra domiciliarias. Las cuales se pueden ubicar:

- Fuera o al exterior del domicilio
- Dentro del domicilio y conectado a módulos sanitarios.

Los niveles de servicio a ofrecer serán en función a las necesidades de cada familia, pero también se tendrá la influencia de la capacidad de las fuentes de abastecimiento, la cantidad de dinero que se invertirá, costos para operar y mantener y las capacidades técnicas y económicas de los beneficiarios.

### **2.13. INSTALACIÓN DE TUBERÍAS DE HIERRO DÚCTIL**

Los procedimientos de instalación adecuados prolongarán la larga vida útil de los tubos de hierro dúctil, la modalidad de instalación será especificada por el ingeniero que esté a cargo de la obra. El hierro dúctil es una mejora de los hierros fundidos que han servido a la industria del agua con distinción a lo largo de los siglos. (Dipra, 2021)

### **2.14. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS TUBERÍA DE HIERRO DÚCTIL**

De acuerdo con la ficha técnica de la ISO 2531 se tiene las siguientes características:

La resistencia a la tensión de la tubería será  $\geq 2420$  N/mm<sup>2</sup> y el mínimo será 420 N/mm<sup>2</sup>, su elongación será DN80 – 1000 mm  $\geq 10$  y DN1200 – 2600mm  $\geq 7$ , el módulo de elasticidad será aprox. 17x20 N/mm<sup>2</sup> y su dureza  $\leq 230$  HB y el máx. Será 230 HB.

**Tabla 3.**

*Características de hierro dúctil*

DN (mm)	DN (mm)	e (mm)	Peso Aproximado de la	Peso Total Aproximado (kg)	
			Parte Convexa del Enchufe (Kg)	8.15m.	6m.
80	98	6	3.4	-	77
100	118	6	4.3	-	95
125	144	6	5.7	-	119
150	170	6	7.1	-	144
200	222	6.3	10.3	-	194
250	274	6.8	14.2	-	255
300	326	7.2	18.6	-	323
350	378	7.7	23.7	-	403
400	429	8.1	29.3	-	482
450	480	8.6	38.3	-	575
500	532	9	42.8	-	669
600	635	9.9	59.3	-	882
700	738	10.8	79.1	-	1123
800	842	11.7	102.6	-	1394
900	945	13.8	129.9	-	1691
1000	1048	13.5	161.3	-	2017
1100	1152	14.4	194.7	3152	2372
1200	1255	15.3	237.7	3681	2758
1400	1462	17.1	385.3	4845	3669
1500	1565	18	474.7	5501	4175

Nota. (EATHISA, 2009)

## 2.15. TOPOGRAFÍA

Se conoce como la ciencia que se aplica para que se determine las posiciones absolutas o relativas de los puntos de la tierra, también el poder representar en plano proporciones limitadas de la superficie de la tierra.

En otros términos, está también estudia la metodología y procesos con las que se puede medir terrenos y representarlos analítica o gráficamente en escalas determinadas. También puede realizarse replanteos en el terreno para diferentes obras ingenieriles, cuando se establecen las condiciones del proyecto, pueden realizarse deslindes, divisiones, levantamientos catastrales urbanos y rurales, trazos y levantamientos subterráneos (Hinostroza, 2021).



### **2.15.1. Levantamiento topográfico**

Engloba aquellas operaciones que se necesitan para iniciar las diferentes obras civiles la cual brinda la representación gráfica del terreno. Debido a ello el levantamiento debe tener precisión a pesar de las condiciones del clima y los errores sensibles en el plano (Naula, 2013). Debe emplearse el instrumento adecuado de manera que se confeccione correctamente el gráfico en el plano. El cual es importante para establecer el proyecto o cualquier obra. El realizar levantamiento tiene la finalidad de calcular la superficie y el volumen, así como representar los datos obtenidos en campo por medio de planos y perfiles, es por ello que ese tipo de trabajo también está dentro de la topografía los cuales se nombran como topometría (Rodríguez, 2015).

También tiene la finalidad de obtener puntos de posición en el espacio y su representación en un plano, dentro de esas operaciones están el seleccionar el tipo de levantamiento, los equipos a emplear, ubicación e identificación de vértices de apoyo y realizar finalmente el levantamiento (Rincón, Vargas, & González, 2018). Son aquellos que abarcan superficies pequeñas y por lo tanto desprecian la curvatura, sin error apreciable (Gámez, 2015).

### **2.15.2. Operaciones**

Con la topografía se realizan las actividades principales en campo y gabinete. En campo se toman medidas y se recopila aquellos datos necesarios para realizar el dibujo del plano, una representación parecida al terreno real, a tales operaciones se les denomina levantamiento topográfico. Sobre los planos, se realizan proyectos de los cuales sus especificaciones y datos deberán replantearse en el terreno y ese trabajo se denomina trazo. Dentro de los trabajos de gabinete se pueden encontrar las metodologías y procesos para calcular y dibujar (Naula, 2013).



## **La topografía se divide en:**

**Altimetría:** Es la encargada de medir los desniveles de diferentes puntos en el terreno, estas son la representación de las distancias verticales que con medidas mediante un plano con referencia horizontal. Para determinar las actitudes verticales se pueden realizar también midiendo la pendiente y los grados de inclinación del terreno y las distancias inclinadas entre dos puntos de donde como resultado puede obtenerse un esquema vertical (Romero & Quinche, 2021).

**Planimetría:** Se considera la proyección del terreno horizontalmente de donde se puede suponer la superficie media de la tierra a la cual puede denominarse base productiva, también es considerada al realizar mediciones de forma horizontal y se puede calcular el área de terreno. Aquí no es de gran importancia los desniveles que existen entre diferentes puntos de terreno (Romero & Quinche, 2021).

### ***2.15.3. Tipos de levantamientos topográficos.***

Según Rincón, Vargas, & González (2018), estos son:

- Levantamiento de terrenos en general: Sirve para localizar o marcar colindancias realizar mediciones y dividir superficies, empleando levantamientos anteriores ubicar terrenos, realizar proyecciones de construcción y obras.
- Topografía para vías de comunicación: Empleado para realizar estudios y construcción de caminos, canales, acueductos, ferrocarriles, entre otros.
- Topografía de minas: Empleado para realizar control y fijar el posicionamiento de actividades subterráneas y relacionarlas con las actividades superficiales.



- Levantamientos catastrales: normalmente se trata del levantamiento rural o urbano con la finalidad de ubicar las colindancias de las propiedades ya sea minera, agrícola, desechos de agua, etc. Y la contracción con la que cuenta, con el propósito de conocer su extensión, derecho de propiedad, valor y principalmente para que el estado recaude el impuesto respectivo de la propiedad.
- Levantamientos hidrográficos: Empleando para deslindar las playas del mar, lagos, ríos, embalses entre otros, también la configuración e irregularidad de las profundidades (batimetría), empleando instrumentos topográficos clásicos para determinar la planimetría e instrumentos sofisticados para determinar la profundidad. Tienen el propósito de delimitar las playas de acceso público, la navegación hasta estudiar los sedimentos y el limpiado del fondo.
- Levantamientos de ingeniería: Dentro de este se encuentran las actividades requeridas ante, durante y al finalizar el proyecto ingenieril. Los planos que resultan del levantamiento donde se incluya la configuración del terreno más la incipiente concepción mental de algún proyecto ingenieril, son el material primario suficiente y elemental para que el ingeniero plasme en el plano su proyecto.

## 2.16. PARTIDAS

Según la Norma técnica de metrados (2011), Son cada servicio o producto que forma parte del presupuesto de un proyecto. Las partidas se jerarquizan como:

- Primer orden: Engloban las partidas con parecidas características (Partidas Título).





- Segundo orden: Engloban las genéricas, están no precisan detalles Solo nombra la labor en general. Se consideran a las partidas Subtítulos o Básicas.
- Tercer orden: También partidas básicas, engloban las específicas, estas son las más precisas en el trabajo que indican mayor precisión de trabajo.
- Cuarto orden: Son aquellas específicas o partidas para casos inusuales.



## CAPÍTULO III

### MATERIALES Y MÉTODOS

Los materiales y métodos que serán empleados en la presente investigación se detallan a continuación:

#### 3.1. ASPECTOS GENERALES

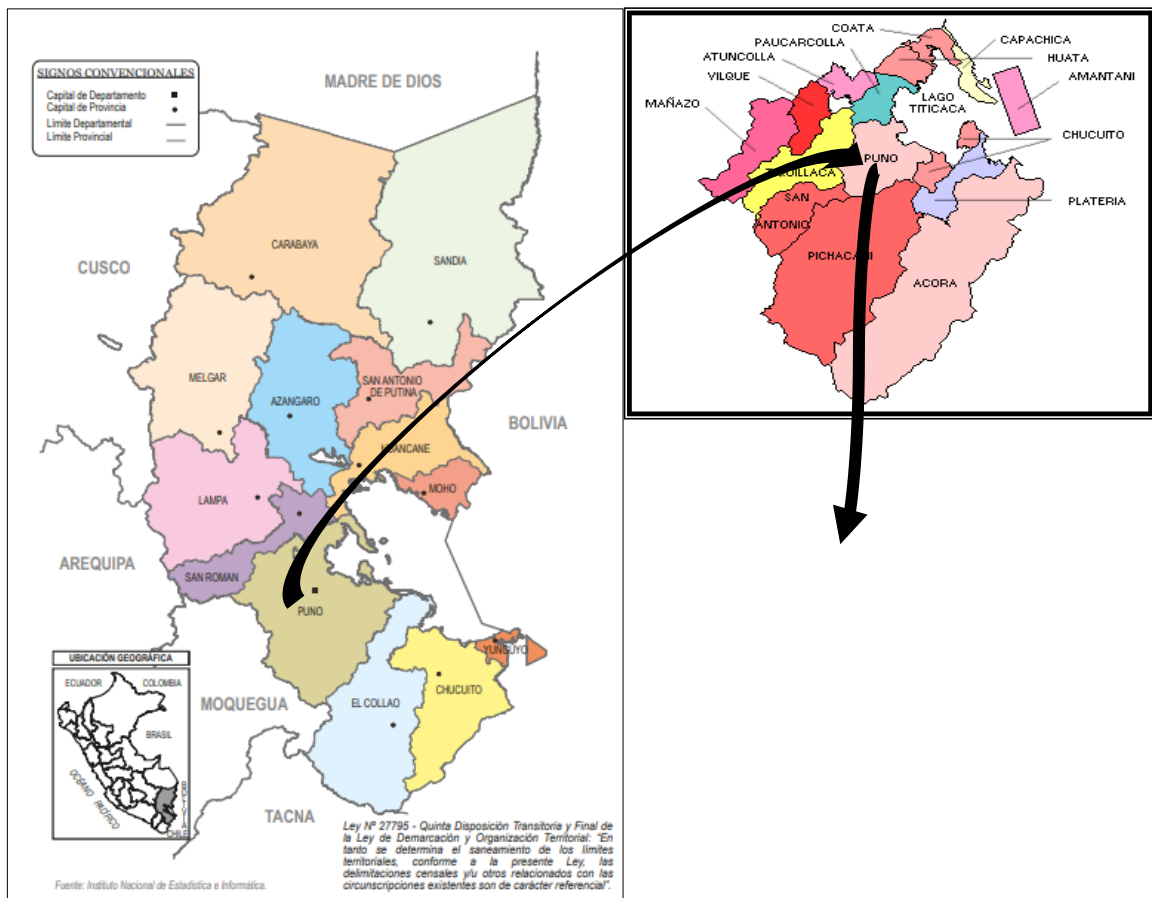
El presente proyecto de investigación se desarrolló en la ciudad de Puno que se encuentra a 3820 msnm., con un clima bastante variable que de acuerdo con los registros del SENAMHI varía desde  $-7^{\circ}\text{C}$  bajo cero a  $17^{\circ}\text{C}$  como máximo durante el día.

##### **Ubicación política:**

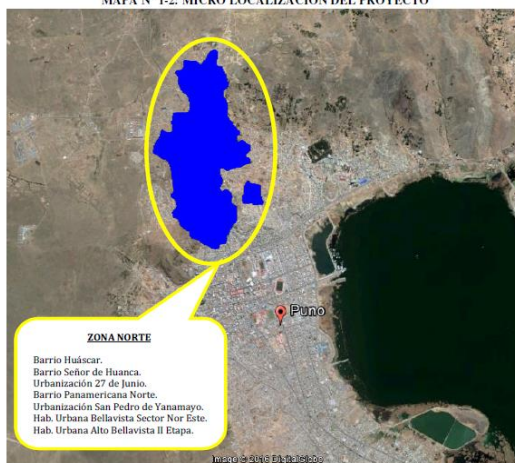
Departamento	:	Puno.
Provincia	:	Puno.
Distrito	:	Puno.
Centro Poblado	:	Alto Puno.
Lugar	:	Zona Norte (Urbanizaciones y Barrios).

**Figura 3.**

*Ubicación del área del proyecto.*



MAPA N° 1-2: MICRO LOCALIZACIÓN DEL PROYECTO



## Topografía



La topografía de la zona es plana, con pendientes promedio que varían de 0% a 60%, las laderas son muy empinadas, esto en la zona donde se instalará la tubería de impulsión.

### **3.2. MATERIALES Y METODOLOGÍA EXPERIMENTAL**

#### **3.2.1. Etapa preliminar**

En la etapa preliminar de la presente investigación se revisó bibliografía de diferentes autores donde aplicaron las cartas balance de la filosofía Lean Construction, la cual les permite medir el tiempo de producción del personal obrero en diferentes partidas que incidían en los proyectos.

Para ello se usó los siguientes materiales:

- Una laptop para la búsqueda de información.
- Útiles de escritorio.

#### **3.2.2. Etapa de campo**

En la etapa de campo de la presente investigación se hizo la selección de las partidas donde se aplicó la carta balance, se creó las plantillas de toma de datos, se observó el desempeño laboral de la cuadrilla y se recolectó los datos necesarios para el proceso de la carta balance.

Se utilizó los siguientes materiales:

- Expediente técnico del proyecto
- Laptop para crear las plantillas de carta balance
- Hojas bond.
- Impresora
- Útiles de escritorio



### **3.2.3. Etapa de gabinete**

En la etapa de gabinete del presente proyecto se realiza el procesamiento y análisis de los datos obtenidos al procesar la carta balance, esta se realiza usando el Excel como programa de cálculo para realizar las comparaciones del rendimiento en el t-student, así mismo se empleó el programa estadístico SPSS para obtener las medias de los datos de las encuestas.

## **3.3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN**

Según Hernández *et al.* (2014) indica:

Los enfoques cuantitativos, cualitativos y mixtos son parte de las posibles elecciones para hacerle frente a la problemática de investigación y resultan igualmente valiosos. El método cualitativo busca ampliar la información y los datos. El método cuantitativo limita la información (medir con precisión las variables estudiadas, con un enfoque).

De acuerdo al alcance de nuestro estudio, nuestra investigación tiene enfoque cualitativo porque tiene la finalidad de describir y analizar el rendimiento en obra del personal obrero usando la carta balance.

### **3.3.1. Nivel de Investigación**

Según Arias (2012) menciona que la investigación descriptiva reside en caracterizar un hecho o grupo con la finalidad de establecer su comportamiento de manera autónoma sin establecer relación entre las variables.

En la presente investigación, el nivel de la investigación es descriptiva porque su finalidad es analizar de manera independiente las variables es por ello que no se formulan hipótesis.

### 3.3.2. Tipo de Investigación

Según Lozada (2014), la investigación aplicada tiene la finalidad de generar conocimientos para ser aplicado directamente y a medianos plazos en la sociedad. Esta forma de estudio representa un gran valor agregado por usar el los conocimientos básicos de investigación. De esta forma, es posible generar riquezas por la diversidad y el progreso del sector de producción.

Esta investigación es de tipo aplicada por que tiene propósitos aplicativos de las cartas balance, con las que se tiene propuesto controlar los recursos humanos (mano de obra) y determinar sus niveles de productividad.

### 3.3.3. Diseño de Investigación

Hernández *et al.* (2014) Menciona que: Se puede definir como aquella investigación realizada sin manipular intencionalmente las variables. Entonces, consiste en un estudio donde no se realizan variaciones deliberadas en la variable independiente para obtener cuál es su efecto sobre otras variables.

Nuestro diseño es no experimental debido a que no se manipularan las variables, sino que con aplicar la carta balance será posible medir las actividades que realizan los obreros los cuales se procesarán de acuerdo a los índices de medición de la carta balance TP, TC y TNC.

### 3.3.4. Variables de la Investigación

#### 3.3.4.1. Variable independiente

Carta Balance:

- a) **Definición.** Se denomina a la herramienta con la que se puede diagnosticar la distribución del tiempo de los obreros que forman una cuadrilla en una actividad específica.
- b) **Dimensiones.** Productividad de la mano de obra.



- c) **Indicadores.** Trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC).
- d) **Instrumentos.** Formato de Carta Balance, Expediente técnico de la obra, cronómetro, útiles de oficina.
- e) **Escala de medición.** Razón.
- f) **Tipo de variable.** Discreta.

#### 3.3.4.2. Variable dependiente

##### Rendimiento

- a) **Definición.** El rendimiento de mano de obra se define al tiempo que una cuadrilla u obreros emplean para realizar la ejecución completa de una actividad precisa de construcción. El cual es expresado en unidad de tiempo sobre la unidad de la cantidad ejecutada de una obra.
- b) **Dimensiones.** Rendimiento del expediente y Rendimiento real.
- c) **Indicadores.** m/día y m<sup>2</sup>/día.
- d) **Instrumentos.** Carta Balance, Expediente técnico de la obra, útiles de oficina.
- e) **Escala de medición.** Razón.
- f) **Tipo de variable.** Continua.

#### 3.3.5. Población

Según Tamayo (2018), la población se define como un grupo de elementos a estudiar, las cuales son parte del entorno espacial donde se desarrollará el trabajo de investigación.

En el presente trabajo, la población está conformada por el proyecto de obra “Instalación de tuberías de hierro dúctil para obras de saneamiento”.



### 3.3.6. Muestra

Según Hernández (2014) la muestra es una parte de una población que tiene una labor representativa, si la cantidad de la muestra es igual al de toda la población esta se denominaría censo, con esto ya se podría deducir el objetivo final de los datos estadísticos.

En tal sentido, la muestra de nuestro trabajo la conforman las partidas de topografía de instalación de tuberías de hierro dúctil.

### 3.3.7. Prueba Estadística

Para el presente trabajo de investigación las pruebas estadísticas a emplear serán de dos tipos la primera es descriptiva usada para el diagnóstico donde se determinará la frecuencia y porcentajes y la segunda es el t- Student para contrastar la hipótesis de los rendimientos.

La prueba t- student que usamos es para una muestra debido a que se analizaron un grupo de datos comparándolo con un valor, se trabajó con un 95% de confianza y un error de 5%, dicho error representa el nivel de significancia para tomar regla de decisión y por tanto rechazar o aceptar la hipótesis estadística planteada, dicha prueba se realizó en el programa Excel la cual nos da valores de: “ $\sigma$ ” (que es la desviación estándar), “ $\bar{x}$ ” (es el promedio de las muestras), “ $s^2$ ” (La desviación estándar al cuadrado) y “n” (cantidad de muestras), el valor resultante del Tc nos ayuda a tomar una decisión para tomar la hipótesis estadística correcta.



## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 4.1. CARTAS BALANCE COMO HERRAMIENTA

##### 4.1.1. Diagnóstico de las cartas balance

Se muestran los resultados obtenidos de la encuesta realizada a 16 trabajadores del proyecto “mejoramiento del abastecimiento de agua potable en los barrios y urbanizaciones de la zona norte de la ciudad de Puno, distrito de Puno, provincia de Puno - Puno”

**Tabla 4.**

*Tabla de Frecuencias para la Primera Pregunta*

1. ¿Conoce Usted la Filosofía Lean Construction?					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	11	68,8	68,8	68,8
	Si	5	31,2	31,2	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

En la Tabla 4, se observan los datos recolectados de los 16 participantes en la encuesta realizada, donde se encuentran la frecuencia y porcentaje para cada respuesta, también el resultado afirma que en un 31% de los encuestados conocen la filosofía del lean construction, mientras que un 69% desconoce la filosofía, por representar a la gran mayoría la presente requiere de mucha más información para conocer la filosofía lean construction.

**Tabla 5.***Tabla de Frecuencia para la Segunda Pregunta*

<b>2. ¿Conoce Usted las Herramientas que Emplea la Filosofía Lean Construction?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	No	11	68,8	68,8	68,8
	Si	5	31,2	31,2	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la Tabla 5 el resultado afirma que en un 31% de los encuestados conocen las herramientas que emplean la filosofía del lean construction, mientras que un 69% desconoce del empleo de las herramientas de la filosofía LC.

**Tabla 6.***Tabla de Frecuencia para la Tercera Pregunta*

<b>3. ¿Cuál de las Sigüientes Herramientas de Lean Construction Conoce Usted?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Válido	Carta balance	1	6,2	6,2	6,2
	Lookahead	3	18,8	18,8	25,0
	Ninguna	9	56,2	56,2	81,2
	Plan semanal	3	18,8	18,8	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la Tabla 6 el resultado afirma que en un 56% no conoce ninguna herramienta que emplea la filosofía Lean Construction, un 19% conoce la herramienta plan semanal, un 19% conoce la herramienta lookahead y un 6% conoce la herramienta carta balance.

**Tabla 7.***Tabla de frecuencia para la cuarta pregunta*

<b>4. ¿Ha Aplicado Alguna Vez Alguna Herramienta de Lean Construction en Obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	16	100,0	100,0	100,0

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la Tabla 7 el resultado afirma que el 100% de los encuestados nunca han aplicado una herramienta de la filosofía lean construction en obras constructivas.

**Tabla 8.***Tabla de frecuencia para la quinta pregunta*

<b>5. ¿Ha Aplicado Alguna Vez la Herramienta Carta Balance en Obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	16	100,0	100,0	100,0

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la Tabla 8 el resultado afirma que el 100% de los encuestados nunca aplico la herramienta Carta Balance de la filosofía lean construction en obras de construcción.

**Tabla 9.***Tabla de frecuencia para la sexta pregunta*

<b>6. ¿Conoce Usted Herramientas para Monitorear las Actividades de una Cuadrilla?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	11	68,8	68,8	68,8
	Si	5	31,2	31,2	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la tabla 9 el resultado afirma que un 31% de los encuestados conoce herramientas con las que se puede monitorear las actividades de una cuadrilla, mientras que un 69% desconoce de las herramientas de monitoreo de actividades de una cuadrilla.

**Tabla 10.**

*Tabla de frecuencia para la séptima pregunta*

<b>7. ¿Conoce Usted el Término "Tiempo Productivo"?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	8	50,0	50,0	50,0
	Si	8	50,0	50,0	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la Tabla 10 el resultado afirma que un 50% de los encuestados conoce el término tiempo productivo, mientras que un 50% desconoce dicho término.

**Tabla 11.**

*Tabla de frecuencia para la octava pregunta*

<b>8. ¿Conoce Usted el Término "Tiempo Contributorio"?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	9	56,2	56,2	56,2
	Si	7	43,8	43,8	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la Tabla 11 el resultado afirma que un 44% de los encuestados conoce el término tiempo contributorio, mientras que un 56% desconoce dicho término.

**Tabla 12.**

*Tabla de frecuencia para la novena pregunta*

<b>9. ¿Conoce Usted el Término "Tiempo No Contributorio"?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
Válido	No	9	56,2	56,2	56,2
	Si	7	43,8	43,8	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la Tabla 12 el resultado afirma que un 44% de los encuestados conoce el termino tempo no contributorio, mientras que un 56% desconoce dicho término.

**Tabla 13.**

*Tabla de frecuencia para la décima pregunta*

<b>10. ¿Para Usted que es una Cuadrilla?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulad o
Válido	Cantidad de obra de una partida que puede desarrollarse en un tiempo determinado, empleando mano de obra, equipos y materiales que estén descritos en el análisis de la partida	4	25,0	25,0	25,0
	Es el esfuerzo físico y mental que emplea un técnico para fabricar, mantener o reparar un bien, en particular una máquina.	1	6,3	6,3	31,3
	No sé qué es una cuadrilla.	3	18,8	18,8	50,0
	Persona o grupo de personas con diferentes especialidades, que emplean un tiempo para ejecutar alguna actividad.	8	50,0	50,0	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS



De la Tabla 13 el resultado afirma que un 50% de los encuestados conoce alguna definición de cuadrilla, mientras que el resto del 50% no sabe lo que es una cuadrilla.

#### **Tabla 14.**

*Tabla de frecuencia para la onceava pregunta*

<b>11. ¿Elegir Correctamente al Personal Obrero de una Cuadrilla Optimiza el Avance en Obra?</b>					
		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje Acumulado
	No	6	37,5	37,5	37,5
Válido	Si	10	62,5	62,5	100,0
	Total	16	100,0	100,0	

*Nota.* Datos extraídos del SPSS

De la Tabla 14 el resultado afirma que un 62% de los encuestados piensa que al elegir correctamente una cuadrilla se optimiza el avance en una obra, mientras que un 38% piensa lo contrario.

## **4.2. RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE CARTAS BALANCE EN LAS PARTIDAS DE TOPOGRAFÍA**

### **4.2.1. Trazo y replanteo**

**Tabla 15.**

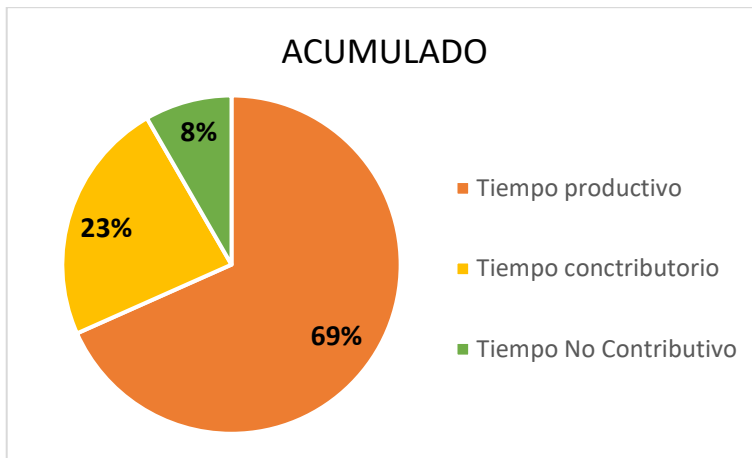
*Resultados de la partida Trazo y replanteo*

Trazo y Replanteo										
Clasificación de trabajo		Operario			Peón			Total		
Cód.	Descripción	Total	%	% acumulado	Total	%	% acumulado	Total	%	% acumulado
TY	Trazo con yeso	28	16		35	19		63	18	
N	Nivelación	73	41		73	41		146	41	
PE	Plantado de estacas de madera	4	2		20	11		24	7	
	Registro de datos de levantamiento			71			78			68.3
RD	Pintado de Puntos de control	0	0		13	7		13	4	
PP		22	12		0	0		22	6	
S	Señalización/seguridad	5	3		5	3		10	3	
V	Verificación	29	16	23	15	8	11	44	12	23.3
IE	Instalación de Equipo	8	4		0	0		8	2	
D	Descanso	0	0		5	3		5	1	
NF	Necesidades fisiológicas	6	3	6	5	3	11	11	3	8.3
E	Espera	5	3		9	5		14	4	
$\Sigma$ TOTAL		180	100	100	180	100	100	360	100	100

La Tabla N° 15 muestra los resultados de las mediciones realizadas mediante el formato de la carta balance, donde se puede observar la cantidad de mediciones y el tiempo que emplea el peón y el operario al realizar las actividades de la partida trazo y replanteo, de la misma manera también se observa la medición en porcentajes del tiempo productivo, contributorio y no contributorio del operario, el peón y un total promedio de las mediciones realizadas.

**Figura 4.**

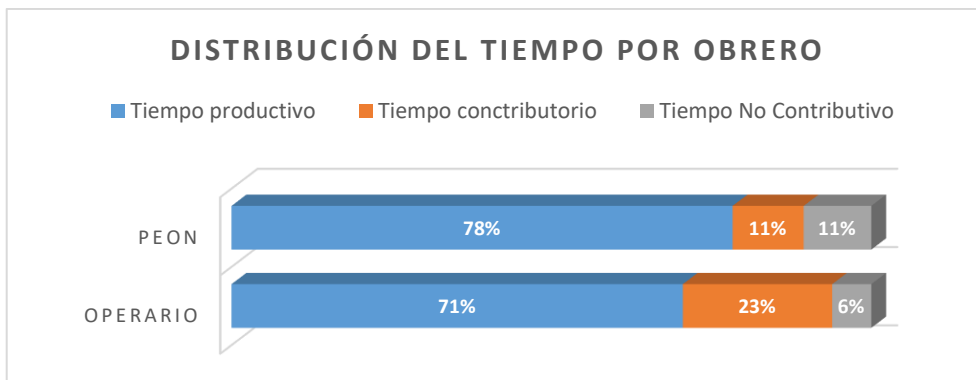
*Distribución del TP, TC, TNC*



La figura N° 4 muestra los resultados de las mediciones realizadas mediante el formato de la carta balance, donde se puede observar que el tiempo productivo en un 69%, el tiempo contributorio un 23% y el tiempo no contributorio en un 8%.

**Figura 5.**

*Distribución de tiempo por cada obrero*



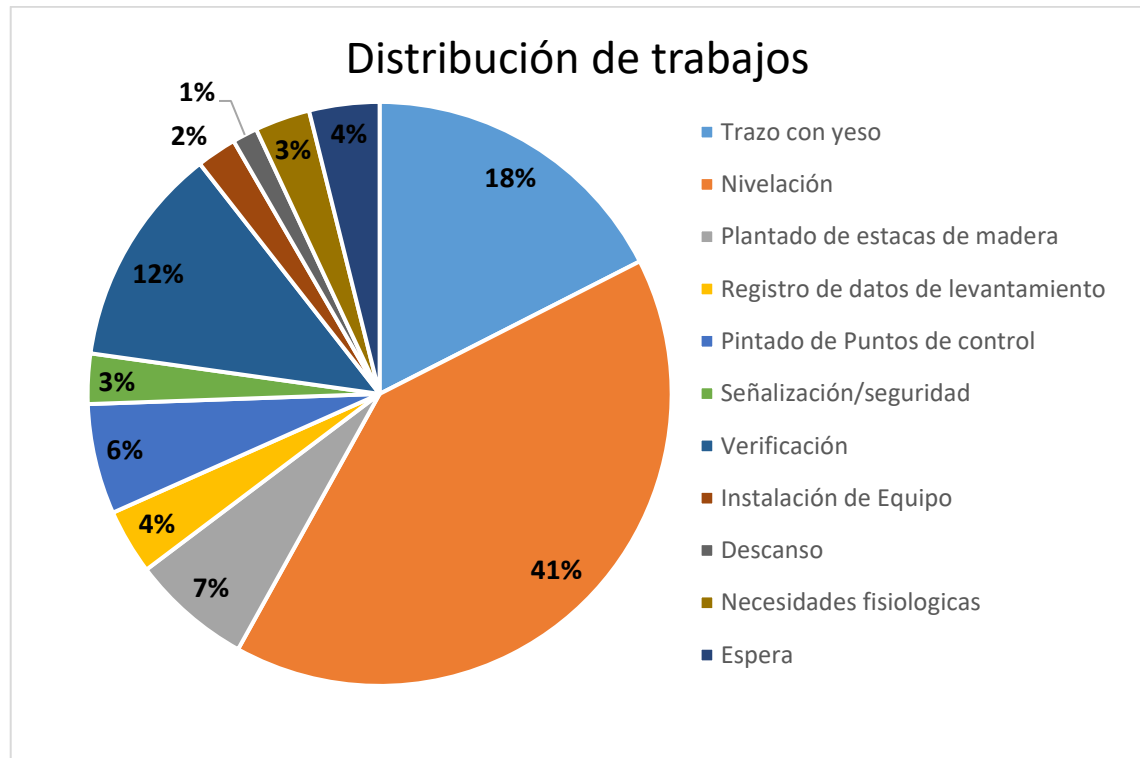
La figura N° 5 muestra los resultados de las mediciones realizadas al operario y al peón donde se observa la distribución del tiempo que emplea cada uno para realizar sus actividades, el peon un 78% de sus actividades es trabajo productivo, un 11% de sus actividades es trabajo contributorio y un 11% es trabajo no contributorio mientras que del



operario un 71% es trabajo productivo, un 23% es trabajo contributorio y un 6% es trabajo no contributorio.

**Figura 6.**

*Desagregado de Distribución de Trabajo*



La figura N° 6 muestra los resultados de las mediciones realizadas en promedio donde se observa la distribución del tiempo que emplea tanto el operario y el peón para realizar las actividades, donde se empleó un 18% para el trazo con yeso, un 41% para la nivelación, un 7% para el plantado de estacas, un 4% para el registro de datos de levantamiento, un 6% para el pintado de puntos de control, un 3% para la señalización/seguridad, un 12% para realizar verificaciones, un 2% para instalación del equipo, un 1% tiempo de descanso, un 3% para las necesidades fisiológicas y un 4% tiempo de espera.

#### 4.2.2. Trazo y replanteo línea de impulsión

**Tabla 16.**

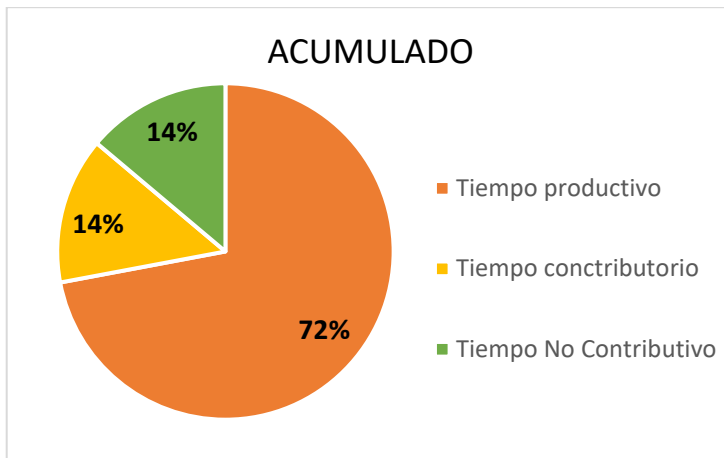
*Resultados de la partida Trazo y replanteo línea de impulsión*

<b>Trazo y Replanteo Línea de Impulsión</b>										
Clasificación de trabajo		Operario			Peón			Total		
Cód.	Descripción	Total	%	% acumulado	Total	%	% acumulado	Total	%	% acumulado
TY	Trazo con yeso	39	6		73	11		112	8	
N	Nivelación	224	34		224	34		448	34	
P	Plantillado	166	25		166	25		332	25	
PE	Plantado de estacas de madera	0	0	67	0	0	77	0	0	72
PP	Pintado de Puntos de control	16	2		43	7		59	4	
RD	Registro de datos de levantamiento	45	7		5	1		50	4	
S	Señalización/seguridad	14	2		13	2		27	2	
V	Verificación	41	6	24	7	1	4	48	4	14.09
CE	Cambio de estación	56	8		0	0		56	4	
IE	Instalación de Equipo	5	1		0	0		5	0	
D	Descanso	11	2		35	5		46	3	
NF	Necesidades fisiológicas	24	4	8	7	1	20	31	2	14
E	Espera	19	3		87	13		106	8	
<b>Σ TOTAL</b>		<b>660</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>660</b>	<b>100</b>	<b>100</b>	<b>1320</b>	<b>100</b>	<b>100</b>

La Tabla N° 16 muestra los resultados de las mediciones realizadas mediante el formato de la carta balance, donde se puede observar la cantidad de mediciones y el tiempo que emplea el peón y el operario al realizar las actividades de la partida trazo y replanteo, de la misma manera también se observa la medición en porcentajes del tiempo productivo, contributorio y no contributorio del operario, el peón y un total promedio de las mediciones realizadas.

**Figura 7.**

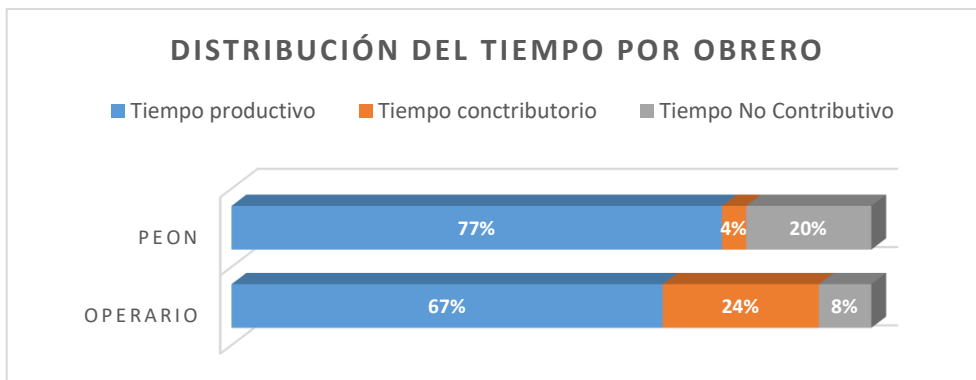
*Distribución del TP, TC, TNC*



La figura N° 7 muestra los resultados de las mediciones realizadas mediante el formato de la carta balance, donde se puede observar que el tiempo productivo en un 72%, el tiempo contributorio un 14% y el tiempo no contributorio en un 14%.

**Figura 8.**

*Distribución de tiempo por cada obrero*

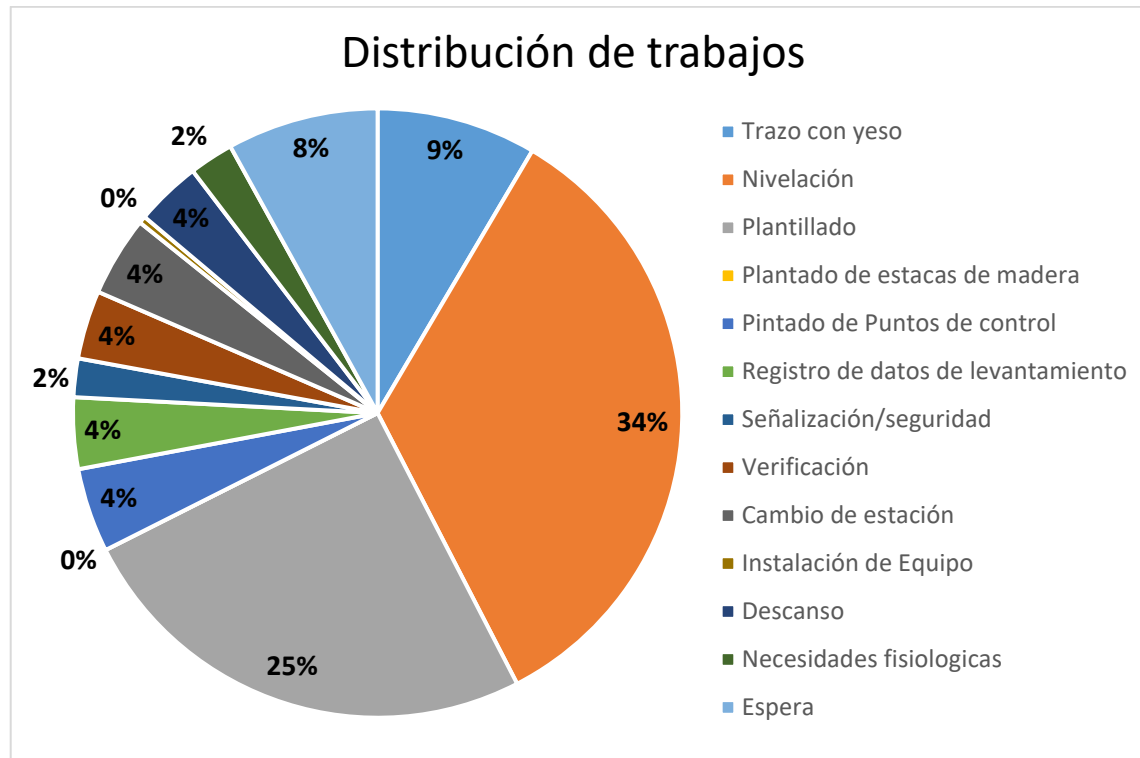


La figura N° 8 muestra los resultados de las mediciones realizadas al operario y al peón donde se observa la distribución del tiempo que emplea cada uno para realizar sus actividades, el peón un 77% de sus actividades es trabajo productivo, un 4% de sus actividades es trabajo contributorio y un 20% es trabajo no contributorio mientras que del

operario un 67% es trabajo productivo, un 24% es trabajo contributorio y un 8% es trabajo no contributorio.

**Figura 9.**

*Desagregado de distribución de trabajo*



La figura N° 9 muestra los resultados de las mediciones realizadas en promedio donde se observa la distribución del tiempo que emplea tanto el operario y el peón para realizar las actividades, donde se empleó un 9% para el trazo con yeso, un 34% para la nivelación, un 25% para el plantillado, un 0% para el plantado de estacas, un 4% para el registro de datos de levantamiento, un 4% para el pintado de puntos de control, un 2% para la señalización/seguridad, un 4% para realizar verificaciones, un 4% para el cambio de estación, un 0% para instalación del equipo, un 4% tiempo de descanso, un 2% para las necesidades fisiológicas y un 8% de tiempo de espera.

### 4.2.3. Trazo y replanteo

**Tabla 17.**

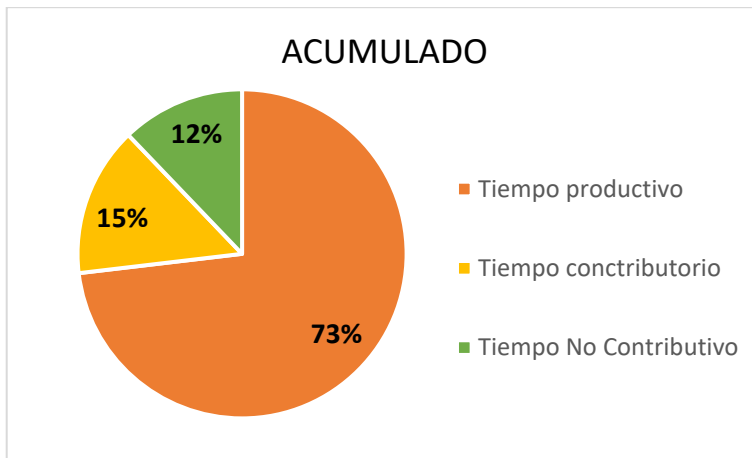
*Resultados de la partida Trazo y replanteo durante el proceso*

<b>Trazo y replanteo durante el proceso</b>										
<b>Clasificación de trabajo</b>		<b>Operario</b>			<b>Peón</b>			<b>Total</b>		
<b>Cód</b>	<b>Descripción</b>	<b>Tot al</b>	<b>%</b>	<b>% acumulado</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>% acumulado</b>	<b>Total</b>	<b>%</b>	<b>% acumulado</b>
<b>TY</b>	Trazo con yeso	41	6		93	13		134	9	
<b>N</b>	Nivelación	248	34		248	34		496	34	
<b>P</b>	Plantillado	178	25		178	25		356	25	
<b>PE</b>	Plantado de estacas de madera	<b>TP</b> 0	0	67	0	0	79	0	0	73
<b>PP</b>	Pintado de Puntos de control	14	2		53	7		67	5	
<b>RD</b>	Registro de datos de levantamiento	34	5		1	0		35	2	
<b>S</b>	Señalización/seguridad	<b>TC</b> 12	2	24	15	2	5	27	2	14.72
<b>V</b>	Verificación	47	7		16	2		63	4	
<b>CE</b>	Cambio de estación	52	7		0	0		52	4	
<b>IE</b>	Instalación de Equipo	28	4		7	1		35	2	
<b>D</b>	Descanso	12	2		32	4		44	3	
<b>NF</b>	Necesidades fisiológicas	<b>TN C</b> 11	2	9	7	1	15	18	1	12
<b>E</b>	Espera	43	6		70	10		113	8	
<b>Σ TOTAL</b>		720	100	100	720	100	100	1440	100	100

La Tabla N° 17 muestra los resultados de las mediciones realizadas mediante el formato de la carta balance, donde se puede observar la cantidad de mediciones y el tiempo que emplea el peón y el operario al realizar las actividades de la partida trazo y replanteo, de la misma manera también se observa la medición en porcentajes del tiempo productivo, contributorio y no contributorio del operario, el peón y un total promedio de las mediciones realizadas.

**Figura 10.**

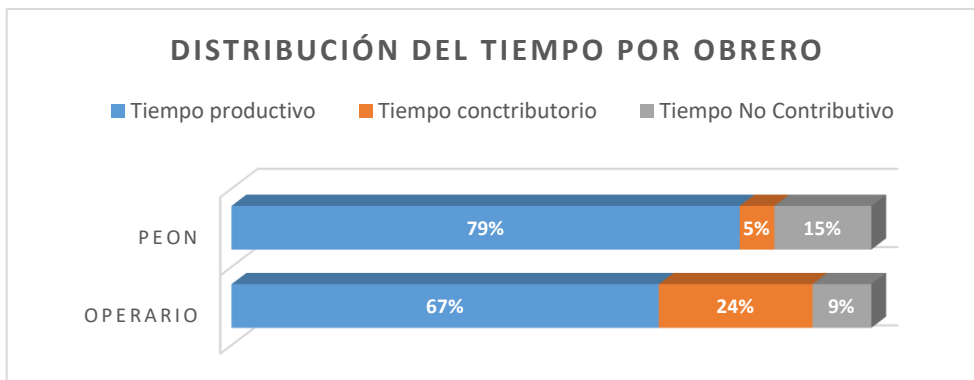
*Distribución del TP, TC, TNC*



La figura N° 10 muestra los resultados de las mediciones realizadas mediante el formato de la carta balance, donde se puede observar que el tiempo productivo en un 73%, el tiempo contributorio un 15% y el tiempo no contributorio en un 12%.

**Figura 11.**

*Distribución de tiempo por cada obrero*

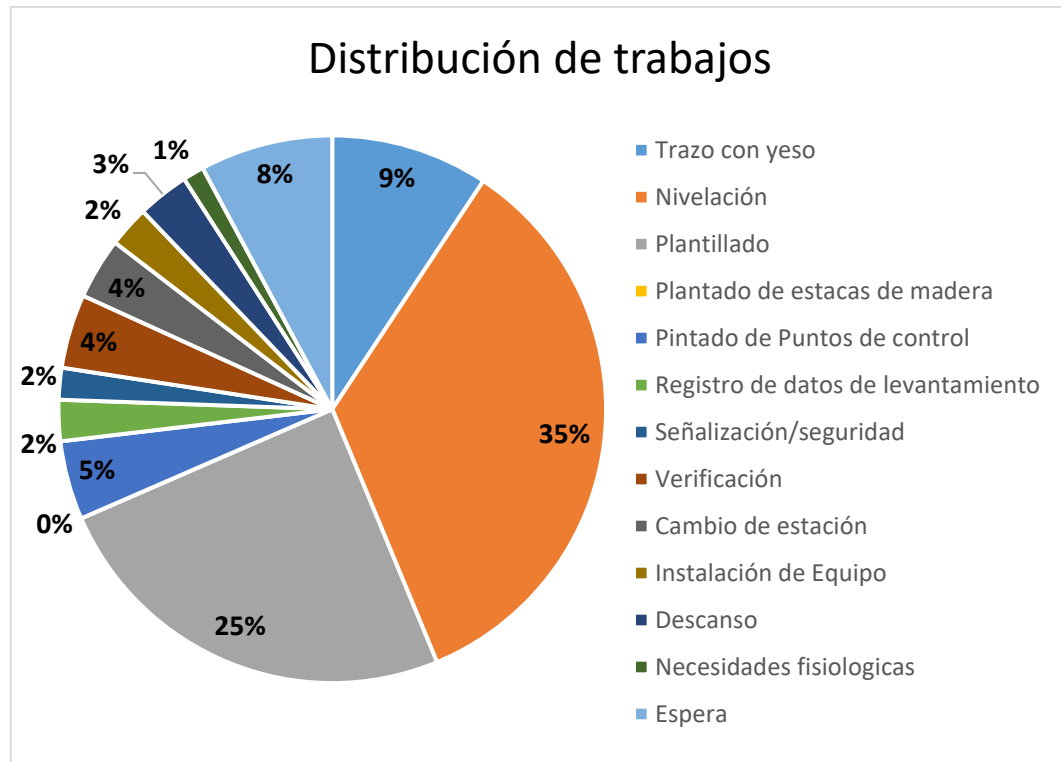


La figura N° 11 muestra los resultados de las mediciones realizadas al operario y al peón donde se observa la distribución del tiempo que emplea cada uno para realizar sus actividades, el peón un 79% de sus actividades es trabajo productivo, un 5% de sus actividades es trabajo contributorio y un 15% es trabajo no contributorio mientras que del

operario un 67% es trabajo productivo, un 24% es trabajo contributorio y un 9% es trabajo no contributorio.

**Figura 12.**

*Desagregado de distribución de trabajo*



La figura N° 12 muestra los resultados de las mediciones realizadas en promedio donde se observa la distribución del tiempo que emplea tanto el operario y el peón para realizar las actividades, donde se empleó un 9% para el trazo con yeso, un 35% para la nivelación, un 25% para el plantillado, un 0% para el plantado de estacas, un 5% para el registro de datos de levantamiento, un 2% para el pintado de puntos de control, un 2% para la señalización/seguridad, un 4% para realizar verificaciones, un 4% para el cambio de estación, un 2% para instalación del equipo, un 3% tiempo de descanso, un 1% para las necesidades fisiológicas y un 8% de tiempo de espera.

#### 4.2.4. Trazo y replanteo durante el proceso

**Tabla 18.**

*Trazo y Replanteo Durante el Proceso*

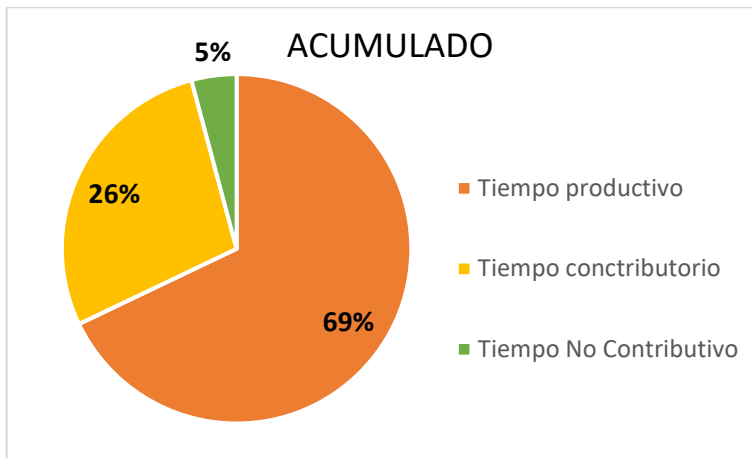
Trazo y replanteo										
Clasificación de trabajo		Operario			Peón			Total		
Cód.	Descripción	Total	%	% acumulado	Total	%	% acumulado	Total	%	% acumulado
TY	Trazo con yeso	15	13		15	13		30	13	
N	Nivelación	50	42		50	42		100	42	
P	Plantillado	5	4		5	4		10	4	
PE	Plantado de estacas de madera	<b>TP</b> 0	0	58	14	12	80	14	6	69
PP	Pintado de Puntos de control	0	0		12	10		12	5	
RD	Registro de datos de levantamiento	18	15		0	0		18	8	
S	Señalización/seguridad	8	7		8	7		16	7	
V	Verificación	<b>TC</b> 13	11	39	6	5	12	19	8	26
CE	Cambio de estación	0	0		0	0		0	0	
IE	Instalación de Equipo	8	7		0	0		8	3	
D	Descanso	0	0		4	3		4	2	
NF	Necesidades fisiológicas	<b>TNC</b> 0	0	3	0	0	8	0	0	5
E	Espera	3	3		6	5		9	4	
$\Sigma$ TOTAL		120	100	100	120	100	100	240	100	100

La Tabla N° 18 muestra los resultados de las mediciones realizadas mediante el formato de la carta balance, donde se puede observar la cantidad de mediciones y el tiempo que emplea el peón y el operario al realizar las actividades de la partida trazo y replanteo, de la misma manera también se observa la medición en porcentajes del tiempo productivo, contributorio y no contributorio del operario, el peón y un total promedio de las mediciones realizadas.



**Figura 13.**

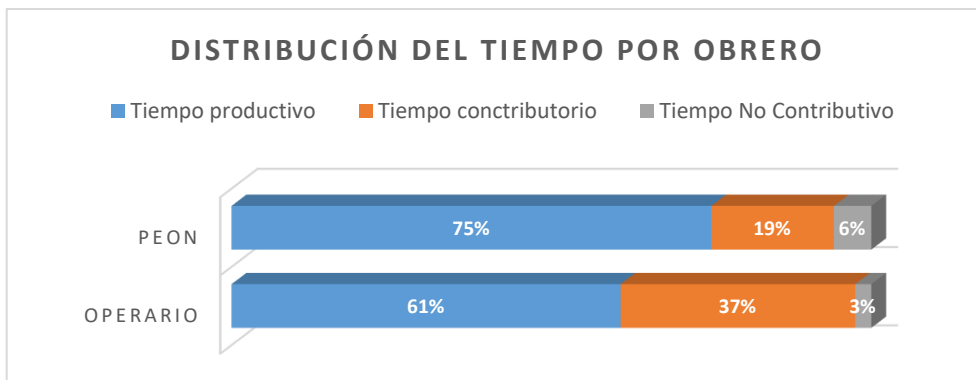
*Distribución del TP, TC, TNC*



La figura N° 13 muestra los resultados de las mediciones realizadas mediante el formato de la carta balance, donde se puede observar que el tiempo productivo en un 69%, el tiempo contributorio un 26% y el tiempo no contributorio en un 5%.

**Figura 14.**

*Distribución de tiempo por cada obrero*

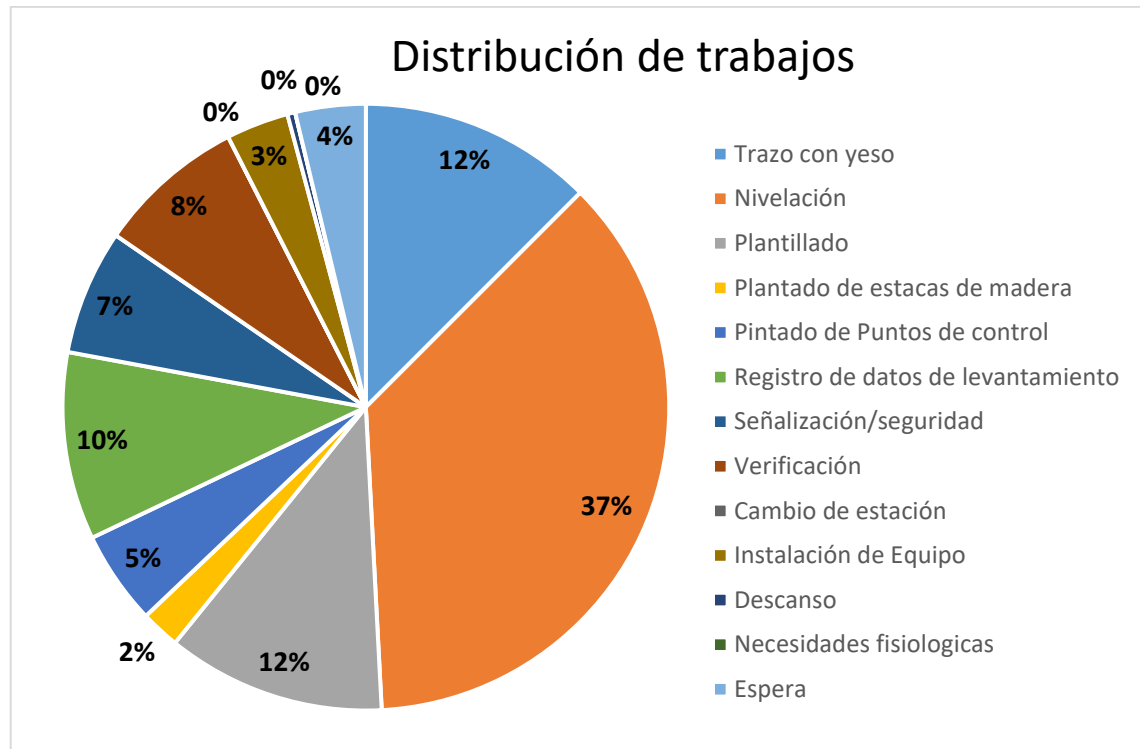


La figura N° 14 muestra los resultados de las mediciones realizadas al operario y al peón donde se observa la distribución del tiempo que emplea cada uno para realizar sus actividades, el peón un 75% de sus actividades es trabajo productivo, un 19% de sus actividades es trabajo contributorio y un 6% es trabajo no contributorio mientras que del

operario un 61% es trabajo productivo, un 37% es trabajo contributorio y un 3% es trabajo no contributorio.

**Figura 15.**

*Desagregado de distribución de trabajo*



La figura N° 15 muestra los resultados de las mediciones realizadas en promedio donde se observa la distribución del tiempo que emplea tanto el operario y el peón para realizar las actividades, donde se empleó un 12% para el trazo con yeso, un 37% para la nivelación, un 12% para el plantillado, un 2% para el plantado de estacas, un 5% para el registro de datos de levantamiento, un 10% para el pintado de puntos de control, un 7% para la señalización/seguridad, un 8% para realizar verificaciones, un 0% para el cambio de estación, un 3% para instalación del equipo, un 0% tiempo de descanso, un 0% para las necesidades fisiológicas y un 4% de tiempo de espera.

### 4.3. RESULTADOS DEL RENDIMIENTO DE LAS PARTIDAS DE EVALUACIÓN

#### 4.3.1. Trazo y replanteo

**Tabla 19**

*Comparación del rendimiento del expediente y el ejecutado en obra*

Ítem	Partida	Cuadrilla	Expediente	Ejecutado
01.01.06	Trazos niveles y replanteo			
01.01.06.01	Trazo y replanteo	1O+1P	500 m <sup>2</sup> /día	460 m <sup>2</sup> /día
01.01.06.04	Trazo y replanteo durante el proceso	1O+1P	450 m <sup>2</sup> /día	428 m <sup>2</sup> /día

En la tabla 19 se muestran los datos de los rendimientos en m<sup>2</sup>/día de acuerdo a lo obtenido en las cartas balance en la partida trazo y replanteo del expediente se tiene un equivalente a 500 m<sup>2</sup>/día y del ejecutado en obra se 460 m<sup>2</sup>/día y de la partida trazo y replanteo durante el proceso se tiene el rendimiento del expediente equivalente a 450 m<sup>2</sup>/día y del ejecutado en obra 428 m<sup>2</sup>/día.

**Tabla 20**

*Comparación del rendimiento del expediente y el ejecutado en obra*

Ítem	Partida	Cuadrilla	Expediente	Ejecutado
01.01.06	Trazos niveles y replanteo			
01.01.06.02	Trazo y replanteo línea de impulsión	1O+1P	500 m/día	430 m/día
01.01.06.03	Trazo y replanteo durante el proceso	1O+1P	450 m/día	396 m/día

En la tabla 20 se muestran los resultados de los rendimientos en m/día y con los datos obtenidos de cada carta balance en la partida trazo y replanteo línea de impulsión del expediente un equivalente a 500 m/día y del ejecutado en obra se tiene 430 m/día y de la partida trazo y replanteo durante el proceso se tiene de del expediente un equivalente a 450 m/día y del ejecutado en obra se tiene 396 m/día.



#### 4.4. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

A continuación, se muestra la contrastación de hipótesis de los parámetros de estudio, los cuales están dados por los rendimientos en obra y los que encontramos en el expediente antes de iniciar una obra, para ello compararemos las medias de cada rendimiento y corroborar lo especificado en la hipótesis.

##### **Rendimiento en obra y expediente**

##### **Planteamiento de las hipótesis:**

**H<sub>0</sub>:** Los rendimientos ejecutados en obra son iguales al rendimiento planteado en el expediente.

**H<sub>a</sub>:** Los rendimientos ejecutados en obra son diferentes al rendimiento planteado en el expediente.

##### **Nivel de significancia**

Para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

##### **Análisis de varianza**

En la presente investigación se empleará el t-student para comprobar la hipótesis, este cuenta con una cantidad de muestra que es menor a treinta.

##### **Tabla 21.**

##### *Rendimiento real*

Valores de Prueba	
Muestras	Rendimiento
1	460 m <sup>2</sup> /día
2	428 m <sup>2</sup> /día

**Tabla 22.**

*Parámetros estadísticos*

Parámetros	Valores
$\bar{x}$	444
$s^2$	512
$\sigma$	22.63
<b>n</b>	<b>2</b>

$$Tc = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$Tc = \frac{444 - 475}{\frac{22.63}{\sqrt{2}}}$$

El Tc es igual a:

$$Tc = -1.9375$$

Para aceptar o rechazar la hipótesis será de acuerdo a:

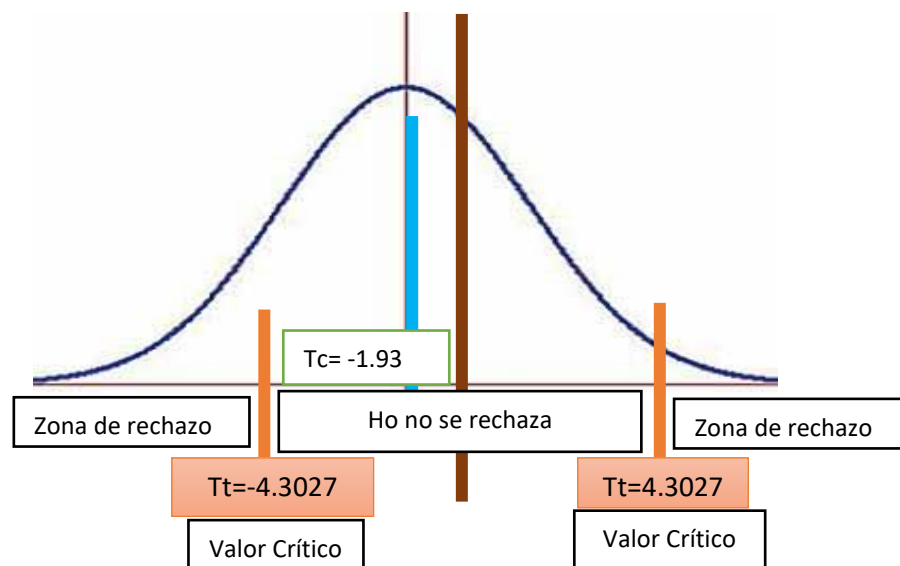
$$T_t = t_{n-1, \alpha} \approx T_t = t_{2-1, 0.05}$$

De la tabla del t-student se tiene:

$$Tt = 4.3027$$

### Gráfico 1.

*Campana de Gaus para aceptar o rechazar la hipótesis nula*



En el gráfico 1 se muestra que  $T_t = -4.3027 < T_c = -1.93 < T_t = 4.3027$  entonces aceptamos la hipótesis nula ( $H_0$ ).

### Decisión e interpretación

Según la regla de decisión con un valor de significancia alfa 0.05, lo que indica que aceptamos la hipótesis nula y por consiguiente rechazamos la hipótesis alterna donde indica que, los rendimientos ejecutados en obra son iguales al rendimiento planteado en el expediente.

### Rendimiento en obra y expediente

#### Planteamiento de las hipótesis:

**$H_0$ :** Los rendimientos ejecutados en obra son iguales al rendimiento planteado en el expediente.

**$H_a$ :** Los rendimientos ejecutados en obra son diferentes al rendimiento planteado en el expediente.



### Nivel de significancia

Para los análisis estadísticos del presente estudio es de 0.05.

### Análisis de varianza

En la presente investigación se empleará el t-student para comprobar la hipótesis, este cuenta con una cantidad de muestra que es menor a treinta.

**Tabla 23.**

*Rendimiento real*

Valores de Prueba	
Muestras	Rendimiento
1	430 m/día
2	396 m/día

**Tabla 24.**

*Parámetros estadísticos*

Parámetros	Valores
$\bar{x}$	413
$s^2$	578
$\sigma$	24.0416
$n$	2

$$Tc = \frac{\bar{x} - \mu}{\frac{\sigma}{\sqrt{n}}}$$

$$Tc = \frac{413 - 578}{\frac{24.04}{\sqrt{2}}}$$

El Tc es igual a:

$$Tc = -3.6470$$

Para aceptar o rechazar la hipótesis será de acuerdo a:

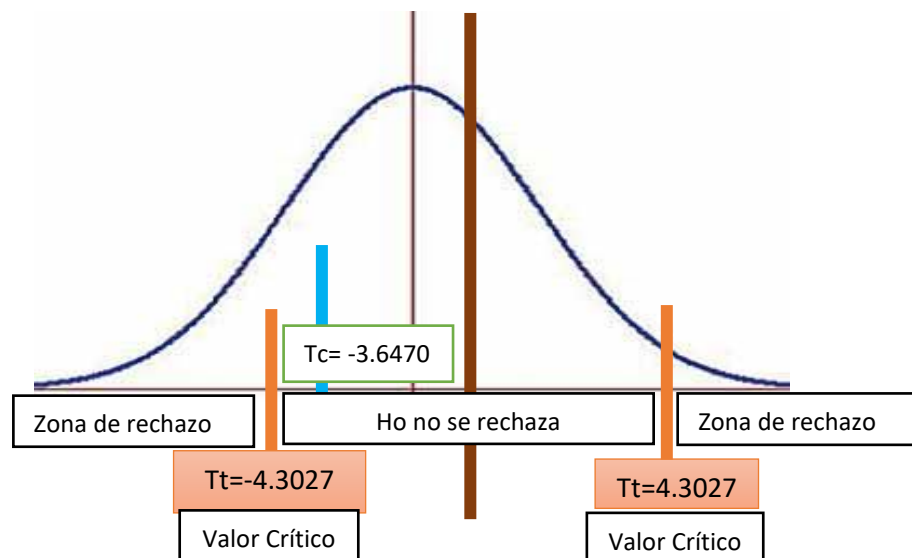
$$T_t = t_{n-1, \alpha} \approx T_t = t_{2-1, 0.05}$$

De la tabla del t-student se tiene:

$$T_t = 4.3027$$

## Gráfico 2.

*Campana de Gaus para aceptar o rechazar la hipótesis nula*



En el gráfico 2 se muestra que  $T_t = -4.3027 < T_c = -3.647 < T_t = 4.3027$  entonces aceptamos la hipótesis nula ( $H_0$ ).

## Decisión e interpretación

Según la regla de decisión con un valor de significancia alfa 0.05, lo que indica que aceptamos la hipótesis nula y por consiguiente rechazamos la hipótesis alterna donde indica que, los rendimientos ejecutados en obra son iguales al rendimiento planteado en el expediente.





#### 4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

**Melendez & Vega** (2021) obtuvo como resultado del diagnóstico de donde un porcentaje alto emplea el lean construcción y la Carta balance, un 58% conoce los términos de la carta balance, un 78% considera beneficioso en relación a costos y un 73% en cuanto holgura al cronograma de avance programado de obra, semejante a nuestra investigación el 28% de los encuestados conoce la filosofía LC, un 35.7% conoce las herramientas del LC, un 57.1% no conoce ninguna herramienta, el 100% de los encuestados nunca aplicó las herramientas como carta balance del LC en obra, solo un 35.7% conoce herramientas para realizar monitoreos a las cuadrillas de trabajo, un 50% conoce que es el TP, un 42.9% conoce el TC, un 42.9% conoce el TNC, un 50% conoce la definición de cuadrilla y un 64.3% piensa que al elegir correctamente el personal obrero se logra optimizar el avance en una obra. Los resultados muestran que los investigadores Melendez & Vega obtuvieron resultados más altos que en nuestro caso.

Asimismo, Mamani (2021) obtuvo para la partida trazo y replanteo para UBS un 43.33% de trabajo productivo, 46.00% de trabajo contributivo y 10.67% de trabajo no contributivo. En nuestra investigación obtuvimos para la partida Trazo y replanteo un 69% de trabajo productivo, 23% de trabajo contributivo y 8% de trabajo no contributivo, de la partida trazo y replanteo línea de impulsión un 72% de trabajo productivo, 14% de trabajo contributivo y 14% de trabajo no contributivo, de la partida trazo y replanteo durante el proceso se obtuvo un 73% de trabajo productivo, 15% de trabajo contributivo y 12% de trabajo no contributivo y de la partida trazo y replanteo durante el proceso se obtuvo un 68% de trabajo productivo, 28% de trabajo contributivo y 4% de trabajo no contributivo, en nuestra evaluación obtuvimos porcentajes más altos a diferencia del investigador Mamani.



El investigador Aliaga (2019) obtuvo como resultado del rendimiento de la partida trazos y replanteos iniciales del proyecto de obra de 226.88 m<sup>2</sup>/hr, rendimiento real, 500 m<sup>2</sup>/hr según el expediente y según CAPECO 250 m<sup>2</sup>/hr. En nuestra investigación se obtuvo en la partida trazo y replanteo 344 m<sup>2</sup>/hr rendimiento real y del expediente es 504 m<sup>2</sup>/hr, de la partida trazo y replanteo línea de impulsión se tiene 360 m/hr rendimiento real y del expediente 504 m/hr, de la partida trazo y replanteo durante el proceso se tiene 328 m/hr rendimiento real y del expediente 448 m/hr, de la partida trazo y replanteo durante el proceso se tiene 296 m<sup>2</sup>/hr y del expediente 448 m<sup>2</sup>/hr. Se puede mencionar que existe una diferencia entre los resultados del investigador y el nuestro, ya que obtuvimos rendimientos mayores, además a realizar la prueba estadística t-Student nos indica que el rendimiento real es igual esto puede ser por la cantidad de datos ingresados para comprobar las hipótesis solo son pocos en nuestro caso dos datos por cada contrastación.



## V. CONCLUSIONES

Culminando con la recolección de datos necesarios y el análisis de los resultados obtenidos se concluye de la siguiente manera:

- De acuerdo a la encuesta realizada para obtener el estado situacional existe un alto porcentaje de encuestados que desconoce el Lean Construction y sus herramientas como la Carta Balance, dentro de ellos un 50% no conoce la definición de cuadrilla y un 35.7% que cree si se elige correctamente el personal se optimiza el avance de la obra.
- De acuerdo a la aplicación del formato de carta balance se obtuvo los siguientes datos para la partida Trazo y replanteo 69% de Tiempo productivo, 23% de tiempo contributorio y 8% de tiempo no contributorio, de la partida trazo y replanteo línea de impulsión se tiene 72% de tiempo productivo, 14% de tiempo contributorio y 14% de tiempo no contributorio, de la partida trazo y replanteo durante el proceso se tiene 73% de tiempo productivo, 15% de tiempo contributorio y 12% de tiempo no contributorio y de la partida trazo y replanteo durante el proceso se tiene 68% de tiempo productivo, 28% de tiempo contributorio y 4% de tiempo no contributorio, de acuerdo a los resultados obtenidos de los tiempos productivos, tiempos contributorios y tiempos no contributorios se obtuvo los rendimientos de las cuatro partidas 460 m<sup>2</sup>/hr, 430 m<sup>2</sup>/hr, 396m/hr y 428 m/hr respectivamente.
- Realizando la comparación del rendimiento de la partida trazo y replanteo se tiene una variación del 8% respecto al rendimiento del expediente, de la partida trazo y replanteo línea de impulsión se tiene una variación del 14% respecto al rendimiento del expediente, de la partida trazo y replanteo durante el proceso se tiene una variación de 12% respecto al rendimiento del expediente y de la partida trazo y replanteo durante el proceso se tiene una variación del 5% frente al



expediente y de los datos procesados según la prueba de hipótesis nos resulta que el  $T_c$  es menor al  $T_t$ , por lo que aceptamos la hipótesis alterna donde indica que los rendimientos ejecutados en obra son iguales al rendimiento planteado en el expediente.



## VI. RECOMENDACIONES

- Realizar capacitaciones acerca del empleo de las cartas balance del lean Construction al personal técnico para que de esa manera puedan concluirse los proyectos en los plazos establecidos.
- Realizar el análisis empleando las cartas balance a las diferentes partidas de un proyecto de manera que pueda mejorarse la calidad de los proyectos, ya que generalmente se toma una pequeña muestra o aquellos incidentes de las partidas del proyecto.
- Verificar los rendimientos y brindarle la importancia que este requiere, de la misma forma considerar la realidad de los lugares donde se realizan los proyectos como la ubicación del proyecto, su geografía, los factores climáticos al momento de elaborar el presupuesto y el cronograma de las obras.
- Considerar todos aquellos factores que puedan afectar el rendimiento de la mano de obra como pueden ser: la edad, el grado de instrucción, su experiencia, especialidad y mano de obra adecuada para cada una de las partidas.



## VII. REFERENCIAS

- Adebayo, O., Oyedolapo, O., & Steven, J. (2019). Capítulo 12 - Principios Lean en la Construcción. *Tecnologías de Construcción Sostenible*, 317-348.
- Aliaga, J. (2019). *Análisis del rendimiento de mano de obra en el proyecto de sistema de captación de agua potable en el anexo de Cruz de Mayo del distrito de Andamarca, Provincia De Concepción – Región Junín*. Universidad Peruana del Centro. Huancayo: UPeCen. Obtenido de <https://bit.ly/37HbiGf>
- Arboleda, S. (2014). *Análisis de análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación*. Obtenido de <http://www.bdigital.unal.edu.co/45932/1/71792750.2014.pdf>.
- Arias, F. (2012). *El Proyecto de Investigación* (Vol. 6). Editorial Episteme. Obtenido de <https://bit.ly/3NqTT3p>
- Brioso, X. (2015). *El analisis de la construcción sin perdidas (lean construction) y su relación con el proyect & construction management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación*. Universidad Técnica de Madrid. Madrid: UPM. Obtenido de <https://bit.ly/3vXLAqP>
- Cano, S. (2021). *Modelo sistémico de evolución de Lean Construction SLC-Emodel* (1 ed.). Cali, Colombia: Universidad del Valle.
- Carrera, J., & Paredes, W. (2021). *“Propuesta de aplicación del Lean Construction para mejorar la planificación y el control en la ejecución de la partida ubs de las obras de saneamiento rural en la empresa A Ripesa Perú E. I. R. L. - 2020”*. Universidad Privada Del Norte. Lima - Perú: UPN.
- Castillo, C., & Flores, M. (2016). *optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares (Caso: “Cerezos De Surco”) Santiago De Surco-Lima*. USMP.
- Castillo, J. (2017). *Proyecto de saneamiento en el caserío San Cristobal, distrito de San Miguel del Faique, provincia de Huancabamba Piura*. Universidad de Piura. Piura: Pirhua. Obtenido de <https://bit.ly/3taQaAk>
- Cayetano , D., & Zuñiga, J. (2016). *terminación del rendimiento de mano de obra en pavimentos rígidos de la ciudad de Huancavelica, aplicando el modelo de regresión múltiple con variables ficticias*. Huancavelica - Lircay: UNH.



- Construcción y Vivienda. (2020). *Obras de saneamiento Urbano*.
- Crespo, W., & Ávila, J. (2015). *Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction*. Universidad Central Del Ecuador. Quito- Ecuador: UCE. Obtenido de <https://bit.ly/3HVk1kp>
- Dipra. (2021). Guía de instalación para tubos de hierro dúctil.
- EATHISA, P. (2009). Tubería de Hierro Ductil ISO 2531:2009. Colombia.
- Gámez, W. (2015). *TEXTO BASICO AUTOFORMATIVO DE TOPOGRAFIA GENERAL* (Vol. 1). Managua, Nicaragua: Universidad Nacional Agraria.
- Guzman, A., & . (2014). *"Aplicacion de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos"*. Pontifice Universidad Católica del Perú. Lima: PUCP.
- Hernandez, E. (2012). *¿Que significa la filosofía Lean?* Innovación y Negocios de la cámara .
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *"Metodología de la investigación"* (Sexta ed.). México: McGRAW-HILL, INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V.
- Hinostroza, P. (2021). *Evaluación de errores maximos permisibles entre levantamiento topografico empleando dron y sistema de posicionamiento global diferencial*. Universidad Peruana Los Andes. Huancayo – Perú: UPLA.
- Lázaro, H., & Valenzuela, N. (2019). *Índices de productividad de la mano de obra con la aplicación de la carta balance en ocho obras viales de Lima Metropolitana 2019*. Universidad San Martín de Porres. Lima – Perú: USMP.
- Lozada, J. (Diciembre de 2014). Investigación Aplicada: Definición, Propiedad Intelectual e Industria. *CIENCIAMÉRICA*, 3, 34-39.
- Mamani, T. (2021). *Aplicación de herramientas Lean Construction para el mejoramiento de productividad en proyectos de saneamiento básico rural ejecutadas por la empresa SICMA S.A.C. en la región de Puno durante los periodos 2017 - 2019*. Universidad Peruana Unión. Juliaca: UPeU.
- Melendez, C., & Vega, J. (2021). *Aplicación de cartas balance en partidas incidentes para mejorar rendimientos en proyectos viales de la región de Tacna 2021*. Universidad Privada de Tacna. Tacna - Perú: UPT.
- Ministerio de Vivienda y Saneamiento. (2011). *Metrados para obras de edificación y habilitaciones urbanas*. Lima.



- Moscairo, J., & Valdivia, R. (2019). *Mejoramiento de la productividad en proyectos de saneamiento básico rural; caso de estudio: construcción de casetas sanitarias ejecutados por la empresa Sicma S.A.C. en la region de Puno durante los periodos 2016 – 2017*. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas . Lima: UPC.
- Mostafa , S., & Khaled, E. (2011). Hacia la mejora de la productividad laboral de la construcción y el desempeño de los proyectos. *Revista de ingeniería de Alejandría*, 50(4), 321-330.
- Naula, A. (2013). *Levantamiento topográfico y catastral del barrio "Nuestra Señora del Quinche" Ubicado en la Parroquia - El Quinche, Cantón – Quito, Provincia - Pichincha*. Universidad Central Del Ecuador. Quito – Ecuador: UCE.
- Orihuela, P. (Abril de 2011). Lean Construction en el Perú.
- Padilla, A. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR*. Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica.
- Panta, L. (2013). *Mejora de la productividad en el mantenimiento rutinario de una carretera aplicando filosofía Lean Construction*. Piura: UDEP.
- Parra, T., & Luna, J. (2019). *Diseño de metodología Lean Construction bajo lineamientos gerenciales para la optimización de recursos en la empresa Ardisek*. Universidad Católica De Colombia. Bogotá: UCatólica.
- Pérez, G., Del Toro, H., & López , A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *RITI Journal*, 7(14), 110-121.
- Polanco, M., & Remolina, A. (2014). *Estudio de rendimientos para las actividades estructura y mampostería para un proyecto de construcción en el campus de la UPB*. Universidad de los Andes.
- Rincón, M., Vargas, W., & González, C. (2018). *Topografía Conceptos Y Aplicaciones*. Colombia: ECOE.
- Rodriguez, G. (2015). Levantamiento Topográfico.
- Romero, J., & Quinche, K. (2021). *Manual de topografía aplicada a la primera etapa de un proyecto de urbanizacion*. Universidad Distrital Francisco José de Caldas. Bogota D.C.: UDistrital.
- Saldias, R. (2010). *Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM*. Universidad De Chile. SANTIAGO DE CHILE: UChile.





- Shehata, M. (2017). Impactos en la productividad: la influencia del trabajo. *ScienceDirect*, 7, 473-481.
- Soekiman, A., Pribadi, K., Soemardi, B., & Wirahadikusumah, R. (2011). Factores relacionados con la productividad laboral que afectan el desempeño del cronograma del proyecto en Indonesia. *ScienceDirect*, 14, 865-873.
- Tamayo, M. (2018). *"El proceso de la investigación científica"* (4ta ed.). México: Editorial limusa.
- Tantavilca, L. (2020). *control de la productividad en una obra de saneamiento mediante la implementación del Last Planner en Pichari, Cuzco-Perú 2019*. Universidad Nacional Del Centro Del Peru. Huancayo, Perú: UNCP.
- Tiburcio, P., & Nolasco, J. (2019). *Mejora de la productividad en las partidas de colocación de acero y encofrado de reservorio e instalación de tuberías aplicando la carta balance en Ñaña y anexos, distrito de Lurigancho - Chosica. 2019*. Universidad Privada Del Norte . Lima - Perú: UPN.
- Vasquez, J. (2018). *Evaluación de la composición del tiempo de trabajo y propuesta de mejora según la teoría lean construcción en una obra vial de pistas y veredas, Huánuco, 2018*. Universidad de Huánuco, Huánuco. Obtenido de <http://repositorio.udh.edu.pe/123456789/1379>



## ANEXOS

### Anexo A. Encuestas

**Diagnóstico de la situacional de la aplicación de la carta balance en la industria de la construcción**

Encargado: Eddy Navarro Rivera

Actividad: Construcciones provisionales

Fecha: 10/07/2022 Hora: .....

- ¿Conoce usted la filosofía del Lean construction?  
a) Sí  
 No
- ¿Conoce usted las herramientas que emplea la filosofía Lean construction?  
a) Sí  
 No
- ¿Cuál de las siguientes herramientas de Lean construction conoce usted?  
a) Análisis de confiabilidad  
b) Análisis de restricciones  
c) Carta balance  
 Lookahead  
e) Plan semanal  
f) Ninguna
- ¿Ha aplicado alguna vez alguna herramienta de Lean construction en Obra?  
a) Sí  
 No
- ¿Ha aplicado alguna vez la herramienta Carta Balance en obra?  
a) Sí  
 No
- ¿Conoce usted herramientas para monitorear las actividades de una cuadrilla?  
a) Sí  
 No
- ¿Conoce usted el término "Tiempo productivo"?  
a) Sí  
 No
- ¿Conoce usted el término "Tiempo contributivo"?  
a) Sí  
 No
- ¿Conoce usted el término "Tiempo no contributivo"?  
a) Sí  
 No
- Para usted, ¿Qué es una cuadrilla?  
a) Persona o grupo de personas con diferentes especialidades, que emplean un tiempo para ejecutar alguna actividad.  
 Cantidad de obra de una partida que puede desarrollarse en un tiempo determinado, empleando mano de obra, equipos y materiales que estén descritos en el análisis de la partida.  
c) Es el esfuerzo físico y mental que emplea un técnico para fabricar, mantener o reparar un bien, en particular una máquina.  
d) No sé qué es una cuadrilla.
- Elegir correctamente al personal obrero de una cuadrilla ¿Optimiza el avance de la obra?  
 Sí  
b) No

**Encuesta Realizada**

Preguntas formuladas	Si	No	Ninguna	Carta balance	Plan semanal	Lookahead	Cantidad de obra de una partida que puede desarrollarse en un tiempo determinado, empleando mano de obra, equipos y materiales que estén descritos en el análisis de la partida	Es el esfuerzo físico y mental que emplea un técnico para fabricar, mantener o reparar un bien, en particular una máquina.	No sé qué es una cuadrilla.	Persona o grupo de personas con diferentes especialidades, que emplean un tiempo para ejecutar alguna actividad.	Total
1.- ¿Conoce usted la filosofía del Lean construction?	5	11									16
2.- ¿Conoce usted las herramientas que emplea la filosofía Lean construction?	5	11									16
3.- ¿Cuál de las siguientes herramientas de Lean construction conoce usted?			9	1	3	3					16
4.- ¿Ha aplicado alguna vez alguna herramienta de Lean construction en Obra?	0	16									16
5.- ¿Ha aplicado alguna vez la herramienta Carta Balance en obra?	0	16									16
6.- ¿Conoce usted herramientas para monitorear las actividades de una cuadrilla?	5	11									16
7.- ¿Conoce usted el término "Tiempo productivo"?	8	8									16
8.- ¿Conoce usted el término "Tiempo contributivo"?	7	9									16
9.- ¿Conoce usted el término "Tiempo no contributivo"?	7	9									16
10.- Para usted, ¿Qué es una cuadrilla?							4	1	3	8	16
11.- Elegir correctamente al personal obrero de una cuadrilla ¿Optimiza el avance de la obra?	10	6									16



Anexo B. Formato de Carta Balance

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO: <u>CONSTRUCCION Y CONTR. DE OBRAS</u>				ACTIVIDAD: <u>Trazo y replanteo</u>		
MUESTREADOR: <u>Maria D. Páez Condori</u>				FECHA: <u>29/11/2022</u>		H. FINAL: <u>11:00 AM</u>
N° DE FORMATO: <u>44</u>				H. INICIO: <u>10:00 AM</u>		
MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE						
	I	II	III	IV	V	OBS.
1	IE	PP				
2	IE	PP				
3	IE	PP				
4	IE	PP				
5	V	PP				
6	V	PP				
7	V	PP				
8	V	E				
9	V	E				
10	V	E				
11	N	N				
12	N	N				
13	N	N				
14	N	N				
15	N	N				
16	N	N				
17	E	NF				
18	E	NF				
19	E	NF				
20	E	NF				
21	E	NF				
22	N	N				
23	N	N				
24	N	N				
25	N	N				
26	N	N				
27	N	N				
28	N	N				
29	N	N				
30	N	N				
31	N	N				
32	N	N				
33	N	N				
34	N	N				
35	N	N				
36	N	N				
37	N	N				
38	N	N				
39	RD	D				
40	RD	D				
41	RD	D				
42	RD	D				
43	RD	D				
44	RD	PE				
45	RD	PE				
46	RD	PE				
47	RD	PE				
48	RD	PE				
49	V	V				
50	V	V				
51	V	V				
52	V	V				
53	TY	TY				
54	TY	TY				
55	TY	TY				
56	TY	TY				
57	TY	TY				
58	TY	TY				
59	TY	TY				
60	TY	TY				

TIPO DE RECURSO		NOMBRE
I	Obrero	Bruno Muñoz C.
II	Feo	Valeria Cheque Ch.
III		
IV		
V		

CLASIFICACIÓN DE TRABAJO		
ACTIVIDAD	CÓDIGO	TRABAJOS
Trazo con Yeso	TY	TP
Nivelación	N	
Plantado de estacas	PE	
Registro de datos de levantamiento	RD	
Pintado de puntos de control	PP	
Señalización/seguridad	S	TC
Verificación	V	
Instalación de Equipo	IE	
Descanso	D	TNC
Necesidad Fisiológica	NF	
España	E	



Cantidad de Cartas Balance Realizadas						
Codificación	Trabajo	Descripción	Trazo y replanteo	Trazo y replanteo línea de impulsión	Trazo y replanteo durante el proceso	Trazo y replanteo durante el proceso
			3 mediciones de Cartas Balance	11 mediciones de Cartas Balance	12 mediciones de Cartas Balance	2 mediciones de Cartas Balance
TY	TP	Trazo con yeso	63	112	134	30
N		Nivelación	146	448	496	88
P		Plantillado	0	332	356	28
PE		Plantado de estacas de madera	24	0	0	5
PP		Registro de datos de levantamiento	13	59	67	12
RD		Pintado de Puntos de control	22	50	35	24
S	TC	Señalización/seguridad	10	27	27	16
V		Verificación	44	48	63	19
CE		Cambio de estación	0	56	52	0
IE		Instalación de Equipo	8	5	35	8
D	TNC	Descanso	5	46	44	1
NF		Necesidades fisiológicas	11	31	18	0
E		Espera	14	106	113	9
TOTAL			360	1320	1440	240
			3360			

## Anexo C. Panel Fotográfico



*Fotografía 1. Ubicación de puntos de buzones y puntos de control*



*Fotografía 2. Trazo para la tubería de conducción*



*Fotografía 3. Excavación para colocar las tuberías*



*Fotografía 4. Compactación del terreno para ubicar las tuberías*



*Fotografía 5. Tuberías para la instalación*





## Anexo D. Análisis de costos unitarios de partidas topográficas

Partida	01.01.06.01	TRAZO Y REPLANTEO					
Rendimiento	M2/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : M2			0.92
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	HH	1.0000	0.0160	22.95	0.37	
0147010004	PEON	HH	1.0000	0.0160	16.39	0.26	
	<b>Materiales</b>						
0230020001	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0009	8.47	0.01	
0243510062	ESTACA DE MADERA	und		0.0100	3.56	0.04	
0254110090	PINTURA ESMALTE	gln		0.0010	50.85	0.05	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.63	0.02	
0349880021	ESTACION TOTAL (EQUIPO COMPLETO)	HM	0.5000	0.0080	21.19	0.17	
	<b>0.19</b>						

Partida	01.01.06.02	TRAZO Y REPLANTEO LINEA DE IMPULSION					
Rendimiento	m/DIA	MO. 500.0000	EQ. 500.0000	Costo unitario directo por : m			0.88
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	HH	1.0000	0.0160	22.95	0.37	
0147010004	PEON	HH	1.0000	0.0160	16.39	0.26	
	<b>Materiales</b>						
0230020001	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0010	8.47	0.01	
0254110090	PINTURA ESMALTE	gln		0.0010	50.85	0.05	
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.63	0.02	
0349880021	ESTACION TOTAL (EQUIPO COMPLETO)	HM	0.5000	0.0080	21.19	0.17	
	<b>0.06</b>						

Partida	01.01.06.03	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO					
Rendimiento	m/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	HH	1.0000	0.0178	22.95		
0147010004	PEON	HH	1.0000	0.0178	16.39		
	<b>Materiales</b>						
0230020001	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0010	8.47		
0254110090	PINTURA ESMALTE	gln		0.0010	50.85		
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.70		
0349880021	ESTACION TOTAL (EQUIPO COMPLETO)	HM	0.5000	0.0089	21.19		

Partida	01.01.06.04	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 450.0000	EQ. 450.0000	Costo unitario directo por : m2			
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010002	OPERARIO	HH	1.0000	0.0178	22.95		
0147010004	PEON	HH	1.0000	0.0178	16.39		
	<b>Materiales</b>						
0230020001	YESO DE 28 Kg	BOL		0.0009	8.47		
0243510062	ESTACA DE MADERA	und		0.0100	3.56		
0254110090	PINTURA ESMALTE	gln		0.0010	50.85		
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	0.70		
0349880021	ESTACION TOTAL (EQUIPO COMPLETO)	HM	0.5000	0.0089	21.19		