

**UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**Tesis**

**Análisis de rendimiento de mano de obra y productividad en proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanquite-2024**

Asesor:

Mg. Ing. Flores Condori, Jessica

Autor:

Huamán Saire, Grimaniel José

Para optar el Título Profesional:

Ingeniero Civil

Cusco – Cusco - Perú

2025



UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LOS ANDES  
FACULTAD DE INGENIERIA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

Acta N°: 009

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Cusco, a los 10 días del mes de Diciembre del 2025, siendo las 9:00 am horas, se reunieron los integrantes del Jurado designado por Resolución Sub Directoral N° 533-2025-UTEA-FC-FI-EPIC de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería:

Presidente :	Mg. Laimé Calvo Edixon
Dictaminante:	MBA. Salluca Rodríguez Marlon Javier
Replicante :	Mg. Canal Apaza Jaime

Para evaluar la sustentación, en la modalidad de:

Tesis  Trabajo de suficiencia profesional

Titulada:

Análisis de rendimiento de mano de obra y productividad en proyecto de riego de zona altoandina de Llaspay, distrito de Huanquite - 2024

Desarrollado por el (los) Bachiller (es):

Br.: Huamán Saire Grismaniel José

(Apellidos y Nombres)

Para optar el Título Profesional de:

Ingeniero Civil

(Denominación del Título)

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

Por: Unanimidad

(Unanimidad o Mayoría) (\*)

Emitiéndose el calificativo final de:

Bachiller (Apellidos y Nombres)	Calificación (**)
Br. Huaman Saire Grismaniel José	Aprobado Notable

Siendo las 10:30 a.m horas concluyó la sesión, firmando los integrantes del Jurado.

Presidente: Mg. Laimé Calvo Edixon

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

Dictaminante: MBA. Salluca Rodríguez Marlon Javier

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

Replicante: Mg. Canal Apaza Jaime

(Dr. Mg.). (Apellidos y Nombres)

(Firma)

(\*) Mayoría: Dos integrantes del jurado aprueban o desaprueban; Unanimidad: Todos los integrantes del jurado aprueban o desaprueban, Art. 18 RGGAT.  
(\*\*): 0 a 10: Desaprobado, 11 a 15: Aprobado, 16 a 18: Aprobado Notable, 19 y 20: Aprobado con Distinción, Art. 18 RGGAT.




## 4% Similitud general

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

### Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 15 palabras)

### Fuentes principales

- 4%  Fuentes de Internet
- 0%  Publicaciones
- 3%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

### Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

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

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

## Metadatos

<b>Datos del Autor</b>	
Apellidos y Nombres	: Huamán Saire ,Grimaniel José
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Numero de Documento de Identidad	: 73875153
URL ORCID	: <a href="https://orcid.org/0009-0002-8961-7674">https://orcid.org/0009-0002-8961-7674</a>
<b>Datos del Asesor</b>	
Apellidos y Nombres	: Mg. Ing. Flores Condori, Jessica
Tipo de Documento de Identidad	: DNI
Numero de Documento de Identidad	: 45216690
URL ORCID	: <a href="https://orcid.org/0000-0002-6206-5331">https://orcid.org/0000-0002-6206-5331</a>
<b>Datos de la Investigación</b>	
Facultad	: Ingeniería
Escuela Profesional	: Ingeniería Civil
Línea de Investigación	: Gestión de la Infraestructura para el Desarrollo Sostenible
Rango de años en que se realizó la investigación	: Agosto-setiembre del 2024
Fuente de financiamiento	: Autofinanciado
Porcentaje de similitud	: 4%
URL de OCDE	: <a href="https://purl.org/pe-repo/ocde/ford# 2.01.01">https://purl.org/pe-repo/ocde/ford# 2.01.01</a>

## **Agradecimiento**

Agradecimiento a la Facultad de Ingeniería Civil y a la Universidad Tecnológica de los Andes (UTEA) por darme la educación académica.

A mi asesora de tesis, la Magíster Ingeniera Jessica Flores Condori, por su orientación y apoyo constante y riguroso, los cuales fueron esenciales para terminar esta investigación.

A los profesores y dictaminantes evaluadores, debido a sus contribuciones críticas y propuestas que mejoraron la calidad metodológica y conceptual del estudio.

A mi familia, por su respaldo sin condiciones y su constante ánimo, que fueron un soporte fundamental para finalizar esta etapa.

## Resumen

La investigación titulada “Análisis de rendimiento de mano de obra y productividad en proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanoquite-2024” tuvo como objetivo analizar la influencia del rendimiento real de la mano de obra sobre la productividad en un proyecto de riego altoandino. La investigación se llevó a cabo en la comunidad de Llaspay entre agosto y septiembre de 2024, con una muestra de 82 trabajadores. Se trató de un estudio no experimental, transversal y descriptivo correlacional centrado en lo cuantitativo.

Se analizó las partidas de trazo, nivelación y replanteo; movimiento de tierras; la colocación de tuberías, el encofrado y el concreto en muros de reservorios con  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en los mismos muros, registrando los tiempos no productivos, contributivos y productivos. Los hallazgos indican que los rendimientos hallados en campo son inferiores en comparación con los referenciales, así como un aumento del 40.54% en los costos y del 18% en los plazos. Se encontró una correlación débil entre la productividad y el rendimiento, lo que confirma la necesidad de validar empíricamente los rendimientos antes de crear presupuestos y cronogramas en proyectos de riego altoandinos.

**Palabras claves:** Productividad, rendimiento de mano de obra, obras de riego, zona altoandina.

## **Abstract**

The research entitled “Analysis of labor performance and productivity in the irrigation project in the high Andean area of Llaspay, Huanquite district–2024” aimed to analyze the influence of actual labor performance on productivity in a high Andean irrigation project. The study was conducted in the community of Llaspay between August and September 2024, with a sample of 82 workers. It was a quantitative, non-experimental, cross-sectional, and descriptive-correlational study.

The analysis focused on tasks such as layout, leveling and staking; earthworks; pipe installation; formwork; and placement of concrete  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup>, recording productive, contributive, and non-productive times. The findings indicate that actual field performance was lower compared to referential values, resulting in a 40.54% increase in costs and an 18% extension in execution time. A weak correlation between productivity and performance was identified, confirming the need to empirically validate local performance rates before preparing budgets and schedules in high Andean irrigation projects.

**Keywords:** Productivity, labor performance, irrigation works, high andean zone.

## Índice

Portada .....	i
Acta de sustentación.....	ii
Reporte de similitud.....	iii
Metadatos.....	iv
Agradecimiento.....	v
Resumen.....	vi
Abstract.....	vii
Índice .....	viii
Índice de tablas.....	x
Índice de figuras.....	xiii
Índice de anexos.....	xv
<b>I. Introducción.....</b>	<b>16</b>
<b>II. Planteamiento del problema.....</b>	<b>19</b>
2.1 Descripción y formulación del problema.....	19
2.2 Objetivos.....	21
2.2.1 Objetivo General.....	21
2.2.2 Objetivos Específicos.....	21
2.3 Justificación e importancia .....	22
2.4 Hipótesis.....	23
2.5 Variables.....	25
<b>III. Marco teórico.....</b>	<b>27</b>

3.1	Antecedentes del problema .....	27
3.2	Bases teóricas .....	32
3.3	Definición de términos .....	39
<b>IV.</b>	<b>Metodología .....</b>	<b>41</b>
4.1	Tipo, nivel y diseño de investigación.....	41
4.2	Ámbito temporal y espacial .....	42
4.3	Población y muestra .....	42
4.4	Técnicas e Instrumentos.....	45
4.5	Procedimientos .....	45
4.6	Análisis de datos.....	47
4.7	Consideraciones éticas.....	48
<b>V.</b>	<b>Resultados y discusión.....</b>	<b>49</b>
<b>VI.</b>	<b>Conclusiones.....</b>	<b>129</b>
<b>VII.</b>	<b>Recomendaciones.....</b>	<b>131</b>
<b>VIII.</b>	<b>Referencias.....</b>	<b>132</b>
<b>IX.</b>	<b>Anexos .....</b>	<b>135</b>

## Índice de tablas

<b>Tabla 1.</b> Matriz de operacionalizacion .....	25
<b>Tabla 2.</b> Cantidad de personal observado por partidas.....	44
<b>Tabla 3.</b> Técnicas e instrumentos de recolección datos.....	45
<b>Tabla 4.</b> Resumen de rendimientos en la partida de trazo, niveles y replanteo.....	50
<b>Tabla 5.</b> Resumen de rendimientos en la partida de excavación de zanjas para tubería .....	51
<b>Tabla 6.</b> Resumen de rendimientos en la partida de excavación de zanjas en roca suelta .....	53
<b>Tabla 7.</b> Resumen de rendimientos en la partida de cama de apoyo para tubería PVC-SAP .....	54
<b>Tabla 8.</b> Resumen de rendimientos en la partida de relleno y compactado con material propio en zanjas .....	56
<b>Tabla 9.</b> Resumen de rendimientos en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2" .....	58
<b>Tabla 10.</b> Resumen de rendimientos en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2" .....	60
<b>Tabla 11.</b> Resumen de rendimientos de la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3" .....	62
<b>Tabla 12.</b> Resumen de rendimientos de la partida encofrado y desencofrado normal .....	64
<b>Tabla 13.</b> Resumen de rendimientos en la partida concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en muros de reservorios.....	66
<b>Tabla 14.</b> Análisis de Horas hombre/ unidad de medida .....	69
<b>Tabla 15.</b> Resumen de comparación de rendimientos en Horas hombre/Unidad de medida .....	70
<b>Tabla 16.</b> Resumen de T.P, T.C, T.N.P en la partida de trazo, nivelación y replanteo de zanjas .....	74

<b>Tabla 17.</b> Resumen de T.P, T.C, T.N.P en la partida de excavación de zanjas para tubería .....	76
<b>Tabla 18.</b> Resumen de T.P, T.C, T.N.P en la partida de excavación de zanja en roca suelta .....	78
<b>Tabla 19.</b> Resumen de T.P, T.C ,T.N.P para la partida cama de apoyo para tubería PVC-SAP .....	80
<b>Tabla 20.</b> Resumen de T.P ,T.C ,T.N.P en la partida de relleno y compactado con material propio .....	82
<b>Tabla 21.</b> Resumen de T.P ,T.C ,T.N.P en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2" .....	84
<b>Tabla 22.</b> Resumen de T.P ,T.C ,T.N.P en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2" .....	86
<b>Tabla 23.</b> Resumen de T.P, T.C, T.N.P en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3" .....	88
<b>Tabla 24.</b> Resumen de T.P ,T.C ,T.N.P para la partida de encofrado de muros en reservorios.....	90
<b>Tabla 25.</b> Resumen de T.P ,T.C ,T.N.P en la partida de concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> .....	93
<b>Tabla 26.</b> Comparación de productividades.....	97
<b>Tabla 27.</b> Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado en la partida de trazo, nivelación y replanteo en zanjas .....	100
<b>Tabla 28.</b> Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de excavación de zanja para tubería.....	101
<b>Tabla 29.</b> Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de excavación de zanjas en roca suelta.....	102
<b>Tabla 30.</b> Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de cama de apoyo para tubería .....	103
<b>Tabla 31.</b> Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de relleno y compactado con material propio en zanjas .....	104

<b>Tabla 32.</b> Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de instalación PVC-SAP C-10 D=1 1/2” .....	105
<b>Tabla 33.</b> Comparación de precios entre A.P.U y A.C.U para la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2” .....	106
<b>Tabla 34.</b> Comparación de precios entre de A.P.U y A.C.U para la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3” .....	107
<b>Tabla 35.</b> Comparación de precios entre A.P.U y A.C.U para la partida de encofrado y desencofrado normal en muros laterales de reservorio.....	108
<b>Tabla 36.</b> Comparación de precios entre de A.P.U y A.C.U para la partida de concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en muros de reservorios .....	110
<b>Tabla 37.</b> Presupuesto original de obra de las partidas analizadas .....	111
<b>Tabla 38.</b> Presupuesto modificado de obra con precios unitarios hallados en campo....	112
<b>Tabla 39.</b> Cantidad de días requeridos según rendimiento original de expediente técnico .....	115
<b>Tabla 40.</b> Cantidad de días requeridos con rendimiento hallado en campo .....	116
<b>Tabla 41.</b> Prueba de normalidad de kolmogorov de las varibales y dimesiones .....	121
<b>Tabla 42.</b> Prueba de correlación de rho spearman entre Productividad y el Rendimiento de mano de obra .....	124
<b>Tabla 43.</b> Prueba de hipótesis para el objetivo específico 1 .....	125
<b>Tabla 44.</b> Prueba de hipótesis para el objetivo específico 2 .....	126
<b>Tabla 45.</b> Prueba de hipótesis para el objetivo específico 3-presupuesto.....	127
<b>Tabla 46.</b> Prueba de hipótesis para el objetivo específico 3-tiempos de ejecución .....	128

## Índice de figuras

<b>Figura 1.</b> Comparación de rendimientos en la partida de excavación de zanjas entre cuadrillas por sectores.....	52
<b>Figura 2.</b> Comparación de rendimientos en la partida de cama de apoyo entre cuadrillas por sectores.....	55
<b>Figura 3.</b> Comparación de rendimientos en la partida de instalación tub.PVC-SAP C-10 D= 1 ½” entre cuadrillas por sectores .....	59
<b>Figura 4.</b> Comparación de rendimientos en la partida de instalación tub. PVC-SAP C-7.5 D= 2” entre cuadrillas por sectores .....	61
<b>Figura 5.</b> Comparación de rendimientos en la partida de instalación tub. PVC-SAP C-7.5 D= 3” entre cuadrillas por sectores .....	63
<b>Figura 6.</b> Comparación de rendimientos en la partida de encofrado y desencofrado de muros de reservorio entre cuadrillas por sectores.....	65
<b>Figura 7.</b> Comparación de rendimientos en la partida de concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> de muros de reservorio entre cuadrillas por sectores .....	68
<b>Figura 8.</b> Comparación de rendimientos en Horas hombres /unidad de medida.....	72
<b>Figura 9.</b> Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de trazo, nivelación y replanteo en zanjas .....	75
<b>Figura 10.</b> Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de excavación de zanjas.....	77
<b>Figura 11.</b> Porcentajes de (T.P, T.C, T.N.P) y sus actividades en la partida de excavación de zanjas en roca suelta .....	79
<b>Figura 12.</b> Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de cama de apoyo para tubería pvc-sap.....	81
<b>Figura 13.</b> Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de relleno y compactado con material propio.....	83

<b>Figura 14.</b> Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D= 1 ½" .....	85
<b>Figura 15.</b> Grafica de tiempos generales (T.P, T.C, T.N.P) partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2".....	87
<b>Figura 16.</b> Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3".....	89
<b>Figura 17.</b> Grafica de tiempos por cuadrillas (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio.....	91
<b>Figura 18.</b> Grafica de tiempos por cuadrillas (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de concreto $f_c=210$ kg/cm <sup>2</sup> en muros de reservorios .....	94
<b>Figura 19.</b> Distribución grafica de tiempos productivos, tiempos contributivos y tiempos no productivos generales.....	95
<b>Figura 20.</b> Graficas de comparación de productividades.....	98
<b>Figura 21.</b> Distribución grafica de comparación de costos de ejecución de las partidas 114	
<b>Figura 22.</b> Distribución grafica de comparación de tiempos de ejecución de las partidas .....	117
<b>Figura 23.</b> Histograma y la línea de normalidad de las variables.....	121
<b>Figura 24.</b> Histogramas y la línea de normalidad de las dimensiones .....	122

## Índice de anexos

<b>Anexo 1.</b> Ficha de instrumentos validada por expertos .....	136
<b>Anexo 2.</b> Matriz de operacionalizacion de variables .....	140
<b>Anexo 3.</b> Fichas de recoleccion de datos .....	141
<b>Anexo 4.</b> Panel fotografico .....	171

## I. Introducción

La presente investigación que lleva por título: "Análisis de rendimiento de mano de obra y productividad en proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanquite-2024" consiste en un análisis que se enfoca solo en la mano de obra y su rendimiento en campo, los cuales participan en la obra de tipo riego que se encontró ejecutando en la zona altoandina de la comunidad de Llaspay.

En obras de tipo riego, como las que se están ejecutando en el distrito de Huanquite, se carece de un registro sobre los rendimientos reales de la mano de obra local, ocasionando problemas como bajas productividades; así mismo en cuanto al apartado de ejecución de obra, se afecta la planificación de tiempos y control de costos, los cuales se evidencian en cronogramas de ejecución planteados no cumplidos, exista sobre costos en la ejecución de las partidas y por ende se afecte la calidad y sostenibilidad de las obras.

Por ende, ante esta problemática, esta investigación plantea la pregunta general de: ¿En qué medida el rendimiento real de mano de obra influye sobre la productividad en el proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanquite-2024? Así mismo se tiene las preguntas específicas orientadas a determinar sobre los rendimientos reales de la mano de obra local, los tiempos productivos, contributivos, no productivos y sobre la afectación en costo y tiempo de ejecución sobre las partidas de mayor metrado y disposición en el proyecto en estudio.

El objetivo principal es analizar la influencia del rendimiento real de la mano de obra sobre la productividad, también se busca conocer cuál es el rendimiento real en campo de

los trabajadores y realizar la comparativa con los estándares guías como lo son CAPECO y el expediente técnico. Así mismo demostrar la influencia del rendimiento real sobre los costos y tiempos de ejecución de las partidas seleccionadas con los datos obtenidos en campo y comparar con lo indicado en el expediente técnico.

La metodología utilizada es de tipo cuantitativa con nivel descriptivo correlacional para ver cómo influye la variable rendimiento sobre la productividad, es de diseño no experimental y de corte transversal. Bajo este criterio se utilizó técnicas de medición de productividad como lo es el estudio de tiempos para los rendimientos, muestreo de trabajo para determinar tiempos, los cuales son determinados mediante el uso de fichas de recolección de datos y análisis estadístico. Las partidas seleccionadas que son analizadas obedecen al criterio de que afectan la ruta crítica, poseen mayor cantidad de metrado y estuvieron disponibles al momento de la realización de la presente investigación y son:

- Trazo, nivelación y replanteo en zanjas
- Movimiento de tierras: excavación de zanjas para tubería, excavación de zanjas en roca suelta, cama de apoyo para tubería, relleno y compactado con material propio en zanjas.
- Instalación de tuberías: tubería PVC-SAP D= 1 1/2", tubería PVC-SAP D=2", tubería PVC-SAP D=3"
- Encofrado y desencofrado normal en muros laterales de reservorios.
- Concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> para muros de reservorios

Esta investigación se ha distribuido por capítulos, en donde se explica cada componente y la relación que guardan entre los mismos, distribuyéndose de la siguiente manera: Como primer capítulo se tiene la introducción, en donde se explica el contenido de la tesis, después como segundo capítulo se tiene al planteamiento del problema que genera la investigación correspondiente, identificada mediante preguntas a nivel general y específico.

Se prosigue con la justificación del porque la importancia de la investigación y seguidamente se plantean las hipótesis de manera general y específica, bajo dicha estructura, se procede a exponer las variables que intervendrán en la investigación. Como tercer capítulo se encuentra el marco teórico, en el cual se desglosa en antecedentes tanto internacionales, nacionales y regionales; en los cuales se encuentran investigaciones relacionadas con el tema de investigación, luego se procede con las bases teóricas en donde están los conceptos que dan forma y sustento a la investigación, se finaliza con la definición de términos.

El cuarto capítulo consiste en la metodología a ser usada, el cual está compuesta por el tipo de investigación cuantitativa, es descriptivo correlacional, el diseño no experimental. Todo ello influye en el desarrollo de la operacionalización de las variables; por ende, se ha definido como población a los trabajadores de la obra de riego de Llaspay y como muestra a los peones, oficiales y operarios que participan en la realización de las partidas seleccionadas durante el año 2024.

En el quinto capítulo se explican los resultados obtenidos, todo bajo las directrices de los objetivos planteados, luego se discuten y se comprueban las hipótesis. Finalizando, se presenta las conclusiones, recomendaciones, referencias y anexos.

## II. Planteamiento del problema

### 2.1 Descripción y formulación del problema

La productividad en proyectos de construcción civil es considerada como un factor imprescindible para el éxito y la sostenibilidad de las obras. Así mismo a nivel global y nacional, el rendimiento de la mano de obra tiene relevancia alta para completar los hitos y presupuestos propuestos. En el contexto de las obras de riego, la productividad tiene más importancia debido a la necesidad de priorizar el uso de recursos hídricos y mejorar la infraestructura agrícola.

En Sudamérica, la productividad ha sido objeto de estudio por parte de todo tipo de industrias y empresas, especialmente en esta época donde la competencia obliga a que los niveles de productividad sean cada vez más eficientes. Por otra parte, en la construcción peruana son pocos los estudios de productividad que se han realizado, porque se desconocen metodologías para efectuarlos y se piensa que por el costo relativamente bajo de la mano de obra es ilógico incurrir en gastos de este tipo, omitiendo la utilidad que tienen estos estudios en la planeación y control de una obra, ya que permiten exigir el mayor rendimiento y hacer mejor uso del recurso “tiempo” (Velandia, 2022).

Según el portal Perú Licitaciones en la región Cusco, se tiene un registro de alrededor 76 convocatorias para proyectos de inversión, dentro de ellas el 30% corresponde a proyectos de inversión pública como obras de saneamiento, obras de riego, puentes e infraestructura vial (Peru Licitaciones, 2024).

El distrito de Huanquite se ubica sobre los 3391 metros sobre el nivel del mar, lo cual lo sitúa dentro de zonas altoandinas que pertenecen a la provincia de Paruro, Cusco. En este contexto se vienen realizando obras de tipo riego, en las cuales la gran mayoría de personal que labora son de la misma zona, en donde se observa que los rendimientos planteados en el expediente técnico comparados con los rendimientos reales que se tiene en campo existen brechas significativas como son rendimientos superiores e inferiores.

Carecer de información real sobre los rendimientos de las personas locales, crea problemas como lo es sobre exigencias al personal generando hostigamiento laboral, problemas en la finalización de partidas generando retrasos e incumplimiento del cronograma de ejecución de obra, también se tiene sobre costos en la ejecución de partidas produciendo ampliaciones presupuestales innecesarias. Bajo las premisas vistas, se genera el problema general que es:

### **Formulación del problema**

#### **Problema General**

- ¿En qué medida el rendimiento real de mano de obra influye sobre la productividad en el proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanquite-2024?

#### **Problemas específicos**

- ¿Cuál es el rendimiento real de la mano de obra en las partidas de: trazo nivelación y replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorios y concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  en muros de reservorios en el proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanquite - 2024?
- ¿Qué tiempos productivos, contributivos y no productivos se registran en la ejecución de las partidas de: trazo nivelación y

replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado norma en muros de reservorios y concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en muros de reservorios y cómo inciden en el rendimiento de la mano de obra en el proyecto de riego en Llaspay, distrito Huanquite -2024?

- ¿En qué medida el presupuesto y el tiempo de ejecución establecidos en el expediente técnico difieren de los valores reales observados en campo, considerando los rendimientos reales de la mano de obra en las partidas de trazo, nivelación y replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio; y colocación de concreto  $f_c=210\text{ kg/cm}^2$  en muros de reservorios, en el proyecto de riego de Llaspay -2024?

La elaboración de esta investigación enfocada en obra de tipo riego y en zona altoandina es importante debido a la finalidad de identificar como es el rendimiento real en campo en dicha zona. Es de suma importancia mencionar que la información obtenida servirá como referencia para realizar presupuestos y expedientes técnicos de proyectos futuros a licitar en la zona, como también servirá como antecedentes y evidencias para investigaciones similares a futuro.

## **2.2 Objetivos**

### **2.2.1 Objetivo General**

- Analizar la influencia del rendimiento real de la mano de obra sobre la productividad en la ejecución del proyecto de riego en la zona altoandina de Llaspay, distrito de Huanquite, durante el año 2024.

### **2.2.2 Objetivos Específicos**

- Determinar el rendimiento real de la mano de obra en las partidas de trazo, nivelación y replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías;

encofrado y desencofrado normal en muros de reservorios; y colocación de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en muros de reservorios, ejecutadas en el proyecto de riego de Llaspay -2024.

- Caracterizar los tiempos productivos, contributivos y no productivos que inciden en el rendimiento de la mano de obra en las partidas de trazo, nivelación y replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio; y colocación de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en muros de reservorios, en el proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanquite - 2024.
- Comparar el presupuesto y el tiempo de ejecución establecidos en el expediente técnico con los valores reales observados en campo, considerando los rendimientos reales de la mano de obra en las partidas de trazo, nivelación y replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio; y colocación de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en muros de reservorios, en el proyecto de riego de Llaspay - 2024.

### **2.3 Justificación e importancia**

El rendimiento de mano de obra es parte fundamental para la productividad de cualquier proyecto de construcción que se realice. Particularmente en las obras de riego, este factor posee una relevancia especial, por lo tanto, al analizar el rendimiento de mano de obra se tiene una influencia significativa en el avance y desarrollo óptimo de proyectos.

Así mismo se utiliza las teorías existentes sobre productividad, se emplea técnicas de medición como lo es estudio de tiempos, muestreo de trabajo, se realiza comparaciones de rendimientos entre lo hallado en campo y lo indicado en expediente técnico y CAPECO. En cuanto el apartado metodológico se aplica un diseño no experimental- descriptivo el cual es adecuado para el tipo de investigación presentado, debido a la observación de los

trabajadores en campo, en donde se recolecta los datos sin manipular las variables ni influir en ellas para posteriormente generar su comparación y visualizar la relación que existe.

Seguidamente esta investigación ofrece herramientas de control y evaluación de mano de obra, que pueden servir como punto de referencia para mejorar los procesos de avance en campo y dando una base sólida en cuanto los rendimiento que pueden ser utilizados en los expediente técnicos a formularse a futuro. También se genera la aportación de conocimientos para próximas investigaciones similares dentro de la rama de gestión de la construcción pertenecientes a la Ingeniería Civil.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general**

- El rendimiento real de mano de obra influye positivamente en la productividad en el proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanquite-2024.

### **2.4.2 Hipótesis específicas**

- El rendimiento real de la mano de obra en las partidas de trazo, nivelación y replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorios; y colocación de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en muros de reservorios es inferior a los valores referenciales establecidos por CAPECO para partidas similares.
- Los porcentajes promedio de tiempo productivo, contributivo y no productivo de la mano de obra en las partidas de trazo, nivelación y replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorios; y colocación de concreto  $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$  en muros de reservorios del proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanquite-2024 se ajustan a los

umbrales típicos de la construcción: tiempo productivo  $\geq 60$  %, contributivo  $\leq 25$  % y no productivo  $\leq 15$  %.

- Las partidas de trazo, nivelación y replanteo; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorios; y colocación de concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en muros de reservorios del proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito Huanoquite-2024 presentan, al aplicar los rendimientos reales medidos, un incremento promedio del presupuesto cercano a 10 % y un aumento promedio del tiempo de ejecución cercano a 8 % respecto a los valores del expediente técnico, medidos como desviaciones porcentuales por partida.

## 2.5 Variables

**Tabla 1**

*Matriz de operacionalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición Conceptual</b>	<b>Definición Operacional</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Escala de medición</b>
<b>Independiente</b> Rendimiento de la mano de obra	Para Botero (2003) es la cantidad de trabajo hecho por una cuadrilla, generalmente expresada como um/jornada (unidad de medida por jornada diaria).	Cuantificando y comparando lo avanzado con lo indicado en expediente técnico.	Rendimiento físico	Rendimiento real por sector Chiyic, sector Lucre	Razón
<b>Dependiente</b> Productividad	Es una relación que indica la cantidad de producto obtenido y la cantidad de insumos invertidos para lograrlo (Serpell, 2002).	Se cuantifica lo realizado por las cuadrillas	Tiempos de trabajo  Tiempo de ejecución  Presupuesto	T. productivo T. contributivo T.no productivo  Duración(días)  Costo(S/.)	Razón

## 2.6 Delimitaciones de la investigación

- Espacial: La presente investigación se realizó en la zona altoandina del distrito de Huanoquite, específicamente en la comunidad de Llaspay, la cual se encuentra sobre los 3631 metros sobre el nivel del mar. La recolección de datos se dio en el proyecto de riego que se realizaba durante el año 2024 y a nivel distrital era el único proyecto en ejecución.
- Temporal: Se recolecto los datos entre los meses de agosto y setiembre del año 2024.
- Social: La observación fue enfocada en los rendimientos de la mano de obra local, exceptuando factores como edad de los trabajadores, estado anímico, estados económicos, estados de salud, personal técnico y administrativo, materiales, procesos administrativos, maquinarias.
- Conceptual: Se basa en analizar el rendimiento real de la mano de obra local y como repercute en la productividad, costos y tiempos de ejecución de las partidas que se ejecutaron durante los meses de observación.

## 2.7 Limitaciones de la investigación

- Geográfica: El estudio se limita a obras de riego en zona altoandina.
- Metodológica: Se basa en la descripción y comparación de rendimientos con umbrales referenciales como CAPECO, expediente técnico.
- Instrumental: La recolección de datos es in situ mediante observación directa, fichas de datos, metrados diarios y no se usa metodologías BIM.
- Poblacional: Se analiza únicamente a la mano de obra, es decir peones, oficiales y operarios que intervienen directamente con la ejecución de partidas.
- Ambientales y geotécnicas: La condición climática predominante durante los meses de observación fue entre soleado y nublado, y la composición del suelo en general es tierra agrícola, tierra con presencia de arcilla.

### **III. Marco teórico**

#### **3.1 Antecedentes del problema**

##### **A nivel internacional**

Criollo (2018): “Análisis del estado del arte de la productividad de la mano de obra en el sector de la construcción”, tuvo como objetivo mostrar de manera coherente y comprensible los avances en la productividad de la mano de obra en las diferentes obras civiles. Su metodología de investigación es exploratoria y descriptiva. Como resultados indica que los factores que más afectan la productividad se tiene la capacitación, organizaciones, ambientes climáticos y tecnología aplicada en campo. Concluye que no hay un consenso en cuanto los estándares de medición de la productividad y que estos varían según las regiones donde se investiga.

Hernández (2019): “Estudio de Rendimientos y Control de Costos en la Construcción de Muros de Gaviones”, el objetivo fue calcular los rendimientos de la mano de obra al construir muros de gaviones de 450 m<sup>3</sup>. La metodología de investigación es de tipo aplicado. Dentro de los resultados, expone que las cuadrillas observadas en cuanto tiempo productivo tienen un porcentaje de 60 al 80 % que son indicadores de tiempos normales. Finaliza que la media de tiempos productivos está catalogada dentro de tiempos normales, pero existe posibilidades de mejora en cuanto el nivel de altura va en aumento.

Ayala y Tito (2021): “Medición del desempeño laboral relacionado con la productividad de los trabajadores de la construcción de edificaciones de vivienda en la ciudad de Quito”, donde el objetivo es evaluar el rendimiento de la mano de obra y su eficiencia y eficacia de personal operativo en obra en el sector inmobiliario en Ecuador en

especial en la ciudad de Quito. La metodología de investigación es de enfoque mixto, de tipo de estudio básico, de nivel descriptivo y de diseño no experimental. Dando como resultados una valoración de desempeño del 83.24% del personal evaluado y entre los factores que más influyen en la productividad se tiene capacidades individuales, liderazgo, ambiente laboral, actitudes. Concluye que las constructoras de Quito no tienen un sistema de medición adecuado para el personal que labora para ellos, limitándose el desarrollo óptimo de los proyectos.

Velandia (2022): "Estudio de rendimientos y consumos de la mano de obra en actividades de cimentación en la construcción de vivienda unifamiliar en el municipio de Tame, departamento de Arauca", mencionó que el objetivo fue determinar los rendimientos de la actividad de la cimentación en una vivienda unifamiliar. La metodología de investigación es de tipo aplicado y de corte transversal dando como resultado que el rendimiento de una partida de excavación manual con material común de 0.0 a 2.0 m de profundidad es de 2.51 m<sup>3</sup>/día y un consumo de 0.399 día/m<sup>3</sup>; el rendimiento de una partida de concreto ciclópeo de 2,000 psi con una cuadrilla de 1 oficial y 4 ayudantes es de 4.29 m<sup>3</sup>/día y un consumo de 0.235 día/m<sup>3</sup>. Dentro de las conclusiones afirma que, con una cuadrilla de dos ayudantes, la partida de relleno y compactación con material seleccionado y compactado produce un rendimiento de 14.29 m<sup>3</sup>/día y un consumo de 0.070 m<sup>3</sup>/día.

Mata (2023): "Propuesta de un proceso de medición y análisis del trabajo operativo de la mano de obra en distintas actividades constructivas para la división Scala de la empresa Edica Ltda" el objetivo fue determinar las principales limitaciones y oportunidades de mejora en la medición y el procesamiento de datos de la productividad de la mano de obra para la división Scala de Edica Ltda. La metodología de investigación se enfoca en el trabajo en campo y es de tipo exploratorio-descriptivo. Como resultado da para la muestra de pintura se tiene un 9 % de trabajo productivo y un 7 % de trabajo contributivo. Dentro

de la conclusión expone que la aplicación de la mejora continua sobre la productividad de la mano de obra genera una comunicación ágil y rápida de la información necesaria.

### **A nivel nacional**

Aliaga (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”, donde el objetivo de la tesis es el 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. La metodología de investigación es de tipo descriptivo y correlacional, y los estudios incluyeron 15 partidas en la obra mencionada anteriormente. Dando como resultado que en una zona a 2500 m.s.n.m. con 0.1 capataz y 1 peón, el rendimiento del personal llegó a 2.11 m<sup>3</sup>/día para la partida de excavación manual del terreno durante 8 horas diarias, lo que es inferior al dato de referencia de CAPECO de 2.5 m<sup>3</sup>/día, en cuanto la partida de reservorio; en la partida de concreto  $F_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> con un cuadrilla de 5 peones, 2 oficiales y 2 operarios se obtuvo 9.28m<sup>3</sup>/día, mientras la partida de encofrado con un 1 oficial y 1 operario se tiene un rendimiento de 10.10 m<sup>2</sup>/día. Dentro de la conclusión afirma que al hallar rendimientos diferentes a lo indicado por CAPECO enfatiza en realizar ajustes en función a la zona de trabajo para así evitar desviaciones en tiempo y costo.

Tarrillo (2022): “Evaluación de rendimientos y productividad de la mano de obra en obras de saneamiento rural en el distrito de Chota - Cajamarca”, donde el objetivo de la tesis es la generación de una base de datos sobre productividad para la zona de estudio en obras de saneamiento rural, se aplicó un enfoque cuantitativo basado en la observación directa, en donde se compararon rendimientos hallados en campo con lo expresado en el expediente técnico del proyecto y lo indicado por CAPECO, llegando a la conclusión de que se tiene un 49.46% que representa el tiempo productivo general de la obra, así mismo se obtuvo un 31.82% de tiempo contributivo y un 18.72% de tiempo no contributivo, por ende en cuanto rendimientos en campo se halló que para la partida de excavación de

zanjas se tiene 2.55 Hh/um, para la partida de cama de apoyo para tubería se halló 0.32hh/um. Concluye que es de suma importancia realizar el ajuste de rendimiento de mano de obra en los expedientes para así reflejar datos más próximos a lo que se hallara en campo evitando pérdidas de dinero y tiempo.

Castillo (2021): "Productividad y rendimiento de mano de obra en el proyecto de mejoramiento de la I.E. César A. Vallejo, de la ciudad de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad", es una investigación tipo aplicada, de enfoque cuantitativo, en donde el objetivo se centró en la determinación de los rendimientos reales en campo para luego ser comparado con los estándares indicados en expediente técnico y CAPECO. Se llegó a concluir que el rendimiento para la partida de excavación en terreno normal se obtuvo 2.53 Hh/um, para la partida de vaciado de concreto en zapatas un rendimiento de 2.56 Hh/um. Concluye que realizar la cuantificación del trabajo productivo da muestras de que existe tiempos muertos los cuales deben ser tomados en cuenta en la programación y presupuesto de obras a futuro.

Mallqui (2021): "Evaluación de rendimientos de mano de obra en las partidas de movimiento de tierras, cimientos corridos, muros y tabiques de albañilería en la construcción del Cerco Perimétrico de la Infraestructura Deportiva del Estadio Municipal, Distrito de Paucartambo-Pasco-2019", se tuvo como objetivo la evaluación de rendimientos de mano de obra, la metodología de la investigación es cuantitativa, de nivel descriptivo y no experimental. Las muestras del estudio incluyen fragmentos de movimiento de tierra, cimientos corridos y muros de tabiquería. Según los resultados se encontró que el rendimiento de la mano de obra en la partida de movimiento de tierras es inferior en un 20% a lo indicado en CAPECO, y que el factor climático tiene un impacto significativo en la capacidad de realizar los trabajos mencionados. La eficacia de trabajo del personal en la excavación de zanjas fue del 77,78%. Concluye que la mano de obra posee un peso considerable en cuanto la ejecución y costo de las partidas de estudio y que implica la necesidad de tomar en cuenta a la hora de la programación y presupuesto de obra.

Sánchez y Sánchez (2022): “Evaluación de rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de tarrajeo en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, 2022”, el objetivo fue la evaluación de rendimiento y productividad de la mano de obra, la metodología de investigación es de enfoque mixto, de nivel descriptivo y de diseño no experimental, con una muestra de 15 viviendas de la ciudad de Chota. Según los resultados encontró que el 67.31% de los empleados tenían experiencia en el trabajo, mientras que el 32.69% no. El salario recibido fue de 82.1 y 54.2 días por semana. En cuanto las conclusiones, expone que una cuadrilla de 1 trabajador y 1 peón generaba 17.33 m<sup>2</sup> por día para el tarrajeo de muros, lo que contrasta con los 30,66% indicados por CAPECO (2006), lo que indica un déficit bajo. De las ocho horas laborales, 3.45 son trabajos productivos, 2.41 son trabajos contribuyentes y 2.20 son trabajos no productivos, lo que indica una baja efectividad laboral (41-60%).

### **A nivel regional y local**

Escobar (2016): “Análisis de productividad de la mano de obra y obtención de rendimientos reales en partidas de concreto armado en la obra “construcción de establecimiento hotelero en la calle tambo de montero en el centro histórico de la ciudad del Cusco”, donde el objetivo es determinar los tiempos productivos y rendimientos reales de la mano en las partidas de concreto armado. La metodología del estudio es no experimental, de tipo cuantitativo y corte transversal. Dentro de los resultados encontró que los porcentajes de trabajo productivo (TP) son de 55%, tiempos contributivos (TC) con 25 % y un trabajo no productivo (TNP) del 20% para las partidas de concreto armado. Concluye que los rendimientos reales hallados en campo para la partida de concreto armado son inferiores con respecto a lo indicado por CAPECO generando la necesidad de actualizar constantemente los cronogramas y presupuesto de ejecución de obra.

Corahua (2016): “Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio residencial torre del sol”, el objetivo del estudio

fue evaluar el rendimiento y productividad de la mano de obra, la metodología de investigación es de enfoque mixto, de tipo de estudio básico, de nivel descriptivo. Los resultados que mostró dan un trabajo productivo superior al 7,90%, 7,68% y 6,74% declarados por Guio Castillo, así como al 5,90%, 5,68% y 4,74% declarados por Morales y Galeas. Concluye que el análisis de tiempos, muestra similitud con otros proyectos de la misma naturaleza en cuanto distribución de tiempo productivos y contributivos altos con mínimos porcentajes de tiempo no productivos.

## 3.2 Bases teóricas

### 3.2.1 Productividad

Es una relación que indica la cantidad de producto obtenido y la cantidad de insumos invertidos para lograrlo (Serpell, 2002).

$$\text{Productividad general} = \frac{\text{Resultados logrados}}{\text{Recursos empleados}}$$

$$\text{Productividad} = \frac{1}{\text{Rendimiento en hh/um}}$$

### 3.2.2 Rendimiento de mano de obra

Botero (2003) lo define como la cantidad de trabajo completada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios trabajadores con diferentes habilidades durante un determinado tiempo, generalmente es expresada como um/día o Hh/um.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción diaria}}{\text{jornada laboral diaria}}$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Horas hombre(Hh)}}{\text{unidad de medida(um)}}$$

### 3.2.3 Partidas

Se refiere a una determinada tarea o conjunto de actividades, las cuales son cuantificables y sirven como base para los respectivos metrados (CAPECO, 2006).

### **3.2.3.1 Trazo, nivelación y replanteo**

Para CAPECO (2006) la acción de trasladar del plano a campo las indicaciones dadas equivale a la mención de trazar. Esto es de suma importancia puesto que da inicio a toda actividad que se realiza en obra.

### **3.2.3.2 Movimiento de tierras**

La primera etapa de cualquier proyecto es el movimiento de tierras, que se refiere a la remoción de tierras (CAPECO, 2006), que incluye diversas actividades como la excavación de zanjas tanto en suelo natural como en rocas, camas de apoyo, relleno y compactado con material propio.

### **3.2.3.3 Instalación de tuberías**

Esta partida hace mención a la acción de realizar conexiones entre tuberías según indiquen los planos con la finalidad de transportar líquidos ya se agua o cualquier otro líquido de manera segura y saludable.

### **3.2.3.4 Encofrado y desencofrado normal**

Según CAPECO (2006) se refiere a la actividad de armar formas, las cuales serán como moldes receptores y dar la forma al concreto. Esto aplicado en el sector de la construcción, se tienen encofrados de zapatas, vigas, muros, columnas, etc.

### **3.2.3.5 Concreto**

A la acción de verter una masa viscosa de compuestos inertes como agregados unidos con un ligante que es el cemento sobre una plataforma la cual actúa como molde en donde la mezcla se endurece se le denomina vaciado de concreto (CAPECO, 2006). En la ejecución de una obra se observa vaciado de cimientos, muros, columnas, vigas, etc.

### **3.2.4 Mano de obra en construcciones civiles**

Sé menciona que un obrero es aquella persona que realiza cierta actividad o esfuerzo físico y que dichos servicios los intercambia por motivos salariales (RAE, 1999). De acuerdo con lo establecido por el sistema de construcción civil en Perú donde se establece las obligaciones y beneficios que recibe cada empleado al unirse al organismo, se categoriza a los trabajadores en base su especialización y destreza.

- **Operarios**

Según el régimen, dentro de esta categoría se halla aquella persona con alguna destreza dentro de la rama de la construcción. Los operarios son el segundo mando, posterior al maestro de obra (CAPECO, 2006).

- **Oficiales**

Se refiere a aquellos que tienen un conocimiento intermedio de una actividad específica en el ámbito de la construcción y se les conoce como ayudantes de los trabajadores cuando realizan las diversas tareas (CAPECO, 2006).

- **Peón**

En el mercado, esta clase de trabajadores es la más prevalente, ya que son trabajadores sin experiencia y realizan diversas tareas de apoyo; ellos netamente realizan actividades manuales y operativas bajo las condiciones supervisadas de seguridad (CAPECO,2006).

### **3.2.5 Umbrales típicos de construcción**

Se presentan los estándares de comparación para los tiempos productivos, tiempos contributivos y no productivos.

Según SENCICO en su base de datos para elaborar presupuestos indica que el trabajador gasta aproximadamente un 60% de su tiempo en actividades productivas, mientras en actividades contributivas indica en promedio 25% y en actividades no productivas un 15%.

### **3.2.6 Clasificación del trabajo**

El trabajo se refiere a una actividad o esfuerzo físico que se realiza de manera voluntaria e involuntaria con el objetivo de obtener riqueza o relacionados con ella (Noguera, 2002). El trabajo en la construcción civil es crucial y, por ende, la productividad laboral está estrechamente relacionada con el desempeño. Se analiza los 3 principales tipos de trabajos que son realizados de manera genérica en cualquier actividad.

- **Trabajo productivo (TP)**

Para Botero y Álvarez (2003) denominan aquella acción donde se contribuye a la producción directa de alguna actividad como puede ser excavación de zanjas, vaciado de concreto, encofrado de zapatas. En si el trabajo productivo son las actividades que generan valor directo que sería parte de la valorización.

- **Trabajo contributivo (TC)**

En esta categoría esta la acción de ayudar con una actividad productiva específica, como el traslado de material excedente y la limpieza del espacio de trabajo (Guio,2010). El trabajo contributivo es la operación que conecta con el productivo y es necesario para que este se realice.

- **Trabajo no productivo (TNP)**

Se refiere a aquellas acciones que no contribuyen a la ejecución de actividades productivas; en cambio, generan pérdidas y su realización no es necesaria (Serpell, 2002). Las conversaciones entre los trabajadores, los

descansos innecesarios y repetitivos, los permisos, las necesidades básicas, y los trabajos mal realizados son ejemplos del trabajo no productivo.

### **3.2.7 Técnicas de medición de productividad**

Según la OIT (1996), existen técnicas de cuantificación del trabajo realizado en donde se evalúa, constantemente las actividades con el propósito de mejorar, cuantificar y optimizar el trabajo.

#### **3.2.7.1 Estudio de tiempos**

Según Dozzy y Abourizk (1993), el estudio de tiempo es una técnica básica del planeamiento y control de la producción donde se trata de obtener un tiempo estándar de una actividad y de cuánto recurso necesita, de ahí es que se tiene la ratio de rendimiento. La productividad se caracteriza por medir el tiempo consumido por un operario en la realización de una determinada tarea asignada. Para su aplicación se recomienda el uso de un cronómetro y las correspondientes fichas de observación.

- Anotar toda la información disponible sobre la tarea, los encargados de realizarla.
- Realizar una descripción de las actividades de análisis por partes.
- Uso de herramientas de control de tiempo como el cronometro.
- Observación directa y plausible.
- Evaluación de la rapidez del trabajador a juicio del evaluador.
- Uso de fichas de registro previamente validadas.
- Punto de ubicación adecuado para no afectar el desempeño normal y estándar de los objetos de evaluación.

El tiempo tipo para una actividad estará dada por la sumatoria de todos los elementos de análisis bajo influencia de su frecuencia de repetición.

### 3.2.7.2 Muestreo de trabajo

Según Dozzy y AbouRizk (1993), indican que este método se basa en la observación por tiempo determinado de una actividad y luego de ello deducir si el grupo observado es productivo o no bajo la confiabilidad de procesos estadísticos en donde la muestra es aleatoria. El objetivo principal es tomar muestras periódicas y en base a ello saber cuánto tiempo es destinado a dichas tareas, el proceso de uso de esta técnica se basa en:

- Tener en mira las actividades principales del proyecto y las tareas específicas que se llevan a cabo.
- Determinar el número de observaciones que se deben realizar para obtener una muestra representativa.
- Seleccionar aleatoriamente el momento y el lugar de las observaciones.
- Medir y registrar las actividades que se están llevando a cabo durante cada observación.
- Analizar los datos recopilados y determinar la proporción de tiempo que se dedica a cada actividad.
- Identificar las actividades que consumen más tiempo y desarrollar estrategias para mejorar la eficiencia.

### 3.2.8 Parámetros estadísticos

Los parámetros estadísticos son modelos matemáticos para procesar los datos y poder obtener información, en caso de la estadística descriptiva se tiene a:

- La media aritmética, desviación estándar, en cuanto medidas de posición se tiene máximos y mínimos la cual es de uso importante en esta investigación.

La Media Aritmética:

$$X = \frac{X_1 + X_2 + X_3 + \dots + X_n}{N}$$

Donde:

X: media aritmética

X1, X2, ..., Xn: valores individuales de la variable

N: número total de observaciones

- **Máximo:** Son considerados como medidas de posición y hacen mención al mayor valor de datos que se puede tener en la muestra, su representación generalmente obedece a la representación de Max.
- **Mínimo:** Son considerados como medidas de posición y hacen mención al menor valor de datos que se puede tener en la muestra, su representación generalmente obedece a la representación de Min.
- **Desviación estándar:** Es una medida que indica cuan cerca o alejados se encuentran un conjunto de datos con respecto a un patrón de comparación.

Dentro de los parámetros estadísticos que nos permiten determinar, afirmar, extraer conclusiones de un conjunto de muestras o población se tiene a la estadística inferencial mediante las pruebas como:

- **Prueba de normalidad:** Es un procedimiento estadístico que permite conocer si un conjunto de datos hallados se comporta de manera normal y su uso radica para validar supuestos estadísticos o comparar medidas.
  - **Prueba de Kolmogorov-Smirnov:** se usa cuando la muestra es mayor a 50
  - **Prueba de Shapiro-Wilk:** cuando las muestras son menores a 50
- **Coeficiente de correlación de Pearson:** Es una medida estadística paramétrica que cuantifica la fuerza y dirección lineal de dos variables., se representa con la letra r y tiende entre -1 y 1.
- **Coeficiente de correlación de Spearman:** Es una medida estadística no paramétrica que cuantifica la relación monótona entre dos variables

### 3.3 Definición de términos

- **Mano de obra:** Según CAPECO (2006), se refiere a aquellos que trabajan para producir bienes y servicios. También se dice que consiste en el uso de las habilidades, destrezas, conocimientos y esfuerzos físicos para determinar una tarea.
- **Rendimiento de mano de obra:** Para Botero (2003) lo define como la cantidad de trabajo completada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios trabajadores con diferentes habilidades por unidad de recursos humanos, generalmente expresada como um/ hh (unidad de medida de la actividad por hora Hombre).
- **Zonas altoandinas:** Según Ostria (1998) describe como áreas tropicales alpinas en los Andes centrales, que se extienden desde el centro del Perú hasta el norte de Argentina, con altitudes que van desde una altitud de 2300 m.s.n.m.
- **Productividad:** Es un indicador que relaciona los insumos, materiales y el volumen total de producción utilizado para lograr la meta de producción especificada (Serpell, 2002).
- **Peón:** Se les da dicha denominación a los trabajadores no calificados que son requeridos en trabajos genéricos.
- **Partida:** Se refiere a una determinada tarea o conjunto de actividades, las cuales son cuantificables y están sirven como base para los respectivos metrados (CAPECO, 2006).
- **Unidad de medida:** Son expresiones de las magnitudes físicas y ayudan a comprender un valor estandarizado.
- **Metrado:** La cantidad de obra que se necesita ejecutar por cada partida de control (CAPECO,2006).

- **Tiempo de ejecución:** Es una medida de cuantificación de cuantos días toma ejecutar un proyecto, una determinada partida en base al rendimiento y cuadrillas planteadas.
- **CAPECO:** Es una asociación civil de derecho donde su nombre es Cámara Peruana de la Construcción.
- **Obras de riego:** Se les denomina a proyectos enfocados en la distribución del recurso hídrico ya sea con fines de agricultura, consumo humano y animal.
- **Presupuesto:** Viene a ser la cuantificación monetaria del costo de ejecución de las diferentes partidas que conforman un proyecto.

## **IV. Metodología**

### **4.1 Tipo, nivel y diseño de investigación**

Esta investigación es de tipo CUANTITATIVA debido a que las variables observadas son recolectadas mediante datos numéricos en campo, así mismo Sampieri (1993) indica que una investigación de tipo cuantitativa consiste en usar la lógica y deducción para fundamentar las hipótesis que serán probadas más adelante. Bajo este esquema se tiene hipótesis que son probadas por medios analíticos y comparativos para expresar valores con los antecedentes existentes.

Seguidamente se tiene que la presente investigación es de nivel DESCRIPTIVO CORRELACIONAL puesto que se describe las características que influyen en las variables de investigación y la relación que hay entre las mismas. Además, para Hernández (2006) indica que: "el alcance descriptivo busca especificar características y propiedades importantes".

El diseño de esta investigación es NO EXPERIMENTAL DE CORTE TRANSVERSAL, debido a que se basa en la observación del desempeño de las variables como lo es la mano de obra y su desempeño con el entorno en un determinado plazo de tiempo, entre los meses de agosto y setiembre. La variable dependiente ocurre y no es posible manipularla, no se tiene control directo sobre dichas variables ni se puede influir sobre ellas, porque ya sucedieron, al igual que sus efectos (Sampieri,1993).

También esta investigación se enfoca en el análisis práctico de como los rendimientos hallados en campo se caracterizan en el costo de ejecución de las partidas y el tiempo que toma en realizarse, todo ello relacionado con temas de aplicación directa que

pertenecen a la Ingeniería Civil. Además, se presenta la correlación estadística que se da entre la variable rendimiento y la productividad.

#### 4.2 Ámbito temporal y espacial

En el apartado temporal se realizó la investigación durante el año 2024 entre los meses de agosto y setiembre.

Para la parte espacial se desarrolló en la comunidad de Llaspay en donde se ejecuta la obra de tipo riego, perteneciente al distrito de Huanquite, Provincia de Paruro, Departamento del Cusco.

#### 4.3 Población y muestra

La presente investigación tomo como población correspondiente a 103 trabajadores que tienen relación directa con la ejecución de partidas, conformado por peones, oficiales y operarios , los cuales laboran en la obra de riego que se ejecuta en la Comunidad de Llaspay. Según Carrasco (2005), la población corresponde a una unidad de análisis que corresponde al usuario final.

En cuanto la muestra, se tiene a 82 trabajadores el cual es producto de aplicar la formula indicada líneas abajo. Para (Sampieri,1993), en el enfoque cuantitativo, la muestra debe ser representativa a un grupo de la población de interés que se puede abrir mediante la recopilación de datos previamente definidos o delimitados y debe ser representativa de esta población. Para determinar el tamaño de muestra y de acorde al contexto de evaluación se usa la siguiente formula:

$$n = \frac{N \times Z^2 \times p \times (1-p)}{(N-1) \times E^2 + Z^2 \times p \times (1-p)}$$

Donde:

- ( n ) = Tamaño de la muestra
- ( N ) = Tamaño de la población, por ende, N=103

- ( Z ) = Valor Z (dependiendo del nivel de confianza, por ejemplo, 1.96 para un 95% de confianza)
- ( p ) = Proporción esperada (si no se conoce, se puede usar 0.5)
- ( E ) = Margen de error E=0.05

Aplicando la formula se tiene lo siguiente:

$$n = \frac{103 \times 1.96^2 \times 0.5 \times (1-0.5)}{(103-1) \times 0.05^2 + 1.96^2 \times 0.5 \times (1-0.5)}$$

$$n=82$$

Se aplico un muestreo no probabilístico por conveniencia en base a la cantidad de personal hallado en obra, distribuido en función a las partidas que se realizaron durante los dos meses de observación. En cuanto la estratificación de muestra, se consideró en base a las partidas en ejecución y la unidad de muestreo fue por cada trabajador durante su jornada diaria de 8 horas. El criterio de inclusión consistió en analizar a la mano de obra en campo a cargo de realizar las partidas, mientras el criterio de exclusión consistió en no tomar en cuenta al personal en descanso o personal técnico que no tiene contacto directo con la ejecución de las partidas.

En la tabla N°2 se presenta el muestreo estratificado en base a las partidas observadas:

**Tabla 2***Cantidad de personal observado por partidas*

<b>Descripción de partida</b>	<b>Categoría</b>	<b>Cantidad</b>
Trazo, nivelación y replanteo en zanjas	topógrafo	1
	peón	2
Excavación de zanjas para tubería-sector Chiyic	peón	13
Excavación de zanjas para tubería-sector Lucrez	peón	12
Excavación de zanja en roca suelta	operario	1
	peón	2
Cama de apoyo para tubería PVC-SAP-sector Chiyic	peón	3
Cama de apoyo para tubería PVC-SAP-sector Lucrez	peón	3
Relleno y compactado con material propio en zanjas	peón	3
Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3", PVC-SAP C-7.5 D=2", PVC-SAP C-10 D=1 1/2"-sector Chiyic	peón	1
	oficial	1
	operario	1
Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3", PVC-SAP C-7.5 D=2", PVC-SAP C-10 d=1 1/2"-sector Lucrez	peón	1
	oficial	1
	operario	1
Encofrado y desencofrado de muros de reservorio N°2	peón	3
	oficial	1
	operario	1
Encofrado y desencofrado de muros de reservorio N°4	peón	3
	oficial	1
	operario	1
Encofrado y desencofrado de muros de reservorio N°5	peón	3
	oficial	1
	operario	1
Concreto fc=210kg/cm2 en muros de reservorio N°2	peón	5
	oficial	1
	operario	1
Concreto fc=210kg/cm2 en muros de reservorios N°4	peón	5
	oficial	1
	operario	1
Concreto fc=210kg/cm2 en muros de reservorios N°5	peón	5
	oficial	1
	operario	1
<b>TOTAL</b>		<b>82</b>

#### 4.4 Técnicas e Instrumentos

**Tabla 3**

*Técnicas e instrumentos de recolección de datos*

<b>Técnicas</b>	<b>Instrumentos</b>
Observación directa	Libreta de apuntes
Estudio de tiempos	Guías de observación, software de procesamiento de datos como Excel.
Muestreo de trabajo	Guías de muestreo, software de procesamiento de datos como Excel.

#### 4.5 Procedimientos

Para la realización de esta investigación, in situ, se aplicó las técnicas de recolección de datos; denominada estudio de tiempos para cuantificar los rendimientos y el muestreo de trabajo para cuantificar las actividades de tiempos productivos, contributivos y no productivos mediante fichas. Para el estudio de tiempos, el tiempo de observación fue durante toda la jornada laboral que equivale a 8 horas. La toma de datos de avance se realizó en dos ciclos, el primer control de datos se da al medio día, en donde se cuantifica lo avanzado desde que inician su labor hasta el mediodía, mientras el segundo punto de toma de datos fue al finalizar la jornada laboral, en donde se cuantifica lo avanzado desde el inicio de actividades después de almuerzo hasta el final de su jornada laboral.

La frecuencia de observación para el muestreo de trabajo fue cada hora durante 15 minutos, dicha cuantificación obedece a la recomendación dada por (Niebel,2014) que manifiesta que dicha frecuencia ayuda a capturar las variaciones de trabajo sin afectar el avance diario de los observados. Esta aplicación de frecuencia permitió tener una gran recolección de datos precisos, reduciendo el proceso de errores e incomodidad de los trabajadores observados.

Las partidas elegidas para la observación, obedecen a que su realización afecta la ruta crítica y además su porcentaje de metrado es elevado y son:

- Trazo, nivelación y replanteo en zanjas: Esta partida es determinante en obras de riego puesto que su realización abre camino para que las partidas como excavación se puedan realizar y en una obra de riego es primordial realizar estas partidas que son las que tienen mayor porcentaje de incidencia en la obra.
- Movimiento de tierras: Dentro de este apartado, las partidas escogidas para el estudio son:
  - Excavación de zanjas para tubería debido a que es una partida crucial para poder comenzar con el entubado.
  - Excavación de zanja en roca suelta, debido a que, una vez excavados las zanjas, dentro de las mismas se presentan rocas grandes que necesitan ser removidas o tramos de pura roca por donde pasa el trazo.
  - Cama de apoyo para tubería PVC-SAP en donde esta partida va de la mano con el entubado, puesto que, si no se realiza el tendido de cama, no se puede realizar la instalación de tubería, de ahí radica su importancia y la razón de su elección para ser estudiada.
  - Relleno y compactado con material propio en zanjas, su importancia radica en la protección de la tubería instalada ante posibles caídas de piedras que puedan dañar el material y generar problemas de fuga de agua.
- Instalación de tuberías: dentro de esta familia, se escogió las siguientes partidas por que al momento de la investigación se encontraban realizando y también porque presentan metrado elevado y son:
  - Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3", instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2", instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2", estas partidas tienen influencia en la ruta crítica porque en ella se transporta el agua y se abastece los demás componentes de un

sistema de riego. Las partidas mencionadas pertenecen al sistema de distribución de agua, es decir redes que llegan hacia los hidrantes.

- Encofrado y desencofrado normal: Esta actividad es importante puesto que da forma y soporte a las estructuras hidráulicas que almacenan el agua, por ello se centró en el encofrado de los muros de los reservorios puesto que son una parte que demanda destreza y gran responsabilidad en su realización.
- Concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ : Esta partida es de vital importancia puesto que da rigidez y solides a las estructuras de soporte, almacén (muros de reservorio). Su importancia en la investigación radica en la gran magnitud de acumulación de concreto y el riesgo de construirlos.

#### **4.6 Análisis de datos**

El análisis de datos se inició con la recolección de datos in situ, para posteriormente aplicar la estadística según la necesidad que se requiera y se tiene:

##### **Análisis descriptivo**

Para las hipótesis específicas, se hace uso de la estadística descriptiva mediante la media aritmética, máximos, mínimos y desviación estándar, los cuales sirvieron como punto de inicio para la elaboración de cuadros comparativos, en donde se comparará los rendimientos hallados en campo con los rendimientos proyectados del expediente técnico y lo indicado por CAPECO.

También se obtuvo datos sobre los tiempos productivos, contributivos y no productivos de las fichas de recolección de datos de las partidas en estudio, las cuales, mediante el uso de diagramas y cuadros, se identifica que actividades son las que mayor repetición tienen por parte de los trabajadores y se compara con los datos de umbrales típicos de la construcción. Así mismo se realizó la comparativa

de como el rendimiento de mano de obra se manifiesta en el costo y el tiempo de ejecución de las partidas seleccionadas mediante el rendimiento hallado en campo y lo propuesto en expediente técnico perteneciendo a temas relacionados con la Ingeniería Civil.

### **Análisis inferencial**

La hipótesis general es probada mediante el uso de la estadística inferencial en donde se demuestra en qué medida influye la variable rendimiento de mano de obra en la productividad, para lo cual se comenzó con la prueba de normalidad mediante la prueba de Kolmogórov-Smirnov utilizada para muestras mayores a 50, por ende, se observó que las variables no siguen una distribución normal porque el  $r$  es menor a 0.05 por ende se consideran no paramétricas.

Por consiguiente, se utilizó el coeficiente de correlación de Spearman en donde se observa la correlación monótona entre las variables principales que son el rendimiento y la productividad, obteniéndose un coeficiente de Spearman de 0.198 que indica una correlación positiva pero débil.

### **4.7 Consideraciones éticas**

El proceso de recolección de datos se realizó en su totalidad en campo (in situ), siempre dentro del margen de respeto de los protocolos técnicos y administrativos establecidos por cada obra. La observación directa, el registro fotográfico y el levantamiento de datos se realizaron con transparencia metodológica, sin manipular el desarrollo natural de las actividades constructivas programadas ni entrometimientos en la rutina diaria de los trabajadores. Asimismo, se reservó la confidencialidad de los datos operativos y se evitó cualquier tipo de juicio o evaluación personal sobre el desempeño individual, gestando principalmente el análisis técnico y colectivo de la cuadrilla.

## V. Resultados y discusión

### 5.1 Resultados

#### ***5.1.1 Rendimiento real de la mano de obra en las partidas de: trazo, nivelación y replanteo en zanjas; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal de muros de reservorio y concreto $f_c=210\text{kg/cm}^2$ en muros de reservorios***

##### **5.1.1.1 Rendimiento real de mano de obra en la partida de trazo, niveles y replanteo de zanjas**

Se presentan los resultados de los rendimientos hallados en campo para la partida en observación, en donde a cada integrante de la cuadrilla se le denomina trabajador 1,2,3 y su abreviación de T-1, T-2, T-3, de igual manera se presenta los días de observación y su abreviación d-1, d-2, d-3, d-4, d-5. El metrado realizado a diario de donde proviene la tabla se encuentra en el apartado de anexos.

Los rendimientos conseguidos en campo por el grupo de trabajadores para la partida de trazo, niveles y replanteo se encuentran en la Tabla N°4. En donde se observa un rendimiento mínimo de 400 ml/día y un máximo de 450 ml/día, teniendo una variabilidad baja del 6.52%.

La poca diferencia entre los extremos de rendimientos (400-450 ml/día) y la baja variabilidad observada ( $CV = 6.52\%$ ) demuestran que el grupo de trabajadores se mantuvo en un ritmo constante durante los días analizados. Esto señala que elementos externos, como el clima, la geografía y la disponibilidad de materiales, no tuvieron un impacto significativo en el rendimiento diario. Bajo esa perspectiva, se considera que el rendimiento promedio de 420 ml/día es representativo y fiable. Dicho valor, por su consistencia, es útil como referencia técnica para hacer comparaciones con estándares similares y para la programación y presupuestación de obras en situaciones parecidas.

**Tabla 4**

*Resumen de rendimientos obtenidos para la partida de trazo, niveles y replanteo*

Fecha:	Agosto				
Cantidad:	3 trabajadores				
Partida:	Trazo, niveles y replanteo				
Evaluado a:	<b>Cant</b>	<b>Categ</b>	<b>Rendimiento diario(ml/día)</b>		
<b>Cuad.</b>			400	450	400
T-1	1	top.	<b>día-1</b>	<b>día-2</b>	<b>día-3</b>
T-2	1	peón	<b>día-4</b>	<b>día-5</b>	
T-3	1	peón			
	<b>Rendimiento promedio</b>		<b>420</b>		<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento máximo</b>		<b>450</b>		<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento mínimo</b>		<b>400</b>		<b>ml/día</b>
	<b>Desviación estándar</b>		<b>27.39</b>		
	<b>Coefficiente de variación</b>		<b>6.52%</b>		

#### 5.1.1.2 Rendimiento real de mano de obra en la partida de excavación de zanjas para tubería

En la tabla N°5 se visualiza el conglomerado de rendimientos para dos cuadrillas de trabajadores ubicados en dos sectores diferentes. A cada integrante de las cuadrillas se le denominó trabajador 4 al 28 y su abreviación es T-4 al T-28. Se tiene que el grupo de trabajadores ubicado en el sector de Lucres, presentan un rendimiento máximo de 3.20 m<sup>3</sup>/día y un mínimo de 2.50 m<sup>3</sup>/día con un coeficiente de variación 6.41% que indica baja variabilidad. Mientras el grupo de trabajadores localizados en el sector de Chiyic muestran un rendimiento máximo de 3.20 m<sup>3</sup>/día y un mínimo de 2.70 m<sup>3</sup>/día con una variación de 4.93% que lo cataloga como baja.

Se observa que ambas cuadrillas tienen patrones similares de rendimientos, pero la cuadrilla localizada en el sector Chiyic presenta mejor rendimiento promedio; esto indica que hay mayor uniformidad de trabajo entre sus miembros, a pesar de que comparten las mismas condiciones ambientales y de suelo con la cuadrilla de Lucres. La poca variabilidad de datos en ambos grupos apoya la fiabilidad de los datos. En este contexto, el rendimiento promedio combinado de ambas cuadrillas es de 3.10 m<sup>3</sup>/día; es habitual. Este valor puede servir como referencia técnica en proyectos y áreas de estudio similares, así como para programación y presupuestación de obras de riego en zonas altoandinas.

**Tabla 5**

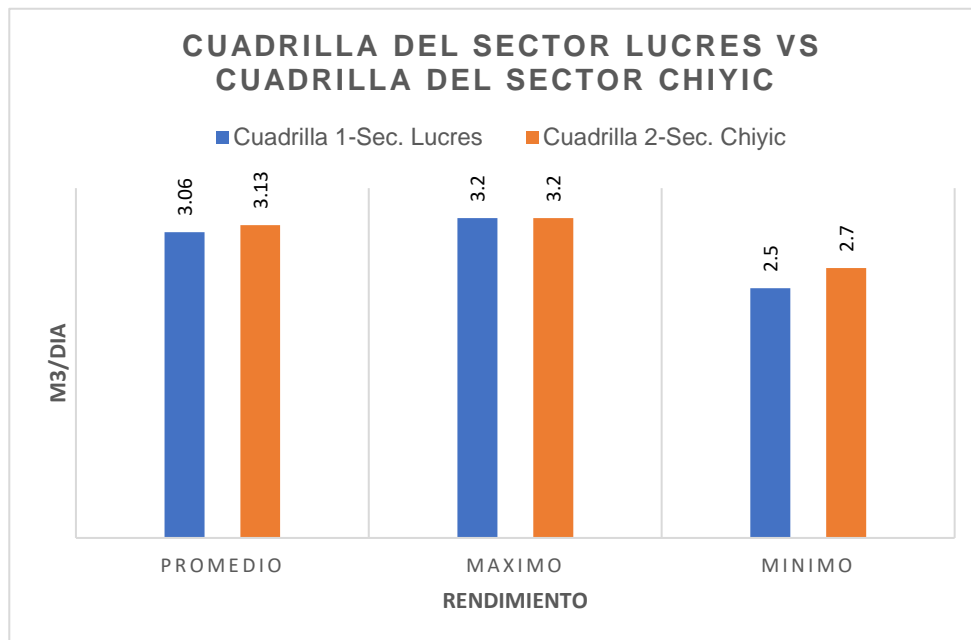
*Resumen de rendimientos en la partida de excavación de zanjas para tubería*

Fecha:	Agosto				
Cantidad:	12 trabajadores				
Partida:	<b>Excavación de Zanjas para tubería-Sector Lucre</b>				
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. diario(m3/día)</b>	<b>Tipo de suelo</b>	
T-4	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-5	1	peón	2.98	suelo agrícola	
T-6	1	peón	3.18	suelo agrícola	
T-7	1	peón	3.05	suelo agrícola	
T-8	1	peón	3.10	suelo agrícola	
T-9	1	peón	3.00	suelo agrícola con arcilla	
T-10	1	peón	3.10	suelo agrícola con rocas	
T-11	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-12	1	peón	3.00	suelo agrícola con arcilla	
T-13	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-14	1	peón	2.50	suelo pedregoso	
T-15	1	peón	3.20	suelo agrícola	
<b>Rendimiento promedio</b>			<b>3.06</b>	<b>m3/día</b>	
<b>Rendimiento máximo</b>			<b>3.20</b>	<b>m3/día</b>	
<b>Rendimiento mínimo</b>			<b>2.50</b>	<b>m3/día</b>	
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.20</b>		
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>6.41%</b>		
Partida:	<b>Excavación de Zanjas para tubería-Sector Chiyic</b>				
Cantidad:	13 trabajadores				
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. diario(m3/día)</b>	<b>Tipo de suelo</b>	
T-16	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-17	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-18	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-19	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-20	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-21	1	peón	3.15	suelo agrícola	
T-22	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-23	1	peón	2.90	suelo agrícola con arcilla	
T-24	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-25	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-26	1	peón	2.70	suelo pedregoso	
T-27	1	peón	3.20	suelo agrícola	
T-28	1	peón	3.20	suelo agrícola	
<b>Rendimiento promedio</b>			<b>3.13</b>	<b>m3/día</b>	
<b>Rendimiento máximo</b>			<b>3.20</b>	<b>m3/día</b>	
<b>Rendimiento mínimo</b>			<b>2.70</b>	<b>m3/día</b>	
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.15</b>		
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>4.93%</b>		

En la figura N°1 se muestra el rendimiento que tiene la cuadrilla N°1 ubicada en el sector de Lucre y se compara con la cuadrilla N°2 que se halla en el sector de Chiyic, en donde esta última cuadrilla rinde más 0.07 m3 en rendimiento promedio con respecto a su homólogo.

**Figura 1**

*Comparación de rendimientos en la partida de excavación de zanjas entre cuadrillas por sectores*



#### **5.1.1.3 Rendimiento real de la mano de obra en la partida de excavación de zanjas en roca suelta**

El lugar de trabajo de la cuadrilla en mención consistió en ir a los tramos excavados previamente y revisar las zanjas donde se encontraban rocas que no han podido ser removidas con la excavación manual o tramos formados por roca pura. El detalle de la toma de datos y metrados se encuentra en el apartado de anexos.

En la tabla N°6 se visualizan los rendimientos para la partida en mención observados durante 5 días, en donde se tiene un rendimiento máximo de 1.10 m<sup>3</sup>/día y un mínimo de 0.80 m<sup>3</sup>/día con una variación de 12.45%, que es catalogada como moderada. La dispersión intermedia de los datos de rendimientos nos dice que el ritmo de trabajo en esta partida no fue constante en los días analizados. Esta variación se justifica por la propia tipología de excavación en roca suelta, que conlleva dificultad de acceso a zanjas, espacios confinados, dureza del material y desplazamientos continuos hacia las zonas de trabajo.

Estos elementos operativos influyeron en el día a día de la cuadrilla, generando variabilidad en su rendimiento.

**Tabla 6**

*Resumen de rendimientos en la partida de excavación de zanjas en roca suelta*

Fecha:	Agosto						
Cantidad:	3 trabajadores						
Partida:	Excavación de zanja en roca suelta						
Evaluado a:	<b>Cant</b>	<b>Categ</b>	<b>Rendimiento diario(m3/día)</b>				
Cuad.Nº1			1.10	1.00	0.80	0.95	1.10
T-29	1	Ope.	<b>día-1</b>	<b>día-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-30	1	peón					
T-31	1	peon					
	<b>Rendimiento promedio</b>				<b>1.00</b>	<b>m3/día</b>	
	<b>Rendimiento máximo</b>				<b>1.10</b>	<b>m3/día</b>	
	<b>Rendimiento mínimo</b>				<b>0.80</b>	<b>m3/día</b>	
	<b>Desviación estándar</b>				<b>0.12</b>		
	<b>Coefficiente de variación</b>				<b>12.45%</b>		

#### 5.1.1.4 Rendimiento real de la mano de obra en la partida de cama de apoyo para tubería PVC-SAP

Se presentan los resultados de los rendimientos hallados en campo para la partida en observación, en donde a cada integrante de la cuadrilla se le denomina trabajador 32 al 37 y su abreviación de T-32 al T-37, de igual manera se presenta los días de recolección de datos y su abreviación d-1, d-2, d-3, d-4. d-5. El metrado realizado a diario de donde proviene la tabla se encuentra en el apartado de anexos.

En la tabla N°7 se presentan los resúmenes de rendimientos de dos cuadrillas ubicadas en diferentes sectores. Para el primer grupo de trabajadores, ubicado en el sector de Chiyic se tiene un rendimiento máximo de 85 ml/día y un mínimo de 60 ml/día con una variación de 12.99% lo que indica que es moderada. Mientras el segundo grupo ubicado en el sector de Lucrez presenta un rendimiento máximo de 75 ml/día y un mínimo de 65 ml/día con una variación de 5.89% lo que lo encaja como variabilidad baja.

La variabilidad moderada en Chiyic indica un ritmo laboral menos estable, afectado por condiciones de terreno más arduas, tales como la falta de espacio para el cernido, zanjas en las pendientes o problemas con el transporte de materiales. Por otro lado, en Lucres, la uniformidad del ritmo se debió a que los insumos estaban más cerca y las condiciones geográficas eran más propicias, por ejemplo, con zanjas en pampas. Este contraste evidencia que a pesar de que ambas cuadrillas tienen la misma cantidad de personal, los rendimientos diarios no son iguales.

**Tabla 7**

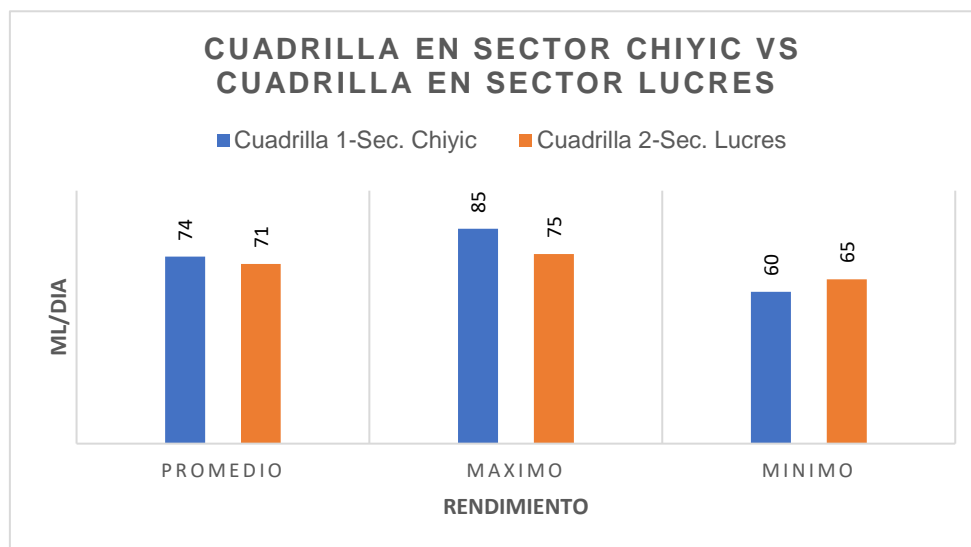
*Resumen de rendimiento en la partida de cama de apoyo para tubería PVC-SAP*

Fecha:	Agosto						
Cantidad:	3 trabajadores						
Partida:	Cama de apoyo para tubería PVC-SAP-Sector Chiyic						
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. diario(ml/día)</b>				
<b>Cuad.N°1</b>			80	60	85	70	75
T-32	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-33	1	peón					
T-34	1	peón					
	<b>Rendimiento promedio</b>				<b>74</b>	<b>ml/día</b>	
	<b>Rendimiento máximo</b>				<b>85</b>	<b>ml/día</b>	
	<b>Rendimiento mínimo</b>				<b>60</b>	<b>ml/día</b>	
	<b>Desviación estándar</b>				<b>9.62</b>		
	<b>Coefficiente de variación</b>				<b>12.99%</b>		
Partida:	Cama de apoyo para tubería PVC-SAP-Sector Lucres						
Cantidad:	3 trabajadores						
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. diario(ml/día)</b>				
<b>Cuad.N°2</b>			65	70	75	70	75
T-35	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-36	1	peón					
T-37	1	peón					
	<b>Rendimiento promedio</b>				<b>71</b>	<b>ml/día</b>	
	<b>Rendimiento máximo</b>				<b>75</b>	<b>ml/día</b>	
	<b>Rendimiento mínimo</b>				<b>65</b>	<b>ml/día</b>	
	<b>Desviación estándar</b>				<b>4.18</b>		
	<b>Coefficiente de variación</b>				<b>5.89%</b>		

En la figura N°2 se tiene el grafico comparativo entre el rendimiento hallado para la cuadrilla N°1 en el sector de Chiyic, y se compara con la cuadrilla N°2 en el sector de Lucres, en donde se evidencia que la cuadrilla en Chiyic tiene un rendimiento promedio de más de 3 metros lineales en comparación con su contraparte, ello indica que la cuadrilla N°1 con la misma cantidad de personal rinde más en cuanto su avance diario.

**Figura 2**

*Comparación de rendimientos en la partida de cama de apoyo entre cuadrillas por sectores*



#### **5.1.1.5 Rendimiento real de la mano de obra en la partida de relleno y compactado con material propio en zanjas**

Se presentan los resultados de los rendimientos hallados en campo para la partida en observación, en donde a cada integrante de la cuadrilla se le denomina trabajador 38,39,40 y su abreviación de T-38, T-39, T-40, de igual manera se presenta los días de observación y su abreviación d-1, d-2, d-3, d-4, d-5. El metrado realizado a diario de donde proviene la tabla se encuentra en el apartado de anexos.

En la tabla N°8 se presenta el resumen de rendimientos hallados para la partida en estudio, en donde se tiene un rendimiento máximo de 5.80 m<sup>3</sup>/día y un mínimo de 3.50 m<sup>3</sup>/día acompañado con una variación de 14.75%, que es catalogada como moderada según criterios de dispersión.

Esta variabilidad muestra que la tasa de trabajo diaria no fue uniforme, a causa de las condiciones operativas particulares de la partida, como la falta de material cercano que obliga a hacer traslados extra y la localización geográfica en áreas con ladera o acceso complicado, donde las tareas de relleno son más rigurosas. Estas circunstancias influyen en la continuidad y eficacia del equipo de trabajo, lo que provoca oscilaciones en el

desempeño diario y eficiencia baja de la cuadrilla, generando fluctuaciones en los rendimientos diarios.

**Tabla 8**

*Resumen de rendimiento en la partida de relleno y compactado con material propio en zanjas*

Fecha:	Setiembre						
Cantidad:	3 trabajadores						
Partida:	Relleno y compactado con material propio en zanjas						
Evaluable a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rendimiento diario(m3/día)</b>				
<b>Cuadrilla</b>			<b>día-1</b>	<b>día-2</b>	<b>día-3</b>	<b>día-4</b>	<b>día-5</b>
T-38	1	peón	4.50	4.00	4.20	3.50	4.50
T-39	1	peón	5.20	4.80	4.50	3.50	4.40
T-40	1	peón	4.60	4.60	5.80	5.50	5.50
		<b>Rendimiento promedio</b>			<b>4.61</b>		<b>m3/día</b>
		<b>Rendimiento máximo</b>			<b>5.80</b>		<b>m3/día</b>
		<b>Rendimiento mínimo</b>			<b>3.50</b>		<b>m3/día</b>
		<b>Desviación estándar</b>			<b>0.68</b>		
		<b>Coefficiente de variación</b>			<b>14.75%</b>		

#### 5.1.1.6 Rendimiento real de la mano de obra en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"

La cuantificación de la cantidad de tubería instalada, se realizó de manera diaria controlado mediante progresivas colocadas en las zanjas, en donde PVC es la abreviación de Policloruro de Vinilo, SAP es de Standard Americano Pesado, C-10 es la abreviación de clase de tubería 10 que resiste una presión de 10 bares y D=1 1/2" es la abreviación de diámetro de tubería en pulgadas, dicho detalle de metrado se encuentra explicado en los anexos, así mismo se tiene la denominación de trabajadores de las cuadrillas con la siguiente abreviatura: T-41 al T-46. También se tiene la abreviación de los días de observación como d-1, d-2.

En la tabla N°9 se presenta los rendimientos para la partida en mención de dos cuadrillas, la primera es ubicada en el sector de Chiyic con un rendimiento máximo de 120 ml/día y un mínimo de 120 ml/día en donde su variación es de 0% lo cual es descrito como variabilidad nula. Mientras la cuadrilla ubicada en el sector de Lucre obtiene un

rendimiento máximo de 180 ml/día y un mínimo de 150 ml/día con una variación de 12.86% que es catalogada como moderada.

La cuadrilla en la zona de Chiyic tiene un ritmo diario de trabajo constante, que resulta de la disponibilidad a tiempo de los materiales, el acceso sencillo a las áreas para entubar y la prevalencia de tramos en pampas con pocas pendientes. Por otro lado, la cuadrilla del sector de Lucres presenta una fluctuación moderada en sus rendimientos diarios, lo que indica un ritmo de trabajo más irregular. Esta variación se debe a la escasez de materiales en el momento adecuado, a que las áreas de entubado son difíciles de alcanzar y a que hay segmentos situados en laderas, lo cual requiere un mayor esfuerzo operativo.

**Tabla 9**

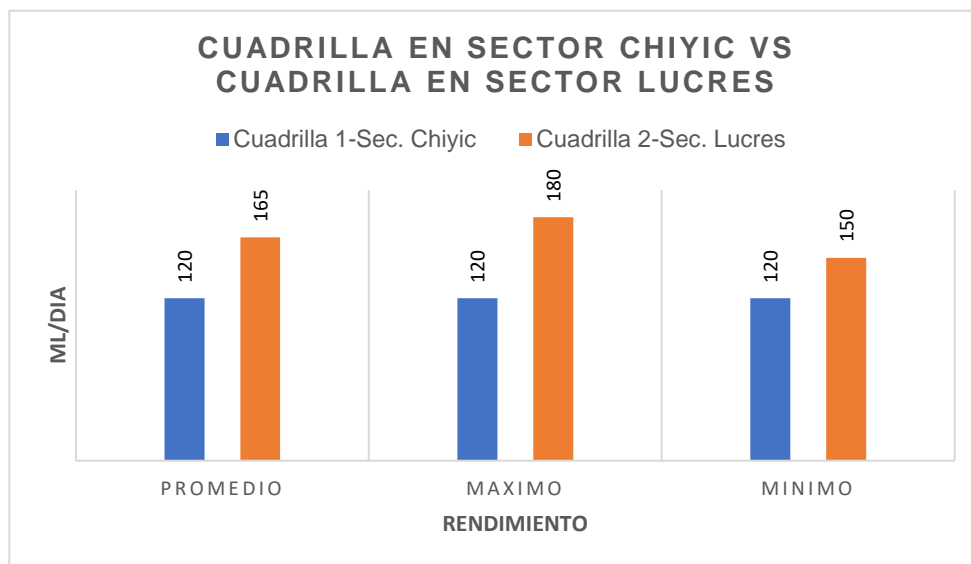
*Resumen de rendimiento en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"*

Fecha:	Setiembre			
Cantidad:	3 trabajadores			
Partida:	Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"-Sector Chiyic			
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. diario(ml/día)</b>	
<b>Cuad.N°1</b>			120.00	120.00
T-41	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>
T-42	1	oficial		
T-43	1	operario		
	<b>Rendimiento promedio</b>		<b>120.00</b>	ml/día
	<b>Rendimiento máximo</b>		<b>120.00</b>	ml/día
	<b>Rendimiento mínimo</b>		<b>120.00</b>	ml/día
	<b>Desviación estándar</b>		<b>0.00</b>	
	<b>Coefficiente de variación</b>		<b>0.00%</b>	
Partida:	Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"-Sector Lucre			
Cantidad:	3 trabajadores			
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. diario(ml/día)</b>	
<b>Cuad.N°2</b>			180.00	150.00
T-44	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>
T-45	1	oficial		
T-46	1	operario		
	<b>Rendimiento promedio</b>		<b>165.00</b>	ml/día
	<b>Rendimiento máximo</b>		<b>180.00</b>	ml/día
	<b>Rendimiento mínimo</b>		<b>150.00</b>	ml/día
	<b>Desviación estándar</b>		<b>21.21</b>	
	<b>Coefficiente de variación</b>		<b>12.86%</b>	

En la figura N°3 se observa el grafico comparativo entre el rendimiento hallado para la cuadrilla N°1 en el sector de Chiyic y se compara con la cuadrilla N°2 ubicada en el sector de Lucre, en donde se evidencia que la cuadrilla en Lucre tiene un rendimiento superior en comparación con su contraparte, ello indica que la cuadrilla N°2 con la misma cantidad de personal rinde más en cuanto avance, pero no es constante en mantener el ritmo.

**Figura 3**

*Comparación de rendimientos en la partida de instalación tub.PVC-SAP C-10 D= 1 ½”  
entre cuadrillas por sectores*



#### **5.1.1.7 Rendimiento real de la mano de obra en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2”**

La cuantificación de la cantidad de tubería instalada, se realizó de manera diaria controlado mediante progresivas colocadas en las zanjas, en donde C-7.5 significa tubería de clase 7.5 que resiste una presión de 7.5 bares ,D=2 es diámetro de tubería en pulgadas y dicho detalle de metrado se encuentra explicado en los anexos, así mismo se tiene la denominación de trabajadores de las cuadrillas con la siguiente abreviatura: T-41 al T-46. También se tiene la abreviación de los días de observación como d-3,d-4.

En la tabla N°10 se visualiza el resumen de rendimientos de dos cuadrillas ubicadas en diferentes sectores. La cuadrilla ubicada en el sector de Chiyic presenta un rendimiento máximo de 90 ml/día y un mínimo de 90 ml/día con una variación de 0.00% lo que indica variabilidad nula. Mientras la cuadrilla del sector de Lucres tiene un rendimiento máximo de 108 ml/día y un mínimo de 96 ml/día con una variación de 8.31% que lo encaja dentro de variabilidad baja.

La cuadrilla situada en la zona de Chiyic mantiene un ritmo diario de trabajo estable, gracias a que los materiales están disponibles a tiempo, las áreas de entubado son fácilmente accesibles y hay más tramos en pampas que laderas. Por otro lado, la cuadrilla del sector de Lucrez presenta una baja variación en sus rendimientos, lo que sugiere cierta oscilación en el ritmo de trabajo. La escasez de materiales, el acceso complicado y la existencia de segmentos en pendientes, que requieren un mayor esfuerzo operativo, son las razones de esta discrepancia de rendimientos.

**Tabla 10**

*Resumen de rendimiento en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"*

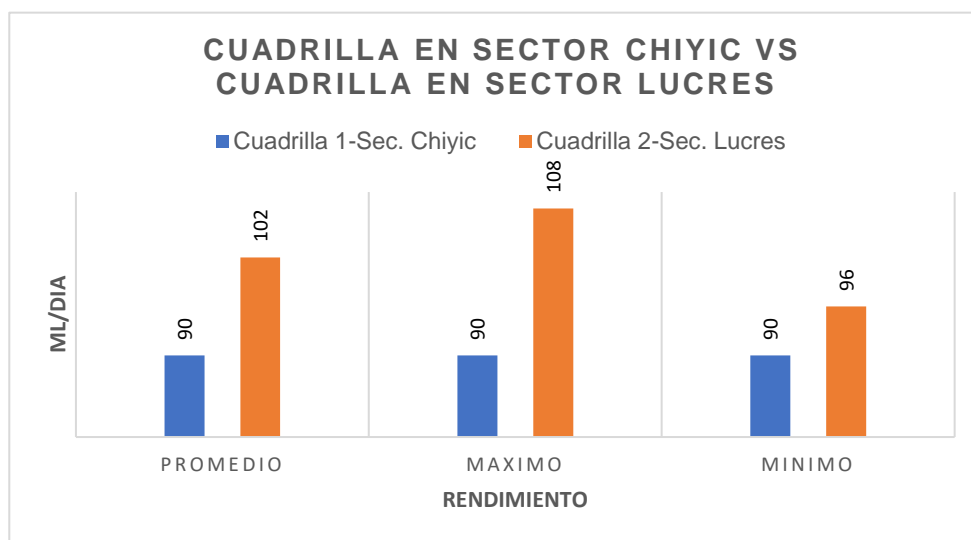
Fecha:	Setiembre			
N° obs.	3 trabajadores			
Partida:	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"-Sector Chiyic			
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. diario(ml/día)</b>	
<b>Cuad.N°1</b>			90.00	90.00
T-41	1	peón	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>
T-42	1	oficial		
T-43	1	operario		
	<b>Rendimiento promedio</b>		<b>90.00</b>	<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento máximo</b>		<b>90.00</b>	<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento mínimo</b>		<b>90.00</b>	<b>ml/día</b>
	<b>Desviación estándar</b>		<b>0.00</b>	
	<b>Coefficiente de variación</b>		<b>0.00%</b>	
Partida:	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"-Sector Lucrez			
Cantidad:	3 trabajadores			
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. diario(ml/día)</b>	
<b>Cuad.N°2</b>			96.00	108.00
T-44	1	peón	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>
T-45	1	oficial		
T-46	1	operario		
	<b>Rendimiento promedio</b>		<b>102.00</b>	<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento máximo</b>		<b>108.00</b>	<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento mínimo</b>		<b>96.00</b>	<b>ml/día</b>
	<b>Desviación estándar</b>		<b>8.49</b>	
	<b>Coefficiente de variación</b>		<b>8.31%</b>	

En la figura N°4 se tiene el grafico comparativo entre el rendimiento hallado para la cuadrilla N°1 del sector de Chiyic y se compara con la cuadrilla N°2 del sector de Lucrez. En donde se evidencia que la cuadrilla en Lucrez tiene un rendimiento promedio de más de 12 metros lineales de entubado de tubería de 2", esto se da conforme van ascendiendo

en comparación con su contraparte, ello indica que la cuadrilla N°2 con la misma cantidad de personal rinde más en cuanto avance, pero no es constante en mantener el ritmo.

#### Figura 4

*Comparación de rendimientos en la partida de instalación tub. PVC-SAP C-7.5 D= 2” entre cuadrillas por sectores*



#### 5.1.1.8 Rendimiento real de la mano de obra en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3”

La cuantificación de la cantidad de tubería instalada, se realizó de manera diaria controlado mediante progresivas colocadas en las zanjas, en donde C-7.5 significa tubería de clase 7.5 que resiste una presión de 7.5 bares, D=3” es diámetro de tubería de 3 pulgadas y dicho detalle de metrado se encuentra explicado en los anexos, así mismo de tiene la denominación de trabajadores de las cuadrillas con la siguiente abreviatura: T-41, T-42-T-43. También se tiene la abreviación de los días de observación como d-5.

Los resultados de dos cuadrillas en diferentes áreas se muestran en la Tabla N°11. La cuadrilla de Chiyic, con una variabilidad del 0.00%, tuvo un rendimiento único de 72 ml/día. Asimismo, la cuadrilla de Lucres llegó a 90 ml/día, con dispersión nula también. Los dos casos muestran un rendimiento diario constante.

La falta de dispersión de datos es resultado de que en cada cuadrilla solo se tuvo un día para recopilar datos, lo cual restringe el análisis de las variaciones en el ritmo laboral. Sin embargo, se nota que la cuadrilla del sector Lucrez logró un rendimiento más alto, debido a unas condiciones operativas más estables, como el acceso inmediato a las áreas de entubado, la disponibilidad puntual de materiales y una baja cantidad de segmentos a entubar con pendiente alta.

**Tabla 11**

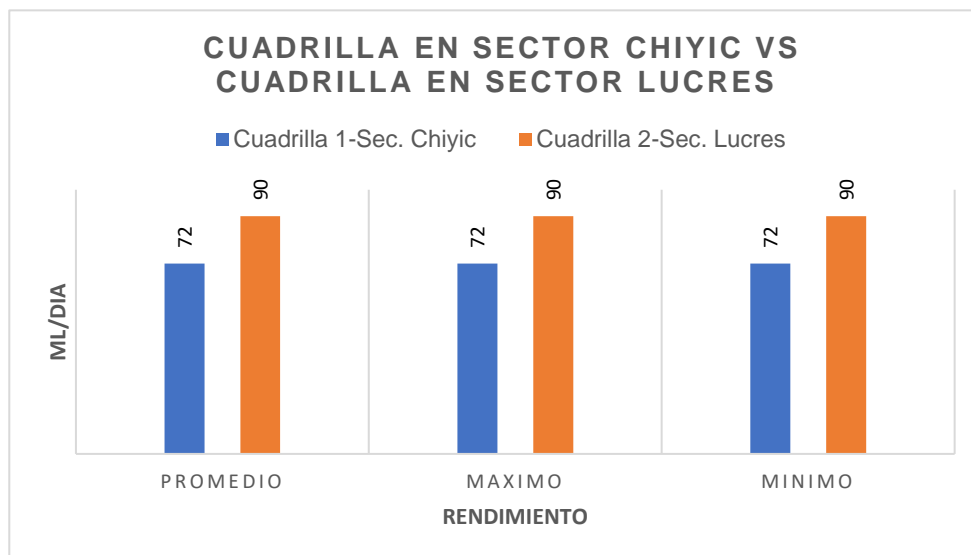
*Resumen de rendimiento de la partida de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"*

Fecha:	Setiembre		
N°obs.	6 trabajadores		
Partida:	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"-Sector Chiyic		
Evaluado a:	<b>Cant.</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. Diario (ml/día)</b>
<b>Cuad.N°1</b>			72.00
T-41	1	peón	<b>dia-5</b>
T-42	1	oficial	
T-43	1	operario	
	<b>Rendimiento promedio</b>		<b>72.00</b>
			<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento máximo</b>		<b>72.00</b>
			<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento mínimo</b>		<b>72.00</b>
			<b>ml/día</b>
	<b>Desviación estándar</b>		<b>0.00</b>
	<b>Coefficiente de variación</b>		<b>0.00%</b>
Partida:	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"-Sector Lucrez		
Cantidad:	3 trabajadores		
Evaluado a:	<b>Cant</b>	<b>Categ.</b>	<b>Rend. Diario (ml/día)</b>
<b>Cuad.N°2</b>			90.00
T-44	1	peón	<b>dia-5</b>
T-45	1	oficial	
T-46	1	operario	
	<b>Rendimiento promedio</b>		<b>90.00</b>
			<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento máximo</b>		<b>90.00</b>
			<b>ml/día</b>
	<b>Rendimiento mínimo</b>		<b>90.00</b>
			<b>ml/día</b>
	<b>Desviación estándar</b>		<b>0.00</b>
	<b>Coefficiente de variación</b>		<b>0.00%</b>

En la figura N°5 se tiene el grafico comparativo entre el rendimiento hallado para la cuadrilla N°1 en el sector de Chiyic y se compara con la cuadrilla N°2 en el sector de Lucrez. En donde se evidencia que la cuadrilla en Lucrez tiene un rendimiento de más en 18 metros lineales de entubado de tubería de 3", esto se da conforme van ascendiendo en comparación con su contraparte, ello indica que la cuadrilla N°1 con la misma cantidad de personal rinde menos en cuanto su avance.

**Figura 5**

*Comparación de rendimientos en la partida de instalación tub. PVC-SAP C-7.5 D= 3” entre cuadrillas por sectores*



#### **5.1.1.9 Rendimiento real de la mano de obra en la partida de encofrado y desencofrado normal de muros (en caras laterales de reservorios)**

Se muestran los hallazgos de tres cuadrillas examinadas en reservorios que tienen capacidades proyectadas de 1000 m<sup>3</sup> (N°2 y N°4) y 700 m<sup>3</sup> (N°5). La cuadrilla número uno laboró en el reservorio número dos, la cuadrilla número dos lo hizo en el reservorio número cuatro y la cuadrilla número tres, por su parte, trabajó en el reservorio número cinco. Los trabajadores fueron identificados con las letras T-47 hasta la T-61, y los días de observación se anotaron del d-1 al d-5. El apartado de anexos contiene los detalles del metrado y la recolección de datos.

En la tabla N°12 se presenta el resumen de rendimientos para las tres cuadrillas. La cuadrilla N°1 presenta un rendimiento máximo de 24.38 m<sup>2</sup>/día y un mínimo de 22.86 m<sup>2</sup>/día con una variación de 3.50%, catalogado como baja. Por otro lado, la cuadrilla N°2 arroja un rendimiento máximo de 19.20 m<sup>2</sup>/día y un mínimo de 18.00 m<sup>2</sup>/día con una variación de 3.51%, que lo encaja como baja. Seguidamente la cuadrilla N°3 expresa un

rendimiento máximo de 16.12 m<sup>2</sup>/día y un mínimo de 15.12 m<sup>2</sup>/día con una variación de 3.84%, lo que demuestra que tiene baja dispersión de datos.

Las tres cuadrillas muestran una baja dispersión de datos, lo que señala un desempeño diario más o menos uniforme. La disponibilidad de materiales cercanos y la accesibilidad a los entornos de encofrado contribuyen a esta consistencia. Las diferencias en el número de rendimientos, se deben a las características específicas de cada reservorio, como la inclinación y las dimensiones de los muros; sin embargo, esto no produce una variabilidad importante en el rendimiento del trabajo observado.

**Tabla 12**

*Resumen de rendimiento de la partida encofrado y desencofrado normal en muros de reservorios*

Fecha:	Setiembre						
Cantidad:	5 trabajadores						
Partida:	Encofrado y desencofrado normal de muros -Reservorio N°2						
Eval. a:	<b>Cant</b>	<b>Categ</b>	<b>Rend. diario(m<sup>2</sup>/día)</b>				
<b>Cuad. N°1</b>			24.38	22.86	24.38	22.86	24.38
T-47	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-48	1	peón					
T-49	1	peón					
T-50	1	oficial					
T-51	1	Oper.					
<b>Rendimiento promedio</b>					<b>23.77</b>	<b>m<sup>2</sup>/día</b>	
<b>Rendimiento máximo</b>					<b>24.38</b>	<b>m<sup>2</sup>/día</b>	
<b>Rendimiento mínimo</b>					<b>22.86</b>	<b>m<sup>2</sup>/día</b>	
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.83</b>		
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>3.50%</b>		

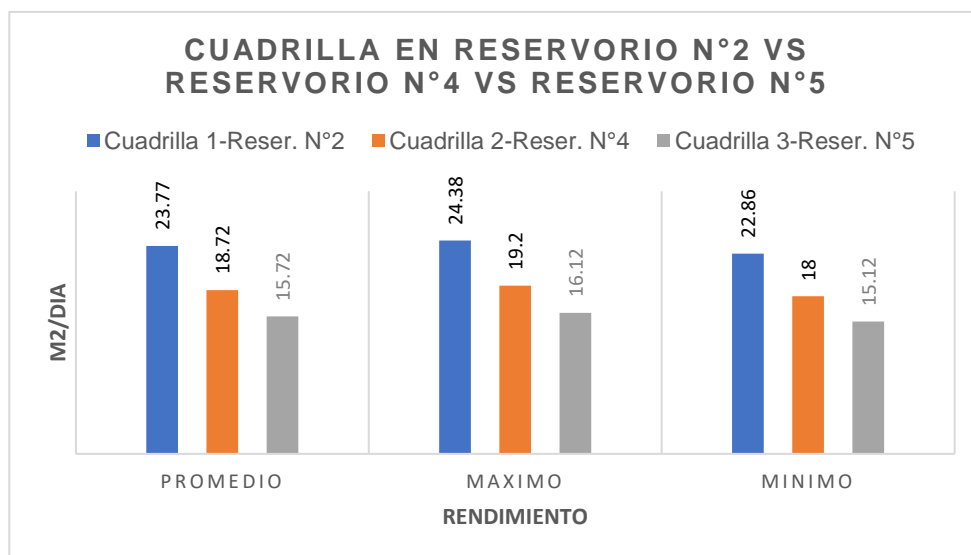
Partida:	<b>Encofrado y desencofrado normal de muros -Reservorio N°4</b>						
Cantidad:	5 trabajadores						
Eval. a:	<b>Cant</b>	<b>Categ</b>	<b>Rend. diario(m<sup>2</sup>/día)</b>				
<b>Cuad. N°2</b>			19.20	18.00	19.20	18.00	19.20
T-52	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-53	1	peón					
T-54	1	peón					
T-55	1	oficial					
T-56	1	Oper.					
<b>Rendimiento promedio</b>					<b>18.72</b>	<b>m<sup>2</sup>/día</b>	
<b>Rendimiento máximo</b>					<b>19.20</b>	<b>m<sup>2</sup>/día</b>	
<b>Rendimiento mínimo</b>					<b>18.00</b>	<b>m<sup>2</sup>/día</b>	
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.66</b>		
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>3.51%</b>		

Partida:	<b>Encofrado y desencofrado normal de muros -Reservorio N°5</b>						
Cantidad:	5 trabajadores						
Eval. a:	<b>Cant</b>	<b>Categ</b>	<b>Rend. diario(m2/día)</b>				
<b>Cuad. N°3</b>			16.12	15.12	16.12	15.12	16.12
T-57	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-58	1	peón					
T-59	1	peón					
T-60	1	oficial					
T-61	1	Oper.					
<b>Rendimiento promedio</b>					<b>15.72</b>		<b>m2/día</b>
<b>Rendimiento máximo</b>					<b>16.12</b>		<b>m2/día</b>
<b>Rendimiento mínimo</b>					<b>15.12</b>		<b>m2/día</b>
<b>Desviación estándar</b>					<b>0.55</b>		
<b>Coefficiente de variación</b>					<b>3.84%</b>		

En la figura N°6 se presenta los rendimientos hallados para las diferentes cuadrillas en base al lugar de trabajo en los cuales realizaron sus respectivas actividades. Se visualiza un rendimiento numéricamente superior de la cuadrilla N°1 ubicada en el reservorio N°2 el cual es producto de las dimensiones particulares de los muros de dicho reservorio, sin embargo, todas las cuadrillas por día encofran dos muros, teniendo un avance constante entre los días de la semana.

### Figura 6

*Comparación de rendimientos en la partida de encofrado y desencofrado normal de muros de reservorio entre cuadrillas por reservorios*



**5.1.1.10 Rendimiento real de la mano de obra en la partida de concreto  
fc=210kg/cm2(en muros laterales de reservorios)**

A cada trabajador de cada cuadrilla se le abrevia con T-62 hasta T-82 y también a los días de observación se le abrevia con d-1, d-2, d-3, d-4, d-5. El detalle de toma de datos está en el apartado de anexos.

La Tabla N°13 muestra un resumen de los rendimientos de tres cuadrillas situadas en diferentes reservorios. La primera cuadrilla llegó a 5.06 m3/día, la segunda a 4.08 m3/día y la tercera obtuvo 3.50 m3/día; todos ellos con una variabilidad de cero (0.00%), lo que significa que los datos no presentan dispersión.

Esta regularidad en el rendimiento diario se debe a la disponibilidad de los materiales cercanos y al fácil acceso a los espacios de vaciado. Las variaciones numéricas entre cuadrillas son consecuencia de las particularidades de cada reservorio, como la inclinación y el tamaño de los muros, pero esto no tiene una influencia en la estabilidad del rendimiento laboral observado.

**Tabla 13**

*Resumen de rendimiento de la partida concreto fc=210kg/cm2 en muros de reservorios*

Fecha:	Setiembre						
Cantidad:	7 trabajadores						
Partida:	Concreto fc=210kg/cm2 en muros de reservorios-Reservorio N°2						
Eval a:	<b>Cant</b>	<b>Categ</b>	<b>Rend. diario(m3/día)</b>				
<b>Cuad.N°1</b>			5.06	5.06	5.06	5.06	5.06
T-62	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-63	1	peón					
T-64	1	peón					
T-65	1	peón					
T-66	1	peón					
T-67	1	oficial					
T-68	1	operario					
<b>Rendimiento promedio</b>				<b>5.06</b>			<b>m3/día</b>
<b>Rendimiento máximo</b>				<b>5.06</b>			<b>m3/día</b>
<b>Rendimiento mínimo</b>				<b>5.06</b>			<b>m3/día</b>
<b>Desviación estándar</b>				<b>0.00</b>			
<b>Coefficiente de variación</b>				<b>0.00%</b>			

Partida: Concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en muros de reservorios-Reservorio N°4  
 Cantidad: 7 trabajadores

Eval. a:	Cant	Categ	Rend.diario(m3/día)				
<b>Cuad.N°2</b>			4.08	4.08	4.08	4.08	4.08
T-69	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-70	1	peón					
T-71	1	peón					
T-72	1	peón					
T-73	1	peón					
T-74	1	oficial					
T-75	1	operario					
<b>Rendimiento promedio</b>			<b>4.08</b>			<b>m3/día</b>	
<b>Rendimiento máximo</b>			<b>4.08</b>			<b>m3/día</b>	
<b>Rendimiento mínimo</b>			<b>4.08</b>			<b>m3/día</b>	
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.00</b>				
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.00%</b>				

Partida: Concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en muros de reservorios-Reservorio N°5

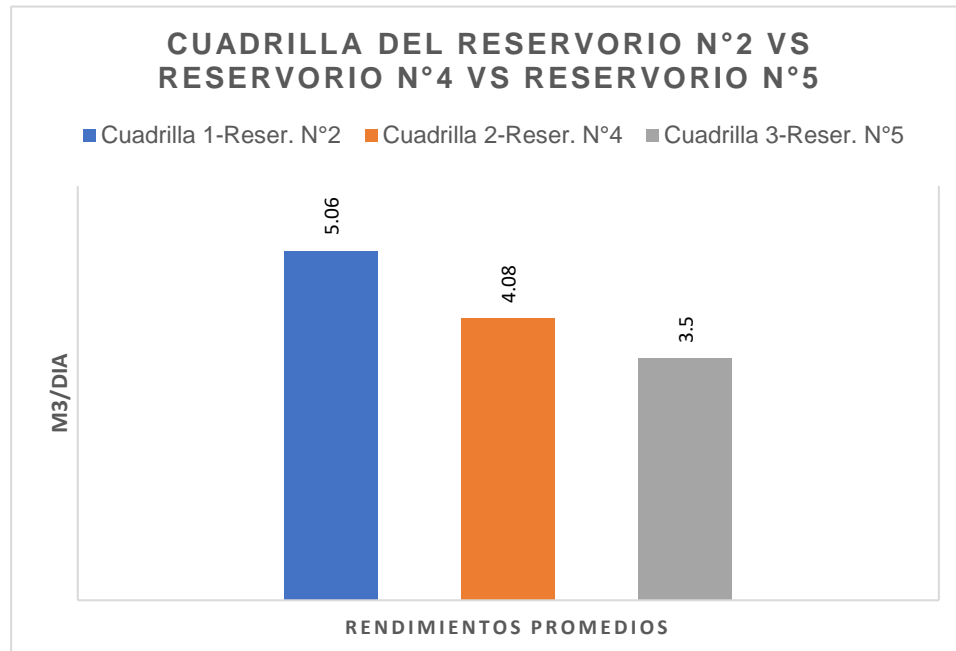
Cantidad: 7 trabajadores

Eval. a:	Cant	Categ	Rend.diario(m3/día)				
<b>Cuad.N°3</b>			3.50	3.50	3.50	3.50	3.50
T-76	1	peón	<b>dia-1</b>	<b>dia-2</b>	<b>dia-3</b>	<b>dia-4</b>	<b>dia-5</b>
T-77	1	peón					
T-78	1	peón					
T-79	1	peón					
T-80	1	peón					
T-81	1	oficial					
T-82	1	operario					
<b>Rendimiento promedio</b>			<b>3.50</b>			<b>m3/día</b>	
<b>Rendimiento máximo</b>			<b>3.50</b>			<b>m3/día</b>	
<b>Rendimiento mínimo</b>			<b>3.60</b>			<b>m3/día</b>	
<b>Desviación estándar</b>			<b>0.00</b>				
<b>Coefficiente de variación</b>			<b>0.00%</b>				

Los resultados de cada cuadrilla, dependiendo del reservorio donde llevaron a cabo sus actividades, se muestran en la Figura N°7. Se ha notado que la Cuadrilla N°1, situada en el reservorio N°2, tuvo un rendimiento mayor en términos numéricos debido a las dimensiones específicas de los muros en ese reservorio. Sin embargo, todas las cuadrillas vacían dos paños de muros diarios, lo cual posibilita que se mantenga un progreso ininterrumpido durante toda la semana.

## Figura 7

Comparación de rendimientos en la partida de concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$  de muros de reservorio entre cuadrillas por reservorios



### 5.1.1.11 Análisis y comparación de rendimientos entre lo obtenido en campo, lo indicado en Expediente técnico y CAPECO

Al comparar los rendimientos de las partidas estudiadas con los estándares proyectados, se encontró el problema de que las cuadrillas utilizadas en el expediente técnico y CAPECO, no son las mismas que se utilizó en campo, por ello para lograr hacer una comparación de rendimientos, tal como lo realizó (Tarillo, 2022) se centró en el requerimiento de horas hombre, para lo cual se utilizó la siguiente fórmula:

$$Hh(\text{categoría}) = \frac{\text{jornada} \times \text{cuadrilla}}{\text{rendimiento}}$$

Para la cantidad de horas hombre por cuadrillas, se toma en cuenta la cuadrilla de los análisis de precios unitarios, en el ejemplo mostrado líneas abajo, se trabajó con una cuadrilla encontrada en campo para la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10  $D=1 \frac{1}{2}$ "

- $$Hh(\text{peón}) = \frac{8 \text{ horas} \times 1}{142.50 \text{ ml/día}} = 0.056 \text{ Hh/um}$$

- $Hh(\text{oficial}) = \frac{8 \text{ horas} \times 1}{142.50 \text{ m/día}} = 0.056 \text{ Hh/um}$
- $Hh(\text{operario}) = \frac{8 \text{ horas} \times 1}{142.50 \text{ m/día}} = 0.056 \text{ Hh/um}$
- $Hht(p+of+op) = (0.056+0.056+0.056) \text{ Hh/um} = 0.17 \text{ Hh/um}$

Donde se tiene:

- Hh=horas hombres
- Um= unidad de medida que depende la partida de análisis puede ser (m2, m3, ml)

La interpretación de 0.17 Hh/um indica que, para producir una unidad de medida, en este caso un metro lineal de entubado se necesitan 0.17 horas hombre trabajando y en la tabla N°14 se presente la forma de obtención.

**Tabla 14**

*Análisis de horas hombre/ unidad de medida*

Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"			
Rendimiento	142.5	ml/día	
Categoría	Cuadrilla	Jornal(h/día)	HH/UM
peón	1	8	0.056
oficial	1	8	0.056
operario	1	8	0.056
Total			0.17

La Tabla N°15 contrasta los rendimientos conseguidos en campo con lo que se encuentra en el expediente técnico del proyecto y con lo informado por CAPECO en sus boletines mensuales del año 2024 de las partidas estudiadas. Los anexos contienen el desglose del cálculo de horas-hombre por unidad de medida para cada partida. Para la partida de trazado, se necesitan 0.06 horas-hombre por metro lineal en el campo al igual que en el expediente técnico; CAPECO, en cambio, informa que son 0.04 horas-hombre. El rendimiento en campo es de 2.58 horas-hombre por metro cúbico para la excavación de zanjas, mientras que según el expediente técnico es de 2.00 Hh/m3 y según CAPECO, 2.20 Hh/m3. Estas discrepancias posibilitan comparar la eficiencia real con los estándares establecidos y los del sector.

**Tabla 15**

*Resumen de comparación de rendimientos en horas hombre/unidad de medida*

ITEM	DESCRIPCION	Campo	Exp. Tecn	CAPECO
		Hh/um	Hh/um	Hh/um
1	Trazo, niveles y replanteo en zanjas	0.06	0.06	0.04
2	Excavación de zanjas para tubería	2.58	2.00	2.20
3	Excavación de zanja en roca suelta	24.00	10.67	10.67
4	Cama de apoyo para tubería pvc sap	0.33	0.08	0.13
5	Relleno y compactado con material propio en zanjas	1.74	1.33	1.14
6	Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"	0.17	0.15	0.05
7	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	0.25	0.20	0.05
8	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	0.30	0.23	0.06
9	Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	2.06	2.00	1.40
10	Concreto fc=210kg/cm2 en muros de reservorio	13.30	8.00	11.05

Por otra parte, para la instalación de tubería con  $D=1 \frac{1}{2}$ ", en campo se necesita 0.17 horas-hombre por cada metro lineal; en cambio, el expediente técnico señala 0.15 Hh/ml y CAPECO, 0.05 Hh/ml. El trabajo de encofrado de muros del reservorio toma 2.06 horas-hombre por metro cuadrado en campo, mientras que el expediente estima 2.00 Hh/m2 y CAPECO, 1.40 Hh/m2. En el caso de los vaciados de muros, el rendimiento en campo es de 13.30 horas-hombre por metro cúbico; CAPECO establece 11.05 Hh/m3 y el expediente técnico, 8.00 Hh/m3. Estas diferencias posibilitan la comparación entre la eficiencia real y los estándares sectoriales proyectados, lo que pone de manifiesto brechas operativas importantes.

La tabla muestra que, en términos generales, los rendimientos alcanzados en campo requieren más horas-hombre de las estipuladas en el expediente técnico y reportadas por CAPECO. Este consumo excesivo es consecuencia de múltiples factores, entre ellos el acceso complicado a las áreas laborales y la existencia de pendientes empinadas durante tareas de entubado y excavación, que son condiciones geográficas desfavorables. En los vaciados y encofrados, a pesar de que la mano de obra local mantiene una constancia de avance diario, trabaja al límite de su capacidad sin llegar a los

estándares referenciales. En los rellenos, afecta la ausencia de material cercano o disponible.

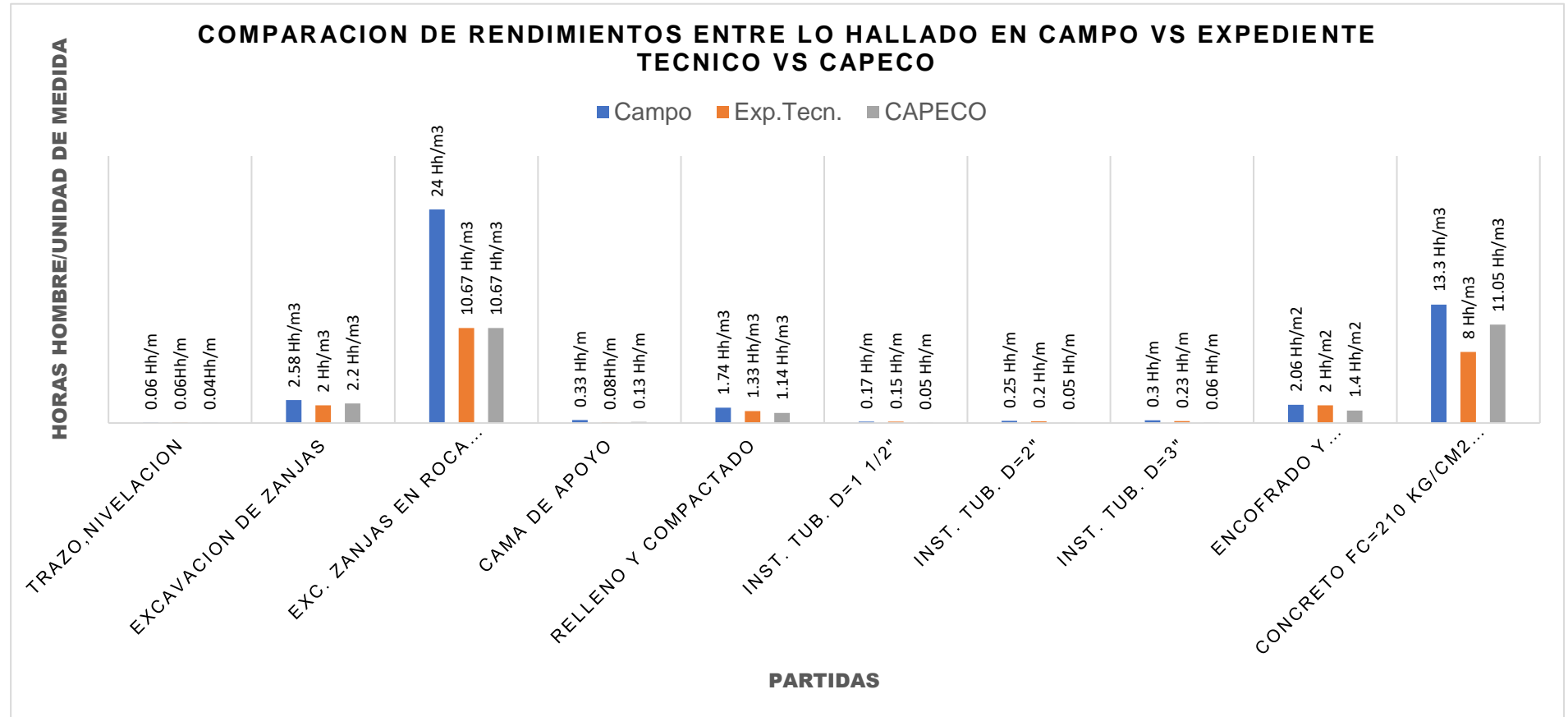
Estos hallazgos muestran que es necesario tener en cuenta las circunstancias reales de ejecución cuando se planifiquen y se presupuesten obras, porque los valores de referencia pueden subestimar las restricciones que existen en el terreno y que son propias de cada zona.

En la figura N°8 se visualiza gráficamente la información mostrada en la tabla líneas arriba para un mejor entendimiento. Se presenta la comparación de rendimientos expresados en Horas-hombre por unidad de medida (Hh/um) para las partidas estudiadas . En donde el mejor rendimiento o más eficiente uso del esfuerzo se traduce en utilizar menos cantidad de horas hombre para lograr una determinada unidad de medida.

En la mayoría de los casos, se nota que los valores alcanzados en campo son mayores que los referenciales del expediente técnico y de CAPECO. Esta disparidad se debe a variables operativas como la logística restringida, las condiciones geográficas desfavorables y los rasgos de la mano de obra local. Es importante destacar que el expediente técnico muestra estimaciones en condiciones ideales, mientras que los valores de CAPECO son promedios sectoriales a nivel nacional. Por lo tanto, los rendimientos reales encontrados en campo representan una aproximación más fiel del contexto específico de la ejecución.

Figura 8

Comparación de rendimientos en Horas hombres /Unidad de medida



**5.1.2 Determinación de tiempos de la mano de obra en las partidas de: trazo, nivelación y replanteo en zanjas; movimiento de tierras; instalación de tuberías; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorios y concreto  $f_c=210\text{kg/cm}^2$  en muros de reservorios**

**5.1.2.1 Determinación de tiempos en la partida de trazo, niveles y replanteo en zanjas**

El resumen de las actividades que el personal observado ejecutó con más frecuencia se encuentra en la Tabla N°16. Un 47 % de los tiempos productivos se relaciona con el trazado y marcado; mientras un 38 %, con el transporte de materiales que pertenecen a tiempos contributivos y un 15 %, con esperas innecesarias correspondientes a tiempos no productivos.

Se observa que, en la partida estudiada, los periodos productivos son predominantes porque el equipo trabaja la mayor parte de su jornada en tareas que producen un progreso directo, como la alineación, el marcado y el trazado de puntos, que son esenciales para avanzar con la partida. Estas actividades se apoyan en tareas que contribuyen, como limpiar el camino y trasladar herramientas (cintas métricas, yeso, instrumentos topográficos).

Por otro lado, los tiempos improductivos, a pesar de ser moderados, son causados por demoras en la entrega de materiales, largas pausas, retrasos debido a necesidades básicas y pláticas que no tienen relación con el trabajo.

Tabla 16

Resumen de T.P, T.C, T.N.P en la partida de trazo, nivelación y replanteo de zanjas

<b>FECHA:</b> AGOSTO												
<b>CANTIDAD:</b> 3 trabajadores												
<b>PARTIDA:</b> Trazo, nivelación y replanteo de zanjas												
Cuadrilla	Conteo	Ubicación de puntos	Alineamiento de puntos	Marcado y trazado	Conteo	Limpieza del terreno	traslado de materiales	Colocación de guías	Conteo	Reprocesos	Esperas innecesarias	conversaciones
	T. P				T. C				T. N. P			
T-1	53	17	22	14	0	0	0	0	11	4	3	4
T-2	17	0	0	17	37	15	12	10	8	1	2	5
T-3	19	0	0	19	34	8	15	11	9	0	8	1
<b>TOTAL:</b>	<b>89</b>	17	22	50	<b>71</b>	23	27	21	<b>28</b>	5	13	10

ITEM	DESCRIPCION	N ° DE OBS.	N ° DE OBS. %
1	Tiempo productivo (T.P)	89	47%
2	Tiempo contributivo (T.C)	71	38%
3	Tiempo no productivo (T.N.P)	28	15%
<b>TOTAL</b>		188	100%

ITEM	DESCRIPCION-T. P	N ° DE OBS.	N ° DE OBS. %
1	Ubicación de puntos	17	19%
2	Alineamiento de puntos	22	25%
3	Marcado y trazado	50	56%
<b>TOTAL</b>		89	100%

ITEM	DESCRIPCION-T.C	N ° DE OBS.	N ° DE OBS. %
1	Limpieza del terreno	23	32%
2	Traslado de materiales	27	38%
3	Colocación de guías	21	30%
<b>TOTAL</b>		71	100%

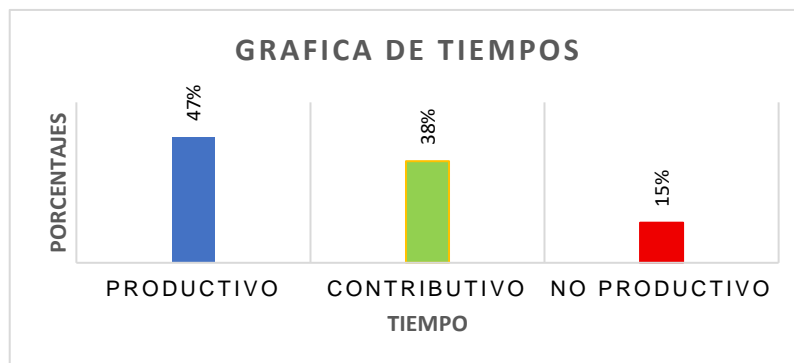
  

ITEM	DESCRIPCION-T.N. P	N ° DE OBS.	N ° DE OBS. %
1	Reprocesos	5	18%
2	Esperas innecesarias	13	46%
3	Conversaciones	10	36%
<b>TOTAL</b>		28	100%

En la figura N°9 se observa gráficamente la distribución de tiempos en general para la partida en mención, en donde se tiene mayor porcentaje de tiempo productivo con 47%.

**Figura 9**

*Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de trazo, nivelación y replanteo en zanjas*



### 5.1.2.2 Determinación de tiempos en la partida de excavación de zanjas para tubería

La Tabla N°17 muestra una síntesis de la distribución de las actividades que el personal observado lleva a cabo con más frecuencia. La cuadrilla de la zona de Lucrez muestra un 50% de tiempos productivos, sobre todo en tareas de excavación; un 7% de tiempos contributivos, relacionados con limpiar el lugar de trabajo; y un 43% de tiempos improductivos, correspondientes a períodos de descanso. En cuanto a la cuadrilla del sector de Chiyic, presenta un 47% de tiempos productivos enfocados en excavación, un 9% de tiempos contributivos dedicados a limpieza y un 44% de tiempos improductivos asociados con conversaciones.

Se observa que ambas cuadrillas tienen tiempos productivos parecidos, con la excavación como actividad principal, lo cual ayuda a completar el tramo asignado. Las actividades que contribuyen, como la limpieza del espacio de trabajo, presentan porcentajes similares en ambas cuadrillas, evidenciando una dinámica operativa parecida a pesar de estar situadas en diferentes zonas. Sin embargo, los dos grupos tienen porcentajes altos de tiempos improductivos, que se repiten en un patrón de comportamiento caracterizado por diálogos innecesarios y descansos largos. Esto se debe a una supervisión ineficaz y a una dinámica grupal permisiva.

Tabla 17

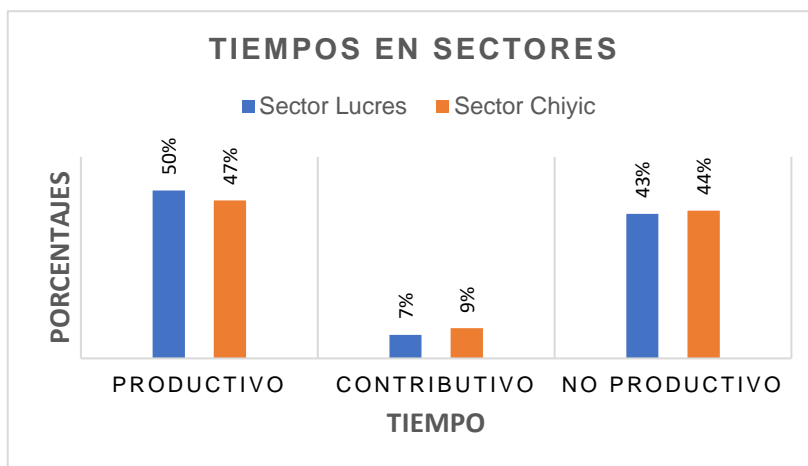
Resumen de T.P, T.C, T.N.P en la partida de excavación de zanjas para tubería

<b>FECHA:</b> AGOSTO											
<b>CANTIDAD:</b> 25 trabajadores (12 trab. Sector Lucre y 13 trab. Sector Chiyic)											
<b>PARTIDA:</b> Excavación de zanjas para tubería-Sector Lucre											
Cuadrilla	Conteo	Prepara. de equipos	Excavación	Conteo	Limpieza del terreno	Mojar con agua	Transporte materiales	Conteo	Descansos	Conversaciones	Necesidades básicas
	T. P			T.C				T.N. P			
T-4	9	1	8	1	1	0	0	12	6	4	2
T-5	10	1	9	1	1	0	0	8	4	2	2
T-6	10	1	9	1	1	0	0	8	4	2	2
T-7	10	1	9	1	1	0	0	8	3	3	2
T-8	10	1	9	1	1	0	0	8	4	3	1
T-9	9	0	9	1	1	0	0	9	3	4	2
T-10	10	1	9	2	1	1	0	7	3	3	1
T-11	10	1	9	2	1	1	0	7	2	3	2
T-12	9	0	9	1	1	0	0	8	5	2	1
T-13	9	0	9	2	1	1	0	8	2	5	1
T-14	9	0	9	3	1	0	2	6	5	1	0
T-15	9	0	9	1	1	0	0	9	4	4	1
<b>TOTAL</b>	<b>114</b>	<b>7</b>	<b>107</b>	<b>17</b>	<b>12</b>	<b>3</b>	<b>2</b>	<b>98</b>	<b>45</b>	<b>36</b>	<b>17</b>
ITEM	<b>DESCRIPCION-Sector Lucre</b>						<b>N DE OBS.</b>		<b>OBS. %</b>		
1	Tiempo productivo (T.P)						114		50%		
2	Tiempo contributivo (T.C)						17		7%		
3	Tiempo no productivo (T.N.P)						98		43%		
<b>TOTAL</b>							<b>229</b>		<b>100%</b>		
<b>PARTIDA:</b> Excavación de zanjas para tubería-Sector Chiyic											
T-16	9	0	9	2	1	0	1	8	4	2	2
T-17	9	0	9	1	1	0	0	9	5	2	2
T-18	9	0	9	3	1	0	2	7	3	3	1
T-19	9	0	9	1	1	0	0	8	3	4	1
T-20	9	0	9	3	1	0	2	8	3	3	2
T-21	9	0	9	1	1	0	0	9	3	4	2
T-22	9	0	9	1	1	0	0	9	2	4	3
T-23	9	0	9	1	1	0	0	9	3	4	2
T-24	9	0	9	3	1	0	2	8	2	4	2
T-25	9	0	9	1	1	0	0	9	4	3	2
T-26	9	0	9	3	1	0	2	7	2	3	2
T-27	9	0	9	1	1	0	0	9	2	5	2
T-28	9	0	9	1	1	0	0	8	3	3	2
<b>TOTAL</b>	<b>117</b>	<b>0</b>	<b>117</b>	<b>22</b>	<b>13</b>	<b>0</b>	<b>9</b>	<b>108</b>	<b>39</b>	<b>44</b>	<b>25</b>
ITEM	<b>DESCRIPCION-Sector Chiyic</b>						<b>N ° DE OBS.</b>		<b>OBS. %</b>		
1	Tiempo productivo (T.P)						117		47%		
2	Tiempo contributivo (T.C)						22		9%		
3	Tiempo no productivo (T.N.P)						108		44%		
<b>TOTAL</b>							<b>247</b>		<b>100%</b>		

En la figura N°10 se visualiza la comparación de tiempos entre cuadrillas, en donde se aprecia que la cuadrilla que labora en el sector de Lucre para la partida en estudio presenta un 3% más de tiempo productivo y en cuanto tiempos no productivos son casi similares con 1% de diferencia.

**Figura 10**

*Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de excavación de zanjas*



### 5.1.2.3 Determinación de tiempos para la partida de excavación de zanja en roca suelta

La Tabla N°18 muestra un resumen de la proporción porcentual de las actividades que llevó a cabo la cuadrilla estudiada. Se anota un 46% de tiempo productivo, que se relaciona sobre todo con la actividad de triturar rocas; un 41% de tiempo contributivo, que tiene que ver con el transporte de materiales; y un 13% de tiempo improductivo, que está mayormente relacionado con diálogos fuera de contexto entre los miembros de la cuadrilla.

La sinergia operativa entre las actividades productivas y contributivas se hace evidente debido a la naturaleza de la partida, porque para sostener el ritmo laboral es necesario que la trituración de rocas esté acompañada de una limpieza constante y de un transporte de material. Este trabajo conjunto facilita el progreso sostenido. Sin embargo, se percibe un porcentaje moderado de tiempos improductivos, que son el resultado de

diálogos largos, esperas innecesarias por falta de materiales, olvido de herramientas y reprocesos provocados por no cumplir con las medidas requeridas en la zanja.

**Tabla 18**

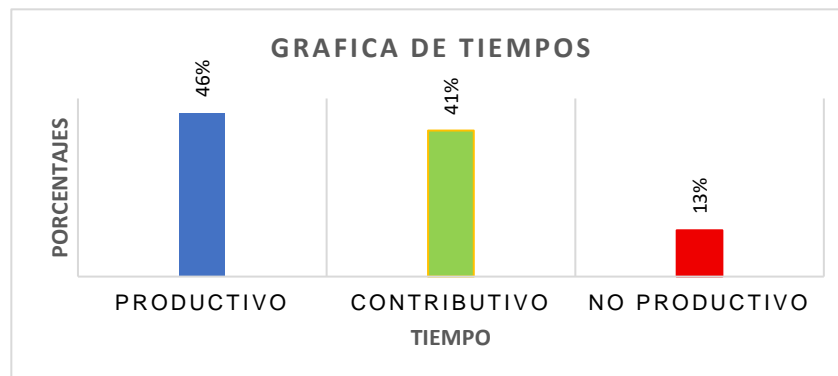
*Resumen de T.P, T.C, T.N.P en la partida de excavación en roca suelta*

<b>FECHA:</b> AGOSTO												
<b>CANTIDAD:</b> 3 trabajadores												
<b>PARTIDA:</b> Excavación de zanja en roca suelta												
Cuadrilla	Conteo	Marcado de puntos	Perforación de rocas	Trituración de roca	Conteo	Evacuación de material	Traslado de materiales	Hechar con agua	Conteo	Reprocesos	Esperas innecesarias	Conversación
	T. P				T. C				T.N . P			
T-29	45	13	16	16	0	0	0	0	5	2	0	3
T-30	13	0	0	13	33	23	9	1	6	2	2	2
T-31	18	0	1	17	35	4	22	9	10	1	5	4
<b>TOTAL</b>	<b>76</b>	<b>13</b>	<b>17</b>	<b>46</b>	<b>68</b>	<b>27</b>	<b>31</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>9</b>
ITEM	DESCRIPCION		N ° DE OBS.		N ° DE OBS. %							
1	Tiempo productivo (T.P)		76		46%							
2	Tiempo contributivo (T.C)		68		41%							
3	Tiempo no productivo (T.N.P)		21		13%							
<b>TOTAL</b>			<b>165</b>		<b>100%</b>							
ITEM	DESCRIPCION-T. P		N ° DE OBS.		N ° DE OBS. %							
1	Marcado de puntos		13		17%							
2	Perforación de rocas		17		22%							
3	Trituración de roca		46		61%							
<b>TOTAL</b>			<b>76</b>		<b>100%</b>							
ITEM	DESCRIPCION-T.C		N ° DE OBS.		N ° DE OBS. %							
1	Evacuación de material		27		40%							
2	Traslado de materiales		31		46%							
3	Hechar con agua		10		14%							
<b>TOTAL</b>			<b>68</b>		<b>100%</b>							
ITEM	DESCRIPCION-T.N. P		N ° DE OBS.		N ° DE OBS. %							
1	Reprocesos		5		24%							
2	Esperas innecesarias		7		33%							
3	Conversaciones		9		43%							
<b>TOTAL</b>			<b>21</b>		<b>100%</b>							

En la figura N°11 se observa gráficamente la distribución de tiempos, en donde se tiene un tiempo productivo de 46% que se entiende como trabajo constante.

**Figura 11**

*Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en excavación de zanjas de zanja en roca suelta*



#### **5.1.2.4 Determinación de tiempos para la partida cama de apoyo para tubería PVC-SAP**

El resumen de las actividades que el personal observado lleva a cabo con más frecuencia durante su jornada laboral de 8 horas, la cual está relacionada con la partida de cama de apoyo para tubería PVC-SAP, puede verse en la Tabla N°19. La cuadrilla del sector de Chiyic reporta un 50% de tiempos productivos, en su mayoría por el tendido de cama; un 30% de tiempos contributivos, relacionados con el perfilado de zanjas; y un 20% de tiempos no productivos, conectados a diálogos. En cuanto a la cuadrilla del sector de Lucre, esta también muestra un 50% de tiempos productivos en el tendido de cama, un 29% en perfilado de zanjas y un 21% en tiempos improductivos debido a diálogos fuera de contexto.

A pesar de trabajar en sectores diferentes, se observa que las dos cuadrillas tienen el mismo porcentaje de tiempos productivos, lo cual demuestra un compromiso continuado con la ejecución directa de la partida. Este rendimiento está respaldado por tareas productivas como el perfilado de zanjas, que tienen porcentajes parecidos y posibilitan conservar un ritmo de trabajo sostenido y con escasas interrupciones. Sin embargo, se observan periodos de baja productividad que son relativamente elevados, causados por diálogos extensos entre trabajadores, esperas innecesarias a causa del olvido de

materiales y reprocesos originados por pendientes mal ejecutadas en la cama de apoyo; esto interfiere con el progreso adecuado de la partida.

**Tabla 19**

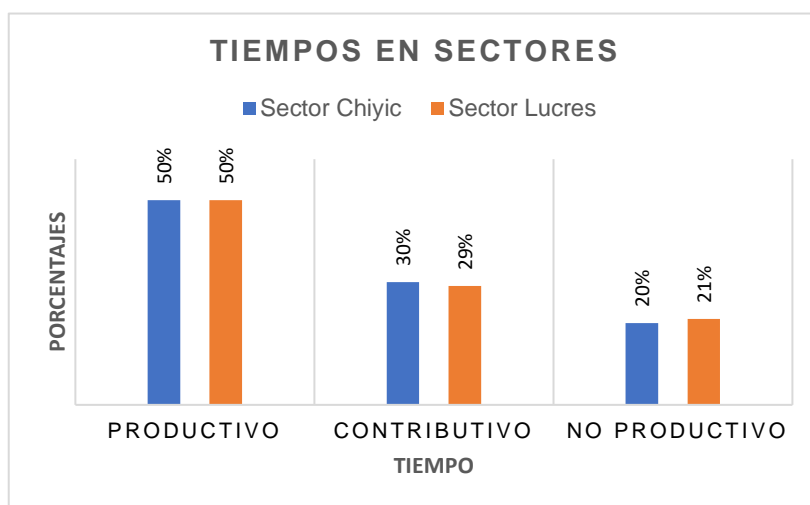
*Resumen de tiempos para la partida cama de apoyo para tubería PVC-SAP*

<b>FECHA:</b> AGOSTO												
<b>CANTIDAD:</b> 6 trabajadores ( 3 trab. de sector Chiyic y 3 trab. Sector Luces)												
<b>PARTIDA:</b> Cama de apoyo para tubería PVC-SAP-Sector Chiyic												
Cuadrilla	Conteo	Cernido de tierra	Tendido de	Compactaci	Conteo	Limpieza de	Perfilado de zanias	Traslado de	Conteo	Esperas innecesarias	Conversaciones-	Reprocesos
	T.P				T.C				T.N.P			
<b>Cuad.N°1</b>												
T-32	15	8	7	0	61	13	23	25	21	7	11	3
T-33	65	38	23	4	15	1	2	12	21	7	9	5
T-34	69	0	31	38	16	2	4	10	18	5	9	4
<b>TOTAL:</b>	<b>149</b>	46	61	42	<b>92</b>	16	29	47	<b>60</b>	19	29	12
ITEM	<b>DESCRIPCION-Sector Chiyic</b>							<b>N ° DE OBS.</b>		<b>OBS.%</b>		
1	Tiempo productivo (T.P)							149		50%		
2	Tiempo contributivo (T.C)							92		30%		
3	Tiempo no productivo (T.N.P)							60		20%		
	<b>TOTAL</b>							<b>301</b>		<b>100%</b>		
<b>PARTIDA:</b> Cama de apoyo para tubería PVC-SAP-Sector Luces												
<b>Cuad.N°2</b>												
T-35	14	5	9	0	50	13	20	17	20	5	12	3
T-36	58	36	20	2	15	1	4	10	20	3	12	5
T-37	65	0	28	37	15	2	4	9	18	6	9	3
<b>TOTAL:</b>	<b>137</b>	41	57	39	<b>80</b>	16	28	36	<b>58</b>	14	33	11
ITEM	<b>DESCRIPCION-Sector Luces</b>							<b>N ° DE OBS.</b>		<b>OBS. %</b>		
1	Tiempo productivo (T.P)							137		50%		
2	Tiempo contributivo (T.C)							80		29%		
3	Tiempo no productivo (T.N.P)							58		21%		
	<b>TOTAL</b>							<b>275</b>		<b>100%</b>		

En la figura N°12 se visualiza la comparativa de tiempos entre los dos sectores, en donde se aprecia que ambas cuadrillas tienen el mismo porcentaje de tiempo productivo, es decir 50%, mientras en los demás tiempos no se visualizan variaciones de gran magnitud.

**Figura 12**

*Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de cama de apoyo para tubería PVC-SAP*



#### **5.1.2.5 Determinación de tiempos para la partida de relleno y compactado con material propio en zanjas**

El resumen de las tareas a lo largo del horario laboral diario, en las que el personal de campo reparte su tiempo, se muestra en la Tabla N°20. La cuadrilla analizada presenta un 66% de tiempo productivo, sobre todo en la actividad de paleo de tierra; un 20% de tiempo contributivo, relacionado con el traslado de materiales; y un 14% de tiempo improductivo, correspondiente a esperas sin razón y pláticas extensas.

Se demuestra en esta partida que el equipo emplea la mayor parte de su tiempo realizando directamente la tarea, a través de actividades como picar el terreno y palear hacia la zanja. Estas actividades se llevan a cabo gracias a acciones de colaboración, como mojar el suelo duro para facilitar el piqueo y el transporte de tierra cuando no hay en las cercanías. Aunque la mayoría del tiempo es productivo, existe un margen de actividades improductivas que influyen en el ritmo de trabajo, como son las largas charlas entre compañeros y los errores en el proceso de relleno.

Tabla 20

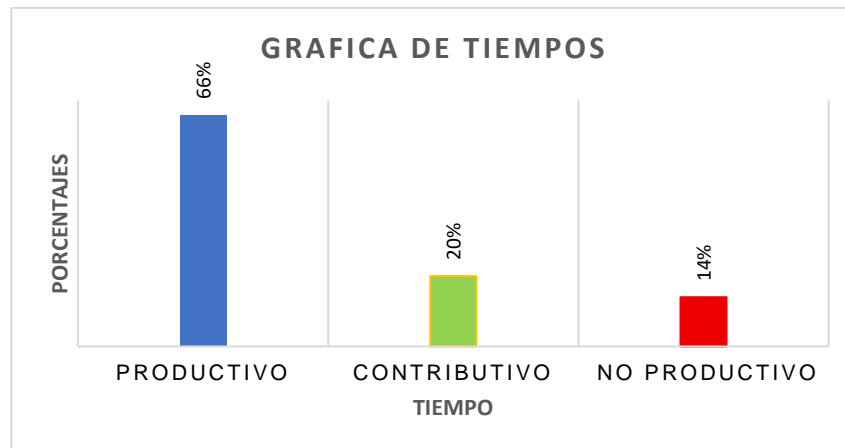
Resumen de tiempos en la partida de relleno y compactado con material propio

FECHA: AGOSTO															
CANTIDAD: 3 trabajadores															
PARTIDA: Relleno y compactado con material propio en zanjas															
Cuadrilla	Conteo		Aflojar el terreno(piqueo)	Proceso de paleo	Compactado manual	Conteo		Hechar con agua	Transporte de materiales	Acopio de piedras	Conteo		Reprocesos	Esperas innecesarias	Conversaciones
	Cat	T.P				Tiempo productivo	T.C				Tiempo contributivo	T.N .P			
T-38	pe	51	13	31	7	14	6	6	2	10	2	7	1		
T-39	pe	48	16	25	7	16	4	8	4	10	4	2	4		
T-40	pe	50	16	29	5	14	4	8	2	12	4	2	6		
<b>TOT.:</b>		<b>149</b>	45	85	19	<b>44</b>	14	22	8	<b>32</b>	10	11	11		
ITEM	DESCRIPCION					N ° DE OBS.		N ° DE OBS. %							
1	Tiempo productivo (T.P)					149		66%							
2	Tiempo contributivo (T.C)					44		20%							
3	Tiempo no productivo (T.N.P)					32		14%							
<b>TOTAL</b>						<b>225</b>		<b>100%</b>							
ITEM	DESCRIPCION-T. P					N ° DE OBS.		N ° DE OBS. %							
1	Aflojar el terreno(piqueo)					45		30%							
2	Proceso de paleo					85		57%							
3	Compactado manual					19		13%							
<b>TOTAL</b>						<b>149</b>		<b>100%</b>							
ITEM	DESCRIPCION-T.C					N ° DE OBS.		N ° DE OBS. %							
1	Hechar con agua					14		32%							
2	Transporte de materiales					22		50%							
3	Acopio de piedras					8		18%							
<b>TOTAL</b>						<b>44</b>		<b>100%</b>							
ITEM	DESCRIPCION-T.N. P					N ° DE OBS.		N ° DE OBS. %							
1	Reprocesos					10		31%							
2	Esperas innecesarias					11		34%							
3	Conversaciones					11		34%							
<b>TOTAL</b>						<b>32</b>		<b>100%</b>							

La Figura N°13 ilustra gráficamente cómo está distribuido el tiempo en la partida estudiada. Un porcentaje alto de tiempo productivo (66%) indica que el personal está muy dedicado a las tareas que se relacionan directamente con el progreso de la partida.

**Figura 13**

*Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de relleno y compactado con material propio*



#### **5.1.2.6 Determinación de tiempos para la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"**

La distribución de tiempos que se observó en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2" está mostrada en la Tabla N°21. La cuadrilla situada en la zona de Chiyic tiene un 37 % de tiempo productivo, concentrado en la colocación de tuberías; un 32 % de tiempo contributivo, relacionado con el transporte de materiales; y un 31 % de tiempo improductivo, sobre todo debido a pláticas fuera de contexto. A diferencia, el equipo del sector de Lucrez muestra un 34% de tiempo productivo en la misma tarea, un 36% de tiempo contributivo en el traslado de materiales y un 30% de tiempo improductivo, que también está relacionado con conversaciones.

Aunque ambas cuadrillas realizan tareas semejantes, se nota una diferencia importante en los tiempos productivos. Esta fluctuación tiene que ver con la organización interna del grupo y la eficacia en su ejecución. Las dos cuadrillas muestran porcentajes altos de tiempos improductivos, con patrones similares como reprocesos en la instalación de tuberías, prolongadas charlas entre compañeros de trabajo y demoras a causa de la falta de insumos en el lugar de trabajo. Estos elementos tienen un impacto negativo en el

tiempo de ejecución efectiva y demuestran la importancia de optimizar la supervisión y la logística operacional en campo.

**Tabla 21**

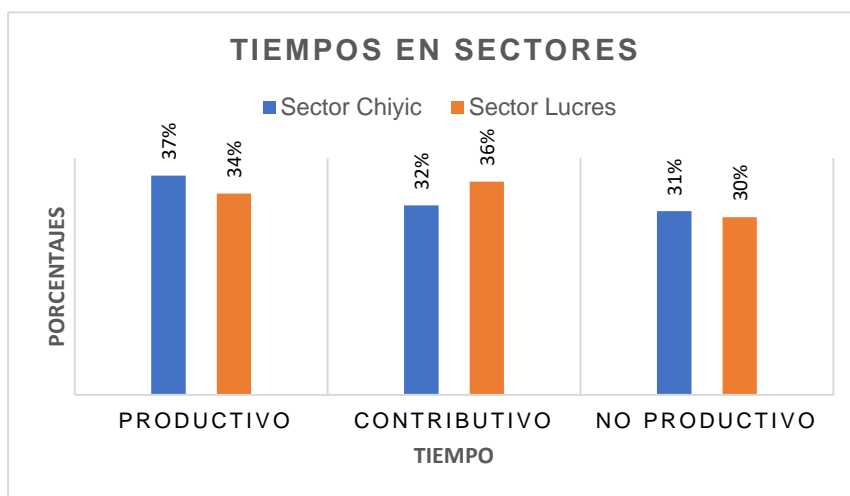
*Resumen de tiempos en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"*

<b>FECHA: AGOSTO</b>													
<b>CANTIDAD: 6 trabajadores (3 trab. Sector Chiyic y 3 trab. Sector Lucre)</b>													
<b>PARTIDA: Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"-Sector Chiyic</b>													
Cuadrilla	Cat	T.P	Conteo			T.C	Conteo			T. N. P	Conteo		
			Preparación y nivelación de la base	Instalación de tubería	Relleno		Perfilado y limpieza de zanjas	Traslado de materiales	Raspado de tuberías(campanas)		Esperas innecesarias	Conversaciones- necesidades básicas	Reprocesos
Cuad. N°1			Tiempo productivo				Tiempo contributivo				Tiempo no productivo		
T-41	pe	10	3	0	7	19	4	12	3	14	4	8	2
T-42	ofi	19	6	10	3	13	0	5	8	15	5	7	3
T-43	oper.	20	2	16	2	11	0	5	6	13	3	7	3
<b>TOTAL:</b>		<b>49</b>	11	26	12	<b>43</b>	4	22	17	<b>42</b>	12	22	8
ITEM	<b>DESCRIPCION-Sector Chiyic</b>								N ° DE OBS.		OBS. %		
1	Tiempo productivo (T.P)								49		37%		
2	Tiempo contributivo (T.C)								43		32%		
3	Tiempo no productivo (T.N.P)								42		31%		
<b>TOTAL</b>									134		100%		
<b>Partida: Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"-Sector Lucre</b>													
<b>Cuad. N°2</b>													
T-44	pe	13	4	0	9	21	3	14	4	14	5	7	2
T-45	ofi	16	5	8	3	16	0	8	8	15	4	8	3
T-46	oper.	17	2	14	1	13	0	7	6	12	2	7	3
<b>TOTAL:</b>		<b>46</b>	11	22	13	<b>50</b>	3	29	18	<b>41</b>	11	22	8
TEM	<b>DESCRIPCION-Sector Lucre</b>								N ° DE OBS.		OBS. %		
1	Tiempo productivo (T.P)								46		34%		
2	Tiempo contributivo (T.C)								50		36%		
3	Tiempo no productivo (T.N.P)								41		30%		
<b>TOTAL</b>									137		100%		

En la figura N°14 se visualiza la comparativa de tiempos entre ambos sectores.

**Figura 14**

*Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-10 D= 1 1/2"*



#### **5.1.2.7 Determinación de tiempos para la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"**

En la tabla N°22 se aprecia que el grupo de trabajo ubicado en el sector de Chiyic presenta un 39% de tiempos productivos con la acción más repetida de instalar tubería, seguido tienen tiempos contributivo en 31% con la actividad de traslado de material, después obtienen 30% de tiempo no productivo con el hecho de conversaciones. Por otro lado, la cuadrilla en el sector de Lucres tiene un 38% de tiempo productivo con instalación de tubería, posteriormente tiene un 32% en tiempos contributivos con traslado de material y un 30% en tiempos no productivos con conversaciones.

Se nota que las dos cuadrillas tienen porcentajes parecidos en la repartición global de tiempos, con una pequeña superioridad de tiempo productivo para la cuadrilla de Chiyic. Este enfoque más operativo se ve en acciones productivas como nivelación de áreas mal realizadas y rellenos en zonas con una inclinación significativa, que ayudan a prevenir movimiento de la tubería por la propia gravedad del tendido. Sin embargo, las dos cuadrillas tienen altos porcentajes de tiempo improductivo, sobre todo debido a largas conversaciones entre los trabajadores, distracciones que provocan errores en la instalación y esperas innecesarias por falta de materiales en campo.

Tabla 22

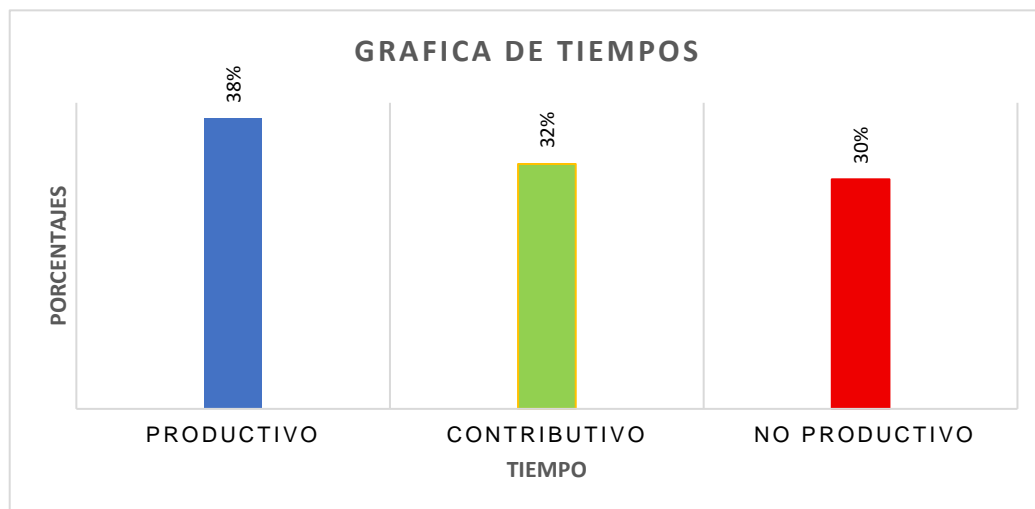
Resumen de tiempos en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"

<b>FECHA:</b> AGOSTO														
<b>CANTIDAD:</b> 6 trabajadores (3 trab. Sector Chiyic v 3 trab. Sector Lucre)														
<b>PARTIDA:</b> Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"-Sector Chiyic														
Cuadrilla	Conteo		Preparación y nivelación de la tubería	Instalación de tubería	Relleno	Conteo		Perfilado y traslado de materiales	Raspado de tuberías(campana)	Conteo		Esperas innecesarias	Conversaciones-necesidades	Reprocesos
	Cuad.N°	C				T.P	T.C			T.N	.P			
T-41	pe	11	4	0	7	18	4	11	3	14	6	7	1	
T-42	ofi	20	8	10	2	13	0	6	7	13	6	6	1	
T-43	op	22	4	16	2	12	0	7	5	15	6	7	2	
<b>TOTAL:</b>		<b>53</b>	16	26	11	<b>43</b>	4	24	15	<b>42</b>	18	20	4	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION-Sector Chiyic</b>							<b>N ° DE OBS.</b>		<b>OBS. %</b>				
1	Tiempo productivo (T.P)							53		39%				
2	Tiempo contributivo (T.C)							43		31%				
3	Tiempo no productivo (T.N.P)							42		30%				
	<b>TOTAL</b>							138		100%				
<b>Partida:</b> Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"-Sector Lucre														
Cuadrilla N°2														
T-44	pe	12	5	0	7	18	4	10	4	16	4	8	4	
T-45	ofi	20	8	10	2	15	0	7	8	13	6	5	2	
T-46	op	23	5	16	2	15	0	9	6	16	6	8	2	
<b>TOTAL:</b>		<b>55</b>	18	26	11	<b>48</b>	4	26	18	<b>45</b>	16	21	8	
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION-Sector Lucre</b>							<b>N ° DE OBS.</b>		<b>OBS. %</b>				
1	Tiempo productivo (T.P)							55		38%				
2	Tiempo contributivo (T.C)							48		32%				
3	Tiempo no productivo (T.N.P)							45		30%				
	<b>TOTAL</b>							148		100%				

La distribución general de los tiempos promedios de ambas cuadrillas para la partida estudiada se presenta en la Figura N°15. Se percibe una alta proporción de tiempos improductivos en relación con los productivos y contributivos, lo que demuestra que hay fallas en la organización del trabajo a nivel operativo y en el campo.

**Figura 15**

*Grafica de tiempos generales (T.P, T.C, T.N.P) partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2”*



#### **5.1.2.8 Determinación de tiempos para la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3”**

La Tabla N°23 muestra cómo se distribuyen los tiempos de la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3”. Los trabajadores en Chiyic tiene un 32% de tiempo productivo, enfocado en la instalación de tuberías; un 38% de tiempo contributivo, relacionado con el transporte de materiales; y un 30% de tiempo improductivo, que está ligado sobre todo a pláticas. En cuanto a la cuadrilla del sector de Lucre, esta muestra un 36% de tiempo productivo en una actividad idéntica a la primera cuadrilla, un 34% de tiempo contributivo en el transporte de materiales y un 30% de tiempo improductivo, igualmente vinculado con diálogos.

Se nota que las dos cuadrillas realizan actividades parecidas, pero con algunas diferencias en la frecuencia con la que se ejecutan. La cuadrilla de Lucre dedica más tiempo a la realización directa de las tareas productivas, mientras que la cuadrilla de Chiyic se enfoca más en los trabajos contributivos necesarios para mantener el ritmo laboral, como mover materiales y preparar el frente de instalación. Sin embargo, las dos cuadrillas muestran altos porcentajes de tiempos improductivos, originados por frecuentes pláticas

entre trabajadores, distracciones durante la jornada laboral y fallos en la instalación que requieren hacer correcciones o cambiar tuberías y accesorios.

**Tabla 23**

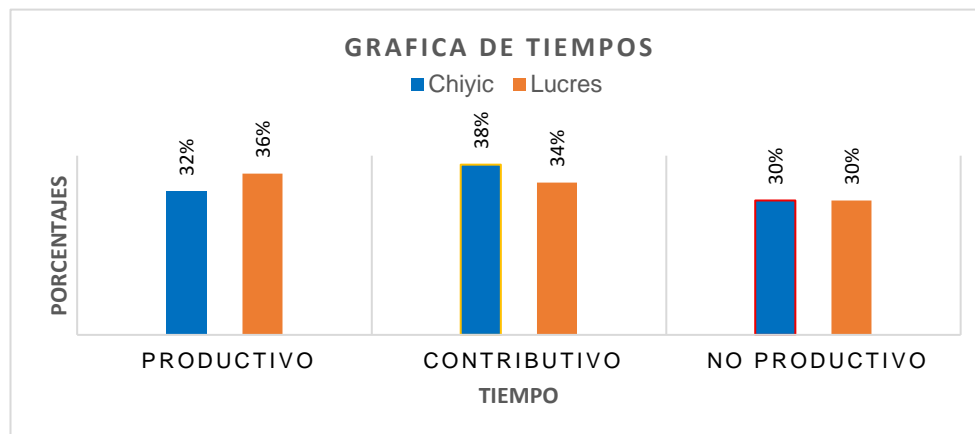
*Resumen de tiempos T.P, T.C, T.N.P en la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"*

<b>FECHA:</b>		AGOSTO											
<b>CANT:</b>		6 trabajadores											
<b>PART.</b>		Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"-Sector Chiyic											
<b>Cuadrilla</b>	<b>Conteo</b>	Preparación y Instalación de			<b>Conteo</b>	Perfilado y limpieza	Traslado de materiales	Raspado de tuberías(campanas	<b>Conteo</b>	Esperas innecesarias	Conversaciones- necesidades	Reprocesos	
<b>Cuad.N°</b>	<b>Cat</b>	<b>T.P</b>	<b>Tiempo productivo</b>			<b>T.C</b>	<b>Tiempo contributivo</b>			<b>T.N.P</b>	<b>tiempo no productivo</b>		
<b>1</b>													
T-41	pe	5	2	0	3	12	3	7	2	8	3	4	1
T-42	ofi	9	4	4	1	9	0	4	5	8	4	3	1
T-43	op	11	1	8	2	8	0	4	4	7	2	2	3
<b>TOTAL:</b>		<b>25</b>	7	12	6	<b>29</b>	3	15	11	<b>23</b>	9	9	5
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION-Sector Chiyic</b>						<b>N ° DE OBS.</b>			<b>N ° DE OBS. %</b>			
1	Tiempo productivo (T.P)						25			32%			
2	Tiempo contributivo (T.C)						29			38%			
3	Tiempo no productivo (T.N.P)						23			30%			
<b>TOTAL</b>							77			100%			
<b>Partida:</b> Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"- Sector Lucres													
<b>Cuad.N°2</b>													
T-44	pe	8	5	0	3	11	2	6	3	7	2	4	1
T-45	ofi	9	3	5	1	8	0	4	4	9	4	3	2
T-46	op	10	1	7	2	7	0	4	3	7	2	3	2
<b>TOTAL:</b>		<b>27</b>	19	12	6	<b>26</b>	2	14	10	<b>23</b>	8	10	5
<b>ITEM</b>	<b>DESCRIPCION-Sector Lucres</b>						<b>N ° DE OBS.</b>			<b>N ° DE OBS. %</b>			
1	Tiempo productivo (T.P)						27			36%			
2	Tiempo contributivo (T.C)						26			34%			
3	Tiempo no productivo (T.N.P)						23			30%			
<b>TOTAL</b>							76			100%			

En la figura N°16 se observa la distribución grafica de los datos mostrados en la tabla líneas arriba.

**Figura 16**

*Grafica de tiempos (T.P, T.C, T.N.P) en instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"*



#### 5.1.2.9 Determinación de tiempos en la partida de encofrado y desencofrado normal (en muros laterales de reservorios)

El resumen de las actividades asociadas a la partida de encofrado y desencofrado normal en los muros laterales de los reservorios se presenta en la Tabla N°24. La cuadrilla número 1 tiene un 50% de tiempo productivo, enfocándose en el encofrado; la cuadrilla número 2 tiene un 49% y la 3 un 48%, todos ellos en la misma actividad. La cuadrilla número 1 tiene un 32% en el transporte de materiales en términos de tiempos contributivos, mientras que la cuadrilla 2 tiene un 31% y la cuadrilla 3 tienen un 30% en la misma operación. En cuanto a los tiempos improductivos, el principal tipo de actividad que realizan todas las cuadrillas son las charlas innecesarias, con porcentajes del 18%, 20% y 22%, respectivamente.

Las tres cuadrillas muestran porcentajes elevados de tiempo productivo, lo que indica una inversión importante de tiempo de mano de obra en la realización directa de la partida, sobre todo en el encofrado y la preparación de formas. El transporte continuo de materiales, que ayuda a conservar el ritmo operacional, es una de las acciones contributivas que sostienen estas actividades. Sin embargo, se detectan altos porcentajes de tiempos improductivos que surgen a partir de charlas largas entre los trabajadores de las cuadrillas y distracciones que conducen a errores. Si bien estas actividades no

obstaculizan el desarrollo de las tareas, sí influyen en su progreso ideal y muestran posibilidades de mejorar la disciplina grupal.

**Tabla 24**

*Resumen de tiempos para la partida de encofrado y desencofrado de muros en reservorios*

<b>FECHA:</b> Setiembre														
<b>CANTIDAD:</b> 15 trabajadores														
<b>PARTIDA:</b> Encofrado y desencofrado normal en muros en reservorios														
Cuadrilla	Cat	Conteo		Medición y marcado	Preparación de materiales	Instalación de encofrado	Conteo	Limpieza del área de trabajo	Transporte de materiales	Movimiento de equipos	Conteo	Esperas innecesarias	Conversaciones -necesidades	Reprocesos
		T.P	T.C											
Encofrado y desencofrado normal en muros de Reservorio N°2-Cuadrilla N°1														
T-47	pe	16	50	1	3	12	12	33	5	17	4	8	5	
T-48	pe	33	36	6	12	15	3	27	6	16	5	7	4	
T-49	pe	43	37	6	23	14	0	26	11	17	2	11	4	
T-50	of	64	11	31	22	11	0	9	2	16	4	9	3	
T-51	op	60	6	14	11	35	0	5	1	14	3	8	3	
<b>TOTAL</b>		<b>216</b>	<b>140</b>	<b>38</b>	<b>80</b>	<b>98</b>	<b>15</b>	<b>100</b>	<b>25</b>	<b>80</b>	<b>18</b>	<b>43</b>	<b>19</b>	
		<b>TP</b>	<b>TC</b>	<b>Tiempo productivo</b>		<b>Tiempo contributivo</b>		<b>TNP</b>	<b>Tiempo no productivo</b>					
Encofrado y desencofrado normal en muros de Reservorio N°4-Cuadrilla N°2														
T-52	pe	17	46	4	0	13	13	25	8	16	7	7	2	
T-53	pe	38	36	7	16	15	4	23	9	18	7	8	3	
T-54	pe	41	26	11	13	17	4	17	5	18	4	12	2	
T-55	of	58	12	11	23	24	1	8	3	15	3	6	6	
T-56	op	54	8	9	10	35	0	7	1	18	4	9	5	
<b>TOTAL</b>		<b>208</b>	<b>128</b>	<b>42</b>	<b>62</b>	<b>104</b>	<b>22</b>	<b>80</b>	<b>26</b>	<b>85</b>	<b>25</b>	<b>42</b>	<b>18</b>	
Encofrado y desencofrado normal en muros de Reservorio N°5-Cuadrilla N°3														
T-57	pe	14	41	0	0	14	14	20	7	15	4	8	3	
T-58	pe	30	31	5	13	12	5	15	11	14	3	9	2	
T-59	pe	35	24	10	12	13	3	17	4	17	6	5	6	
T-60	of	50	11	9	20	21	0	10	1	18	7	6	5	
T-61	op	50	7	6	11	33	1	6	0	17	2	9	6	
<b>TOTAL:</b>		<b>179</b>	<b>114</b>	<b>30</b>	<b>56</b>	<b>93</b>	<b>23</b>	<b>68</b>	<b>23</b>	<b>81</b>	<b>22</b>	<b>37</b>	<b>22</b>	
<b>DESCRIPCION-Cuadrilla N°1</b>							<b>N ° DE OBS.</b>	<b>N ° DE OBS. %</b>						
1	Tiempo productivo (T.P)						216	50%						
2	Tiempo contributivo (T.C)						140	32%						
3	Tiempo no productivo (T.N.P)						80	18%						
<b>TOTAL</b>							<b>436</b>	<b>100%</b>						

ITEM	DESCRIPCION-Cuadrilla N°2	N ° DE OBS.	N ° DE OBS. %
1	Tiempo productivo (T.P)	208	49%
2	Tiempo contributivo (T.C)	128	31%
3	Tiempo no productivo (T.N.P)	85	20%
<b>TOTAL</b>		421	100%

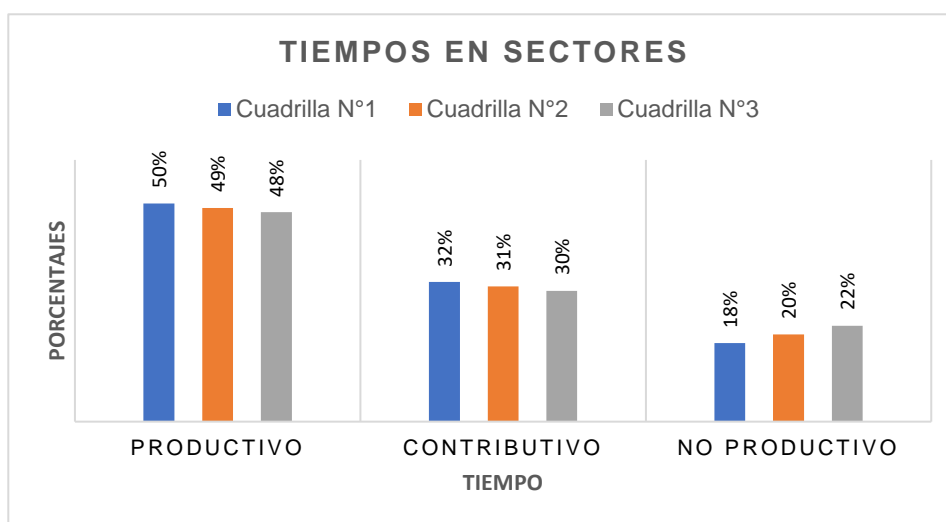
  

ITEM	DESCRIPCION-Cuadrilla N°3	N ° DE OBS.	N ° DE OBS. %
1	Tiempo productivo (T.P)	179	48%
2	Tiempo contributivo (T.C)	114	30%
3	Tiempo no productivo (T.N.P)	81	22%
<b>TOTAL</b>		374	100%

La comparación visual de los tiempos anotados por cada cuadrilla en la partida de encofrado y desencofrado se muestra en la Figura N°17. La cuadrilla número 1 se destaca por tener el porcentaje más alto de tiempo productivo, lo que señala una mayor dedicación directa a la realización de la tarea principal. Este desempeño se apoya en una articulación apropiada con actividades que contribuyen, como el transporte de materiales. Sin embargo, el porcentaje de tiempos improductivos se mantiene igual para todos los grupos de trabajo, en su mayoría debido a largas charlas y distracciones en campo.

### Figura 17

*Grafica de tiempos por cuadrillas (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio*



#### **5.1.2.10 Determinación de tiempos en la partida de concreto $f_c=210$ kg/cm<sup>2</sup> (vaciado en muros laterales de reservorios)**

La tabla N° 25 muestra un resumen de las actividades relacionadas con la partida de vaciado de concreto  $f_c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en los muros laterales de los reservorios. La cuadrilla número uno tiene un 36% de tiempo productivo, enfocado en el transporte de mezcla; la cuadrilla número dos llega al 37% en esta misma tarea y la cuadrilla número tres alcanza el 39%. Respecto a los tiempos de contribución, la cuadrilla número uno muestra un 42% de alimentación de materiales al mezclador, en comparación con las cuadrillas número dos y número tres, que tienen un 39% en el mismo procedimiento. En cuanto a los periodos no productivos, las charlas innecesarias son la actividad más común en todos los equipos, con porcentajes del 22%, 24% y 22% respectivamente.

Es evidente que los tres grupos tienen un alto porcentaje de tiempo productivo, lo cual muestra una buena organización a nivel grupal y una inversión importante de tiempo de la mano de obra en el vaciado y transporte de mezcla. La operación de estas actividades se mantiene gracias a acciones contributivas, como la continua alimentación de agregados a la mezcladora, el transporte de equipos y el traslado de carretillas con mezcla. Sin embargo, se detectan porcentajes altos de tiempos improductivos que son causados por distracciones, errores en la alimentación de la mezcladora, momentos de descanso largos y constantes charlas fuera de contexto que afectan el ritmo laboral. A pesar de que se logran los objetivos diarios, estas interrupciones influyen la estabilidad operacional .

Tabla 25

Resumen de tiempos en la partida de concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ 

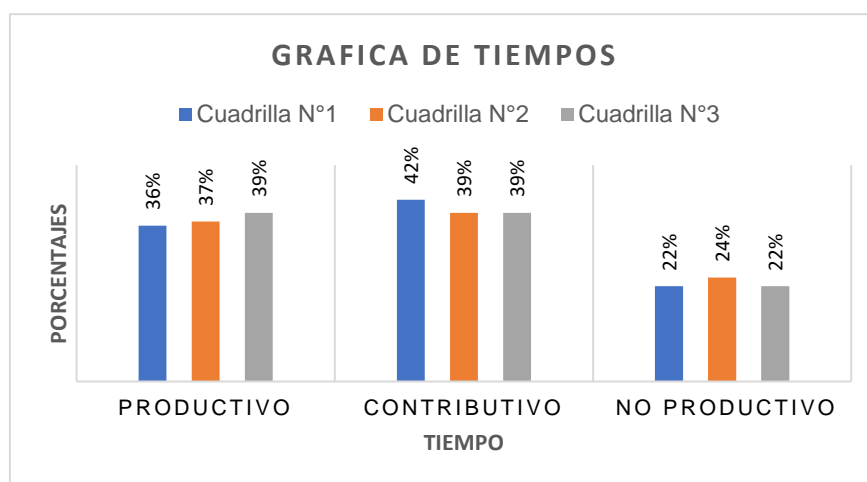
<b>FECHA:</b> SETIEMBRE													
<b>CANTIDAD:</b> 21 trabajadores													
<b>PARTIDA:</b> Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en muros de reservorio													
Cuadrilla	Cat	Conteo T.P	Transporte de mezcla			Conteo T.C	Limpieza del área de trabajo			Conteo T.N. P	Esperas innecesarias		
			Vaciado- acomodo	Vibrado	Tiempo productivo		Alimentación de materiales	Movimiento de equipos	Tiempo no productivo		Conversaciones- necesidades	Reprocesos	
Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en muros de reservorio N°2-Cuadrilla N°1													
T-62	pe	2	2	0	0	51	7	43	1	17	6	10	1
T-63	pe	3	3	0	0	50	7	41	2	14	5	7	2
T-64	pe	39	38	0	1	13	5	5	3	15	2	11	2
T-65	pe	37	37	0	0	12	3	7	2	15	6	7	2
T-66	of	0	0	0	0	58	7	9	42	16	6	9	1
T-67	pe	36	34	0	2	16	2	12	2	15	4	11	0
T-68	op	59	0	43	16	6	3	0	3	15	6	8	1
<b>TOTAL:</b>		<b>176</b>	114	43	19	<b>206</b>	34	117	55	<b>107</b>	35	63	9
Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en muros de reservorio N°4-Cuadrilla N°2													
T-69	pe	14	13	0	1	39	6	31	2	16	6	10	0
T-70	pe	17	17	0	0	33	4	28	1	14	7	7	0
T-71	pe	22	20	0	2	31	3	27	1	18	7	7	4
T-72	pe	33	33	0	0	17	3	14	0	16	4	9	3
T-73	of	0	0	0	0	63	3	15	45	18	5	12	1
T-74	pe	43	37	2	4	10	2	8	0	18	8	10	0
T-75	op	58	0	45	13	4	4	0	0	19	8	8	3
<b>TOTAL:</b>		<b>187</b>	120	47	20	<b>197</b>	25	123	49	<b>119</b>	45	63	11
Concreto $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$ en muros de reservorio N°5-Cuadrilla N°3													
T-76	pe	18	18	0	0	35	2	31	2	18	8	9	1
T-77	pe	18	18	0	0	35	3	31	1	16	5	9	2
T-78	pe	27	25	0	2	25	3	22	0	15	6	9	0
T-79	pe	28	27	0	1	30	5	24	1	16	9	7	0
T-80	of	0	0	0	0	69	5	19	45	18	8	7	3
T-81	pe	51	44	0	7	10	4	4	2	16	7	8	1
T-82	op	59	0	45	14	2	2	0	0	18	6	11	1
<b>TOTAL:</b>		<b>201</b>	132	45	24	<b>206</b>	24	131	51	<b>117</b>	49	60	8
ITEM	<b>DESCRIPCION-Cuadrilla N°1</b>					<b>N ° DE OBS.</b>				<b>OBS. %</b>			
1	Tiempo productivo (T.P)					176				36%			
2	Tiempo contributivo (T.C)					206				42%			
3	Tiempo no productivo (T.N.P)					107				22%			
	<b>TOTAL</b>					<b>489</b>				<b>100%</b>			
ITEM	<b>DESCRIPCION-Cuadrilla N°2</b>					<b>N ° DE OBS.</b>				<b>OBS. %</b>			
1	Tiempo productivo (T.P)					187				37%			
2	Tiempo contributivo (T.C)					197				39%			
3	Tiempo no productivo (T.N.P)					119				24%			
	<b>TOTAL</b>					<b>503</b>				<b>100%</b>			

ITEM	DESCRIPCION-Cuadrilla N°3	N ° DE OBS.	OBS. %
1	Tiempo productivo (T.P)	201	39%
2	Tiempo contributivo (T.C)	206	39%
3	Tiempo no productivo (T.N.P)	117	22%
<b>TOTAL</b>		<b>524</b>	<b>100%</b>

En la figura N°18 se visualiza la comparativa de tiempos entre las tres cuadrillas, en donde se aprecia que el tiempo productivo es casi igual entre las cuadrillas observadas.

**Figura 18**

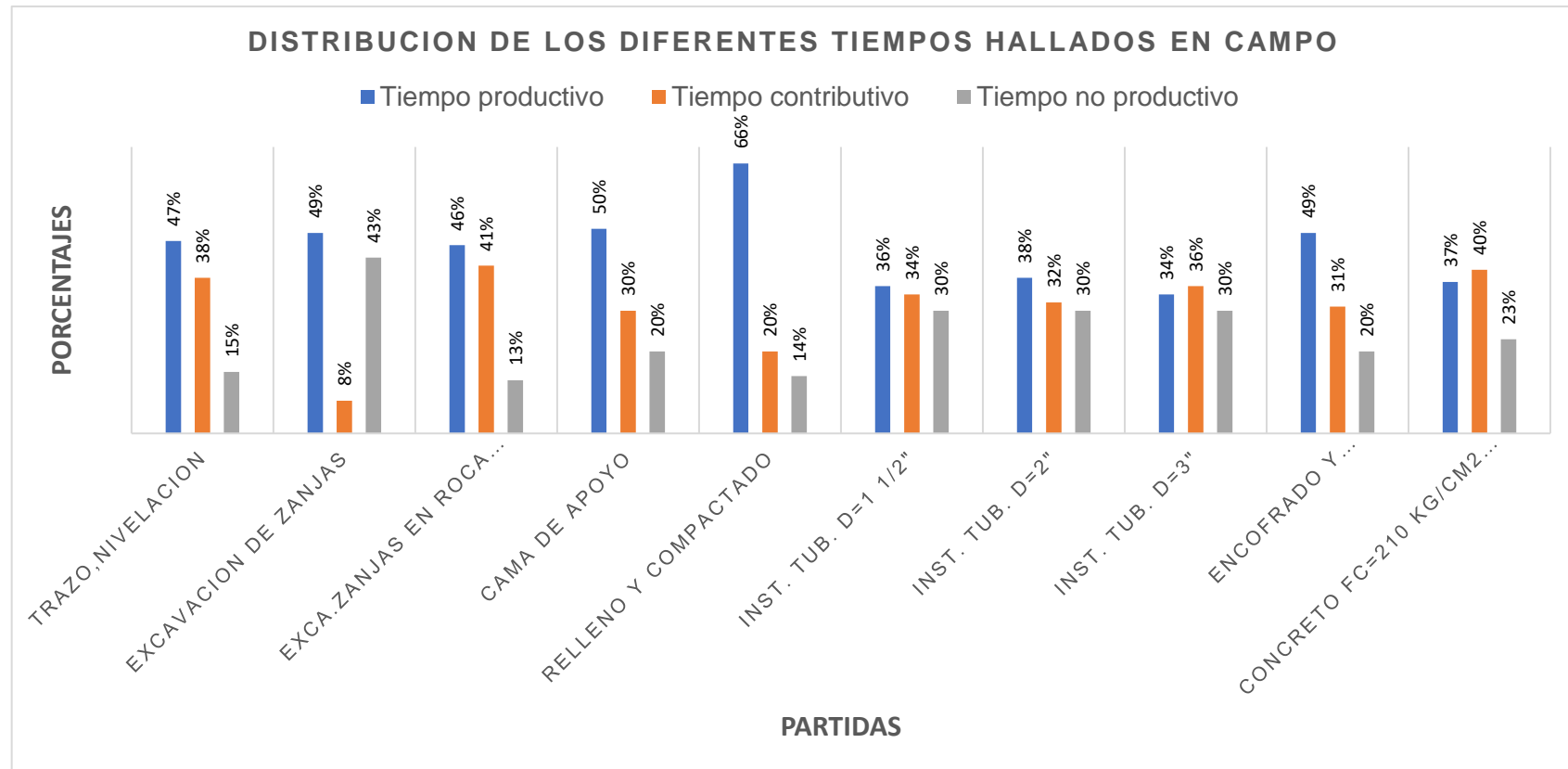
*Grafica de tiempos por cuadrillas (T.P, T.C, T.N.P) en la partida de concreto  $f_c=210 \text{ kg/cm}^2$*



La figura 19 muestra un resumen gráfico comparativo de los promedios de los tiempos productivos, contributivos y no productivos de todas las partidas y cuadrillas examinadas. Se nota que, en diversas partidas, los periodos de productividad llegan a porcentajes altos, lo cual demuestra que los trabajadores se dedican apropiadamente a las tareas que favorecen el progreso de la obra. Sin embargo, también se detectan partidas con un tiempo improductivo elevado. Esto indica que hay actividades no productivas, tales como distracciones, fallos operativos y diálogos extensos. Estos factores obstaculizan la continuidad laboral y restringen el logro eficaz de los objetivos planificados.

Figura 19

Distribución grafica de tiempos productivos, tiempos contributivos y tiempos no productivos generales



### 5.1.3 Caracterización del rendimiento de la mano de obra en la productividad

Una vez calculado el rendimiento en este caso por Hh/Um, donde “Hh” significa horas hombre y “Um” hace mención a la unidad de medida, se tiene el concepto de la productividad como el volumen de trabajo producido por cada hora hombre de esfuerzo, también se le define como el inverso del rendimiento. Por ende, se aplica la siguiente fórmula para hallar la productividad para las partidas en estudio:

$$\text{Productividad} = \frac{1}{\text{rendimiento en Hh/Um}}$$

Así mismo se tiene el uso practico de la fórmula para hallar la productividad con el rendimiento hallado en campo:

- Productividad en excavación de zanjas =  $\frac{1}{2.58 \text{ Hh/m}^3} = 0.39 \text{ m}^3/\text{Hh}$

La Tabla N°26 muestra las productividades logradas a través de la fórmula mencionada antes, tomando en cuenta los rendimientos encontrados en campo, los que se encuentran en el expediente técnico y los referenciales de CAPECO para las partidas estudiadas. La productividad real en la partida de nivelación y trazo en campo es de 16.67 metros lineales por cada hora-hombre laborada. Este valor es igual a la productividad que se calculó en el expediente técnico. No obstante, CAPECO informa una productividad más alta de 25 metros lineales por cada hora-hombre, lo que demuestra una discrepancia importante con las condiciones reales de realización.

Se puede observar que la productividad encontrada en campo para el ejemplo citado es menor que la reportada por CAPECO, lo cual se debe a un rendimiento operativo más bajo, afectado por factores como la dificultad para acceder al área de trabajo. En términos generales, la productividad real en el campo suele ser más baja que la reportada por CAPECO y, para algunos ítems, incluso es igual o menor a la calculada en el

expediente técnico. Esto pone de manifiesto la importancia de tener en cuenta las circunstancias concretas de la ejecución cuando se proyectan rendimientos.

**Tabla 26**

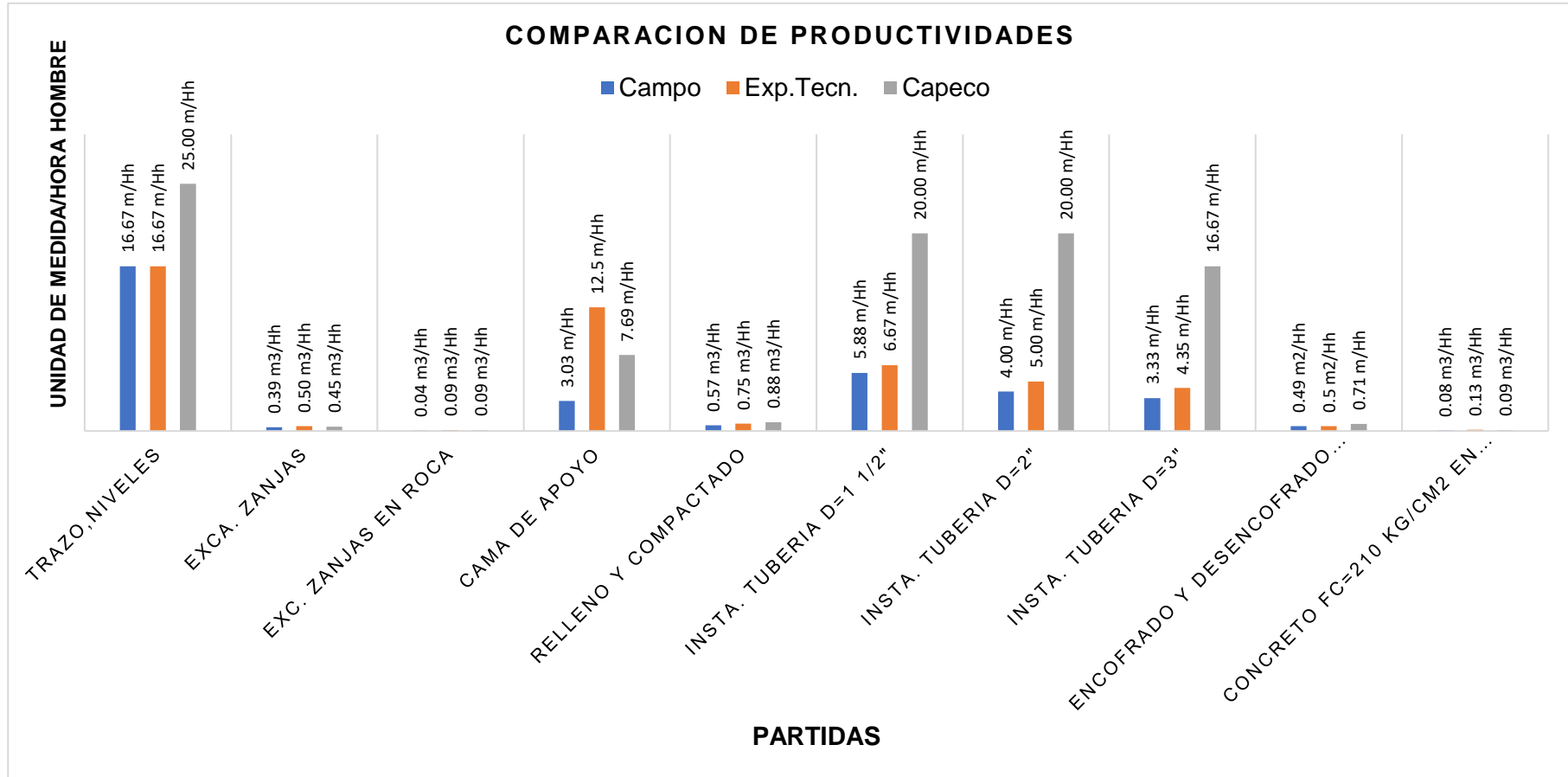
*Comparación de productividades*

	DESCRIPCION	Rendimiento			Productividad		
		Campo Hh/um	Exp. Tecn Hh/um	CAP. Hh/um	Campo um/hh	Exp. Tecn um/hh	CAP. um/hh
1	Trazo, niveles y replanteo en zanjas	0.06	0.06	0.04	16.67	16.67	25.00
2	Excavación de zanjas para tubería	2.58	2.00	2.20	0.39	0.50	0.45
3	Excavación de zanja en roca suelta	24.0	10.67	10.67	0.04	0.09	0.09
4	Cama de apoyo para tubería PVC-SAP	0.33	0.08	0.13	3.03	12.50	7.69
5	Relleno y compactado con material propio en zanjas	1.74	1.33	1.14	0.57	0.75	0.88
6	Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"	0.17	0.15	0.05	5.88	6.67	20.00
7	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	0.25	0.20	0.05	4.00	5.00	20.00
8	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	0.30	0.23	0.06	3.33	4.35	16.67
9	Encofrado y desencofrado en muros de reservorio	2.06	2.00	1.40	0.49	0.50	0.71
10	Concreto fc=210kg/cm <sup>2</sup> en muros de reservorio	13.30	8.00	11.05	0.08	0.13	0.09

La figura 20 muestra un gráfico comparativo de las partidas estudiadas. En él se puede ver que las productividades referenciales de CAPECO (CAP.) son más altas en varias partidas que los valores obtenidos en campo y los proyectados en el expediente técnico. Esta variación demuestra que los rendimientos no son uniformes en todas las zonas del Perú, puesto que cada una tiene un microambiente operativo específico. El gráfico permite observar de manera conjunta las disparidades entre la productividad empírica, teórica y referencial, enfatizando así la necesidad de adecuar los expedientes técnicos a las circunstancias reales de implementación.

Figura 20

Graficas de comparación de productividades



### 5.1.3.1 *Caracterización de los rendimientos en la productividad reflejado en costos de ejecución de partidas seleccionadas*

Para hallar la caracterización del rendimiento en la productividad expresada en costos, se procede a analizar los análisis de precios unitarios (A.P.U), en este caso se desglosa el A.P.U presentado en expediente y se compara con el análisis de costos unitarios (A.C.U) creado en base a los rendimientos hallados en campo, se toma en cuenta la cantidad de materiales usados en el proceso de realización de la partida y la cantidad de cuadrilla que se utiliza para tener un costo real de ejecución de la partida en campo. Se observa el inconveniente de que en el A.P.U presentado en expediente en cuanto cuadrilla no coincide con el encontrado en campo, por ello el análisis se basa en el rendimiento expresado en Hh/Um y este se reajusta a los costos de la mano de obra hallado en campo para observar si la cuadrilla utilizada en campo genera ahorros o sobrecostos.

El Análisis de Costos Unitarios (A.C.U) que se realizó para la partida de trazo, nivelación y replanteo en zanjas y el Análisis de Precios Unitarios (A.P.U) del expediente técnico aparecen en la Tabla N°27. Se tomó en cuenta el rendimiento real observado en campo con la cuadrilla asignada. Se añadieron las cantidades y los materiales que se emplearon realmente, por ejemplo, el yeso comprado en el mercado. Se utilizaron piedras del mismo terreno en vez de estacas de madera y una wincha que formaba parte de las herramientas manuales.

En este caso, se empleó una aplicación de georreferencia en el teléfono móvil para complementar la elaboración de las redes de distribución, ya que no se usó nivel topográfico debido a la escasa pendiente del suelo y su declive natural. En comparación con el costo teórico, el costo real de ejecución usando la cuadrilla y los materiales mencionados fue S/0.23 por debajo. Esta discrepancia se debe a que se utilizaron recursos disponibles en el terreno, como las piedras del área en lugar de estacas, y a la exclusión de equipos especializados. Esto permitió disminuir los gastos sin afectar la funcionalidad de la partida.

**Tabla 27**

*Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado en la partida de trazo, nivelación y replanteo en zanjas*

<b>APU-EXPEDIENTE TECNICO</b>						
Trazo, nivelación y replanteo en zanjas						
Rendimiento:	500.00	ml/día			costo unitario por: m	<b>S/ 1.32</b>
Rendimiento:	0.06	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>	
Operario	hh	1	0.0160	S/ 18.34	S/	0.29
Peón	hh	2	0.0320	S/ 14.25	S/	0.46
Topógrafo	hh	1	0.0160	S/ 18.32	S/	0.29
					<b>S/</b>	<b>1.04</b>
<b>Materiales</b>						
Estaca de madera	p2		0.1100	S/ 1.50	<b>S/</b>	<b>0.17</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%m. o		5%	S/ 1.04	S/	0.05
Nivel topográfico	he	1	0.0160	S/ 4.00	S/	0.06
					<b>S/</b>	<b>0.12</b>
<b>ACU-EN CAMPO</b>						
Trazo, nivelación y replanteo en zanjas						
Rendimiento:	420.00	ml/día			costo unitario por: m	<b>S/ 1.09</b>
Rendimiento:	0.06	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>	
Peón	hh	2	0.0381	S/ 14.25	S/	0.54
Topógrafo	hh	1	0.0190	S/ 18.32	S/	0.35
					<b>S/</b>	<b>0.89</b>
<b>Materiales</b>						
Yeso en bolsa de 25 kg	bol		0.0150	S/ 10.50	<b>S/</b>	<b>0.16</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%m. o		5%	S/ 0.89	S/	0.04
					<b>S/</b>	<b>0.04</b>

El A.P.U del expediente técnico y el A.C.U, que se ha desarrollado con base en el rendimiento real observado en campo, se muestran en la Tabla N°28. En este cálculo se tiene en cuenta la cuadrilla designada y los materiales empleados, como pico y pala, que tienen un desgaste calculado del 4% debido a su exposición constante al terreno. Se nota que, en comparación con el cálculo teórico, el costo real de ejecución se eleva en S/8.59 por metro cúbico. Este aumento se debe, en gran medida, al bajo rendimiento documentada en campo, que aumentó la necesidad de horas-hombre y recursos para finalizar la misma unidad laboral.

**Tabla 28**

*Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de excavación de zanja para tubería*

<b>APU-EXPEDIENTE TECNICO</b>						
EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA (A MANO)						
Rendimiento:	3.50	m3/día		costo unitario por: m3	<b>S/ 29.66</b>	
Rendimiento:	2.00	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>	
Peón	hh	0.875	2.0000	S/ 14.25	S/ 28.50	
Topógrafo	hh	0.0004	0.0009	S/ 18.32	S/ 0.02	
					<b>S/ 28.52</b>	
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%m. o		4%	S/ 28.52	<b>S/ 1.14</b>	
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>						
EXCAVACION DE ZANJA PARA TUBERIA (A MANO)						
Rendimiento:	3.10	m3/día		costo unitario por: m3	<b>S/ 38.25</b>	
Rendimiento:	2.58	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>	
Peón	hh	1	2.58	S/ 14.25	S/ 36.77	
					<b>S/ 36.77</b>	
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%m. o		4%	S/ 36.77	<b>S/ 1.47</b>	

La Tabla N°29 muestra el A.P.U del expediente técnico y el A.C.U, que se generó usando el rendimiento real que se observó en campo. Este último tomó en cuenta la cuadrilla asignada y los materiales que efectivamente fueron empleados, como barretas, combos, picos, palas y cinceles. Estos materiales sufrieron un desgaste alto; por eso se utilizó la cifra máxima de 5% en herramientas manuales. Se nota que el costo real de llevar a cabo esta partida es mayor en S/210.85 por metro cúbico en comparación con el cálculo teórico. Este incremento es esencialmente resultado del bajo rendimiento reportado en campo, además de la mayor cantidad de personal necesaria para llegar a la producción, que fue más baja que los estándares de referencia.

**Tabla 29**

*Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de excavación de zanjas en roca suelta*

<b>APU-EXPEDIENTE TECNICO</b>						
EXCAVACION DE ZANJAS EN ROCA SUELTA						
Rendimiento:	1.50	m3/día			costo unitario por: m3	<b>S/ 182.61</b>
Rendimiento:	10.67	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>	
Operario	hh	1	5.3333	S/ 18.34	S/	97.81
Peón	hh	1	5.3333	S/ 14.25	S/	76.00
Topógrafo	hh	0.001	0.0053	S/ 18.32	S/	0.10
						<b>S/ 173.91</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%m. o	5%		S/ 173.91	<b>S/</b>	<b>8.70</b>
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>						
EXCAVACION DE ZANJAS EN ROCA SUELTA						
Rendimiento:	1.00	m3/día			costo unitario por: m3	<b>S/ 393.46</b>
Rendimiento:	24.00	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>	
Peón	hh	2	16.00	S/ 14.25	S/	228.00
Operario	hh	1	8.00	S/ 18.34	S/	146.72
						<b>S/ 374.72</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%m. o	5%		S/ 374.72	<b>S/</b>	<b>18.74</b>

La Tabla N°30 expone el A.P.U del expediente técnico y el A.C.U, que se ha creado a partir de la productividad real observada en terreno, teniendo en cuenta tanto la cuadrilla asignada como los materiales empleados, tales como rastrillo, pala, pico, malla cernidora y regla metálica. Se estima un desgaste del 5% debido al uso intensivo. Se nota que el costo real por metro cúbico de llevar a cabo esta partida es S/3.76 mayor que el cálculo teórico. Aumenta principalmente por el rendimiento bajo que se ha observado en campo y por la necesidad de más personal para lograr la producción esperada.

Este aumento es consecuencia de un consumo más elevado de horas-hombre en campo en comparación con lo que estaba previsto en el expediente técnico, debido a una composición de cuadrilla diferente a la planificada.

**Tabla 30**

*Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de cama de apoyo para tubería*

<b>A.P.U-EXPEDIENTE TECNICO</b>							
CAMA DE APOYO PARA TUBERIA PVC SAP							
Rendimiento:	100.00	ml/día			costo unitario por:	m3	<b>S/ 1.20</b>
Rendimiento:	0.08	Hh/um					
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>		
Peón	hh	1	0.0800	S/ 14.25	S/	1.14	<b>S/ 1.14</b>
<b>Equipos</b>							
Herramientas manuales	%m. o	5%		S/	1.14	<b>S/</b>	<b>0.06</b>
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>							
CAMA DE APOYO PARA TUBERIA PVC SAP							
Rendimiento:	72.50	ml/día			costo unitario por:	m3	<b>S/ 4.95</b>
Rendimiento:	0.33	Hh/um					
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>		
Peón	hh	3	0.3310	S/ 14.25	S/	4.72	<b>S/ 4.72</b>
<b>Equipos</b>							
Herramientas manuales	%m. o	5%		S/	4.72	<b>S/</b>	<b>0.24</b>

El análisis de precios unitarios (A.P.U.) del expediente técnico y el análisis de costos unitarios (A.C.U.), que se realizó con base en la productividad real observada en el campo, tomando en cuenta la cuadrilla asignada y los materiales usados efectivamente, están expuestos en la Tabla N°31. Se utilizaron herramientas manuales, como la pala y el pico, en esta partida. Debido a su uso intensivo en la zona, se estima un desgaste del 5%. Se nota que el costo real de ejecución es mayor en S/6.02 por metro cúbico, si se compara con la estimación teórica.

Se observa que el uso de horas-hombre en campo excede lo establecido en el expediente técnico, lo que indica un desempeño real más bajo de lo previsto. Este rendimiento deficiente, incluso en partidas con insumos sencillos, produce sobrecostos importantes debido al incremento del esfuerzo operativo que se requiere. El desgaste de las herramientas y la demanda física también ayudan a que aumente.

**Tabla 31**

*Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de relleno y compactado con material propio en zanjas*

<b>APU-EXPEDIENTE TECNICO</b>							
RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJA							
Rendimiento:	6.00	m3/día			costo unitario por: m3	<b>S/</b>	<b>19.95</b>
Rendimiento:	1.33	Hh/um					
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>		
Peón	hh	1	1.3333	S/ 14.25	S/	19.00	<b>S/ 19.00</b>
<b>Equipos</b>							
Herramientas manuales	%m. o	5%		S/ 19.00	<b>S/</b>	<b>0.95</b>	
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>							
RELLENO Y COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO EN ZANJA							
Rendimiento:	4.61	m3/día			costo unitario por: m3	<b>S/</b>	<b>25.97</b>
Rendimiento:	1.74	Hh/um					
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>		
Peón	hh	1	1.74	S/ 14.25	S/	24.73	<b>S/ 24.73</b>
<b>Equipos</b>							
Herramientas manuales	%m. o	5%		S/ 24.73	<b>S/</b>	<b>1.24</b>	

La Tabla N°32 muestra el análisis de los precios unitarios (A.P.U) del expediente técnico y el análisis de costos unitarios (A.C.U), para la partida de instalación de tubería de 1 ½" que se realizó tomando en cuenta el rendimiento real registrado en campo, incluyendo la cuadrilla asignada y los materiales efectivamente utilizados. En esta partida se utilizaron tubos de 1 ½", pegamento PVC con varias pasadas por unión y herramientas manuales como un serrucho de dientes pequeños, cuya pérdida operativa se calculó en el porcentaje máximo tolerado del 5%. Se nota que el gasto real de ejecución se eleva en s/0.94 soles por metro lineal en comparación con la estimación teórica.

La razón del aumento en el costo radica en el uso de más personal que lo que se había contemplado en el expediente técnico y bajo rendimiento observado en campo.

**Tabla 32**

*Comparación de precios entre A.P.U del expediente y A.C.U creado para la partida de instalación PVC-SAP C-10 D=1 1/2"*

<b>A.P.U-EXPEDIENTE TECNICO</b>						
INSTALACION DE TUBERIA PVC-SAP C-10 D=1 1/2"						
Rendimiento:	150	ml/día			costo unitario por: m	<b>S/ 9.05</b>
Rendimiento:	0.15	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>		<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>
Operario		hh	0.75	0.0400	S/ 18.34	S/ 0.73
Peón		hh	2	0.1067	S/ 14.25	S/ 1.52
						<b>S/ 2.25</b>
<b>Materiales</b>						
Pegamento para PVC agua		gln		0.0020	S/ 110.00	S/ 0.22
Tub. PVC-SAP presión C-10		m		1.05	S/ 6.16	S/ 6.47
						<b>S/ 6.69</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales		%m. o		5%	S/ 2.25	<b>S/ 0.11</b>
						<b>S/ 0.11</b>
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>						
INSTALACION DE TUBERIA PVC-SAP C-10 D=1 1/2"						
Rendimiento:	142.5	ml/día			costo unitario por: m	<b>S/ 9.99</b>
Rendimiento:	0.17	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>		<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>
Operario		hh	1	0.0561	S/ 18.34	S/ 1.03
Peón		hh	1	0.0561	S/ 14.25	S/ 0.80
Oficial		hh	1	0.0561	S/ 15.87	S/ 0.89
						<b>S/ 2.72</b>
<b>Materiales</b>						
Pegamento para PVC- agua		gln		0.0015	S/ 187.60	S/ 0.28
Tub. PVC-SAP presión C-10		m		1.05	S/ 6.53	S/ 6.86
						<b>S/ 7.14</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales		%m. o		5%	S/ 2.72	S/ 0.14
						<b>S/ 0.14</b>

El Análisis de Precios Unitarios (A.P.U) del expediente técnico y el Análisis de Costos Unitarios (A.C.U), que fue desarrollado con los datos recolectados en campo, se exponen en la Tabla N°33. Para su elaboración se tuvo en cuenta la cuadrilla que llevó a cabo la partida y los insumos comprados, incluyendo el tubo de 2" y el pegamento PVC, conforme a la cantidad efectivamente empleada. Además, se incorporaron herramientas manuales como el serrucho de dientes pequeños, cuya tasa de desgaste se estima en un 5% debido a su uso constante. Se nota que el cálculo real de la ejecución es S/2.32 más alto por metro lineal en comparación con el cálculo teórico y es generado por más uso de personal de lo previsto en el expediente técnico y costo de insumos como tubería y pegamento.

**Tabla 33**

Comparación de precios entre A.P.U y A.C.U para la partida de instalación de tubería  
PVC-SAP C-7.5 D=2"

<b>A.P.U-EXPEDIENTE TECNICO</b>						
INSTALACION DE TUBERIA PVC-SAP C-7.5 D=2"						
Rendimiento:	80.00	ml/día			costo unitario por: m	<b>S/ 11.41</b>
Rendimiento:	0.20	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>		<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>
Operario		hh	1	0.1000	S/ 18.34	S/ 1.83
Peón		hh	1	0.1000	S/ 14.25	S/ 1.43
						<b>S/ 3.26</b>
<b>Materiales</b>						
Pegamento para PVC- agua		gln		0.0010	S/ 110.00	S/ 0.11
Tub. PVC-SAP presión C-7.5		m		1.0500	S/ 7.50	S/ 7.88
						<b>S/ 7.99</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales		%m. o		5%	S/ 3.26	<b>S/ 0.16</b>
						<b>S/ 0.16</b>
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>						
INSTALACION DE TUBERIA PVC-SAP C-7.5 D=2"						
Rendimiento:	96.00	ml/día			costo unitario por: m	<b>S/ 13.73</b>
Rendimiento:	0.25	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>		<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>
Operario		hh	1	0.0833	S/ 18.34	S/ 1.53
Peón		hh	1	0.0833	S/ 14.25	S/ 1.19
Oficial		hh	1	0.0833	S/ 15.87	S/ 1.32
						<b>S/ 4.04</b>
<b>Materiales</b>						
Pegamento para PVC- agua		gln		0.0025	S/ 187.60	S/ 0.47
Tub. PVC-SAP presión C-7.5		m		1.05	S/ 8.59	S/ 9.02
						<b>S/ 9.49</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales		%m. o		5%	S/ 4.04	S/ 0.20
						<b>S/ 0.20</b>

En la Tabla N°34 se muestra el análisis de precios unitarios (A.P.U.) del expediente técnico, así como el análisis de costos unitarios (A.C.U.), que se realizó tomando como referencia lo observado en campo, incluyendo la cuadrilla encargada de ejecutar la partida y los materiales comprados, como el tubo de 3" y el pegamento PVC. Se incorporaron además herramientas manuales, como el serrucho de diente pequeño, que se desgasta aproximadamente un 5% debido a su uso constante. Se nota que, en comparación con el cálculo teórico, el costo real de ejecución se reduce en S/1.78 por metro lineal. Esta disminución se debe a un rendimiento alto en campo, que hizo posible terminar la partida con un consumo más bajo de horas-hombre y una eficiencia operativa más alta

**Tabla 34**

Comparación de precios entre de A.P.U y A.C.U para la partida de instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"

<b>A.P.U-EXPEDIENTE TECNICO</b>						
INSTALACION DE TUBERIA PVC-SAP C-7.5 D=3"						
Rendimiento:	70.00	m/día			costo unitario por: m	<b>S/ 26.30</b>
Rendimiento:	0.23	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>		<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>
Operario		hh	1	0.1143	S/ 18.34	S/ 2.10
Peón		hh	1	0.1143	S/ 14.25	S/ 1.63
						<b>S/ 3.72</b>
<b>Materiales</b>						
Pegamento para pvc- agua		gln		0.0030	S/ 110.00	S/ 0.33
Tub. PVC-SAP presión C-7.5		m		1.0500	S/ 21.00	S/ 22.05
						<b>S/ 22.38</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales		%m. o		5%	S/ 3.72	S/ 0.19
						<b>S/ 0.19</b>
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>						
INSTALACION DE TUBERIA PVC-SAP C-7.5 D=3"						
Rendimiento:	81.00	m/día			costo unitario por: m	<b>S/ 24.52</b>
Rendimiento:	0.30	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>		<b>unidad</b>	<b>cuadrilla</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>
Operario		hh	1	0.0988	S/ 18.34	S/ 1.81
Peón		hh	1	0.0988	S/ 14.25	S/ 1.41
Oficial		hh	1	0.0988	S/ 15.87	S/ 1.57
						<b>S/ 4.79</b>
<b>Materiales</b>						
Pegamento para PVC- agua		gln		0.0035	S/ 187.60	S/ 0.66
Tub. PVC-SAP presión C-7.5		m		1.05	S/ 17.94	S/ 18.84
						<b>S/ 19.49</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales		%m. o		5%	S/ 4.79	S/ 0.24
						<b>S/ 0.24</b>

La Tabla N°35 muestra el A.P.U del expediente técnico y el A.C.U, los cuales se han creado con datos recolectados en campo para la partida de desencofrado y encofrado normal. Se toman en cuenta la cuadrilla real, los precios unitarios de los materiales comprados y el empleo efectivo de insumos. Se observó un consumo medio de 0.10 kg de clavos con una longitud de 2" y 3", además de 0.10 kg del alambre N°8, para las orejeras largas y la fijación del amarre. Se usaron listones de madera para sostener las placas, empleando dos unidades por cada espacio que había que cubrir.

Se empleó petróleo en una cantidad de 0.02 gal/m<sup>2</sup> como desmoldante. En términos de equipos, se utilizó un taladro (0.40 hm) por la tarde para perforar placas y una

sierra circular (0.20 hm) por la mañana para cortar formas; ambos se alimentaron con un generador eléctrico. En conjunto, se ha registrado un aumento de S/84.34 en comparación con el cálculo teórico, lo que se atribuye al empleo de más personal en campo y a la necesidad de más materiales para llevar a cabo la partida.

**Tabla 35**

*Comparación de precios entre A.P.U y A.C.U para la partida de encofrado y desencofrado normal en muros laterales de reservorio*

<b>A.P.U-EXPEDIENTE TECNICO</b>							
<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>							
Rendimiento:	8.00	m2/día			costo unitario por: m2	<b>S/</b>	<b>61.56</b>
Rendimiento:	2.00	Hh/um					
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>		<b>parcial</b>	
Operario	hh	1	1.0000	S/ 18.34		S/ 18.34	
Oficial	hh	1	1.0000	S/ 15.87		S/ 15.87	
						<b>S/</b>	<b>34.21</b>
<b>Materiales</b>							
Alambre negro #8	kg		0.08	S/ 6.50		S/ 0.52	
Clavos para madera 3"	kg		0.22	S/ 6.00		S/ 1.32	
Clavos para madera 4"	kg		0.10	S/ 6.00		S/ 0.60	
Madera corriente	p2		2.00	S/ 8.50		S/ 17.00	
Triplay de 4'x8'x4mm	pln		0.04	S/ 35.00		S/ 1.40	
Triplay fenólico 18 mm	pln		0.04	S/ 120.00		S/ 4.80	
						<b>S/</b>	<b>25.64</b>
<b>Equipos</b>							
Herramientas manuales	%m. o		5%	S/ 34.21		<b>S/</b>	<b>1.71</b>
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>							
<b>ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL</b>							
Rendimiento:	19.41	m2/día			costo unitario por: m2	<b>S/</b>	<b>145.90</b>
rendimiento:	2.06	Hh/um					
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>		<b>parcial</b>	
Operario	hh	1	0.4122	S/ 18.34		S/ 7.56	
Oficial	hh	1	0.4122	S/ 15.87		S/ 6.54	
Peón	hh	3	1.2365	S/ 14.25		S/ 17.62	
						<b>S/</b>	<b>31.72</b>
<b>Materiales</b>							
Alambre negro #8	kg		0.10	S/ 5.70		S/ 0.57	
Clavos para madera 3"	kg		0.10	S/ 7.50		S/ 0.75	
Clavos para madera 4"	kg		0.10	S/ 7.50		S/ 0.75	
Listón de madera 3"x3"x10 p	und		2.00	S/ 53.55		S/ 107.10	

Triplay fenólico 18 mm	pln		0.02	S/	64.90	S/	1.30
Petróleo(desmol dante)	gln		0.02	S/	15.00	S/	0.23
						<b>S/</b>	<b>110.69</b>
<b>Equipos</b>							
Herramientas manuales	%m. o		5%	S/	31.72	S/	1.59
Cierra circular	hm	0.2	0.08	S/	7.10	S/	0.59
Taladro con broca	hm	0.4	0.16	S/	7.50	S/	1.24
Generador eléctrico	hm	0.01	0.01	S/	9.00	S/	0.08
						<b>S/</b>	<b>3.49</b>

La Tabla N°36 muestra el A.C.U. y el A.P.U. del expediente técnico, este último se ha creado a partir de la información recogida en campo para la partida de concreto f'c=210 kg/cm<sup>2</sup> en los muros del reservorio. Se tomó en cuenta la cuadrilla real y los materiales comprados: piedra chancada de ½" (0.56 m<sup>3</sup>) y arena gruesa (0.55 m<sup>3</sup>), que incluyen el factor de desperdicio, así como la dosificación, que fue de 2 cubetas de cada agregado por bolsa de cemento. Se utilizaron 10 bolsas de cemento por m<sup>3</sup>, teniendo en cuenta la garantía de resistencia.

Con el fin de sellar los poros, se añadieron 2.65 gal/m<sup>3</sup> de un aditivo impermeable. En cuanto equipos se disponía de una vibradora (0.10 hm) y una mezcladora (0.60 hm). Se registró un desgaste elevado de las herramientas manuales como carretillas y palas, que se calcula en el 5%. El costo real de ejecución se incrementó en S/89.34 en comparación con el cálculo teórico, a causa del rendimiento bajo registrado en campo y del precio elevado de ciertos insumos que se utilizaron durante la ejecución.

**Tabla 36**

Comparación de precios entre de A.P.U y A.C.U para la partida de concreto  $f_c=210$   
kg/cm<sup>2</sup> en muros de reservorios

<b>A.P.U-EXPEDIENTE TECNICO</b>						
CONCRETO FC=210 KG/CM2						
Rendimiento:	8.00	m3/día	costo unitario por: m3			<b>S/ 627.34</b>
rendimiento:	8.00	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>	
Operario	hh	1	1	S/ 18.34	S/	18.34
Oficial	hh	1	1	S/ 15.87	S/	15.87
Peón	hh	6	6	S/ 14.25	S/	85.50
					<b>S/</b>	<b>119.71</b>
<b>Materiales</b>						
Arena gruesa	m3		0.80	S/ 180.00	S/	144.00
Grava	m3		0.76	S/ 180.00	S/	136.80
Cemento portland	bol		8.00	S/ 27.00	S/	216.00
Agua	m3		0.19	S/ 0.30	S/	0.06
					<b>S/</b>	<b>496.86</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%m. o		5%	S/ 119.71	S/	5.99
Generador eléctrico	hm	0.009	0.01	S/ 9.00	S/	0.08
Vibrador de agua	hm	0.100	0.10	S/ 20.00	S/	2.00
Mescladora de concreto	hm	0.300	0.30	S/ 9.00	S/	2.70
					<b>S/</b>	<b>10.77</b>
<b>A.C.U-EN CAMPO</b>						
CONCRETO FC=210 KG/CM2						
Rendimiento:	4.21	m3/día	costo unitario por: m3			<b>S/ 716.68</b>
rendimiento:	13.3	Hh/um				
<b>Mano de obra</b>	<b>unidad</b>	<b>cuad</b>	<b>cantidad</b>	<b>precio</b>	<b>parcial</b>	
Operario	hh	1	1.9002	S/ 18.34	S/	34.85
Oficial	hh	1	1.9002	S/ 15.87	S/	30.16
Peón	hh	5	9.5012	S/ 14.25	S/	135.39
					<b>S/</b>	<b>200.40</b>
<b>Materiales</b>						
Arena gruesa	m3		0.55	S/ 110.00	S/	60.50
Piedra chancada de 1/2"	m3		0.56	S/ 96.00	S/	53.76
Cemento portland	bol		10.00	S/ 30.25	S/	302.50
Aditivo impermeabilizante	gln		2.65	S/ 32.00	S/	84.80
					<b>S/</b>	<b>501.56</b>
<b>Equipos</b>						
Herramientas manuales	%m.o		5%	S/ 200.40	S/	10.02
Vibrador de agua	hm	0.10	0.10	S/ 20.00	S/	2.00
Mescladora de concreto	hm	0.60	0.30	S/ 9.00	S/	2.70
					<b>S/</b>	<b>14.72</b>

El presupuesto original del expediente técnico, que incluye el metrado y el precio unitario de las partidas elegidas para el estudio, se puede observar en la Tabla N°37. El consolidado de metrados agrupados por familias se presenta, lo que posibilita determinar el costo económico de cada partida en relación al presupuesto total del proyecto. Asimismo, se muestra la suma de metrados que provienen de diversas áreas, tales como reservorios, tuberías, red de distribución y movimiento de tierras. El desglose sectorial se puede encontrar en los anexos, lo que ayuda a realizar un análisis comparativo y a rastrear cada componente del presupuesto.

**Tabla 37**

*Presupuesto original de obra con las partidas analizadas*

<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Precio (S/.)</b>	<b>Parcial (S/.)</b>
<b>Reservorios de concreto armado</b>				
Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	m2	1,293.67	61.56	79,638.33
Concreto fc=210 kg/cm2 en muros de reservorio	m3	657.51	627.34	412,482.32
<b>Red de distribución sist. de riego</b>				
Obras provisionales				
Trazos, niveles y replanteo de zanjas	ml	25,960.73	1.32	34,268.16
<b>Movimiento de tierras</b>				
Excavación de zanja para tubería (a mano)	m3	8,826.65	29.66	261,798.44
Excavación de zanja en roca suelta	m3	1,557.64	182.61	284,440.64
Cama de apoyo para tubería pvc sap	m	25,960.73	1.20	31,152.88
Relleno y comp.mat. propio en zanjas	m3	55,384.29	19.95	1,104,916.59
<b>Instalación de tuberías</b>				
Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"	ml	16,368.49	9.05	148,134.83
Instalación tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	ml	3,540.78	11.41	40,400.30
Instalación tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	ml	3,902.11	26.30	102,625.49
<b>TOTAL:</b>				<b>2,499,857.98</b>

En la Tabla N°38, se muestra el presupuesto modificado con los precios individuales obtenidos en el campo, que provienen de los análisis de costos unitarios realizados anteriormente. Hay un aumento en el presupuesto de S/1'013,549.82 con respecto al presupuesto inicial, lo que muestra cómo el rendimiento efectivo del trabajo afecta tanto a los costos de ejecución como a la productividad. Esta divergencia revela la importancia de renovar los presupuestos técnicos de acuerdo con las condiciones reales de la obra, pues

ignorar esta modificación puede dar lugar a extensiones del presupuesto, reprogramaciones de tareas o problemas en el control financiero, poniendo en riesgo la eficacia y viabilidad del proyecto.

**Tabla 38**

*Presupuesto modificado de obra con precios unitarios hallados en campo*

Descripción	Und	Metrado	Precio (S/.)	Parcial (S/.)
<b>Reservorios de concreto armado</b>				
Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	m2	1,293.67	145.90	188,746.45
Concreto fc=210 kg/cm2 en muros de reservorio	m3	657.51	716.68	471,224.27
<b>Red de distribución sist. de riego</b>				
Obras provisionales				
Trazos, niveles y replanteo de zanjas	m	25,960.73	1.09	28,297.20
<b>Movimiento de tierras</b>				
Excavación de zanja para tubería (a mano)	m3	8,826.65	38.25	337,619.36
Excavación de zanja en roca suelta	m3	1,557.64	393.46	612,869.03
Cama de apoyo para tubería PVC-SAP	m	25,960.73	4.95	128,505.61
Relleno y comp.mat. propio en zanjas	m3	55,384.29	25.97	1,438,330.01
<b>Instalación de tuberías</b>				
Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"	m	16,368.49	9.99	163,521.22
Instalación tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	m	3,540.78	13.73	48,614.91
Instalación tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	m	3,902.11	24.52	95,679.74
<b>TOTAL:</b>				<b>3,513,407.80</b>

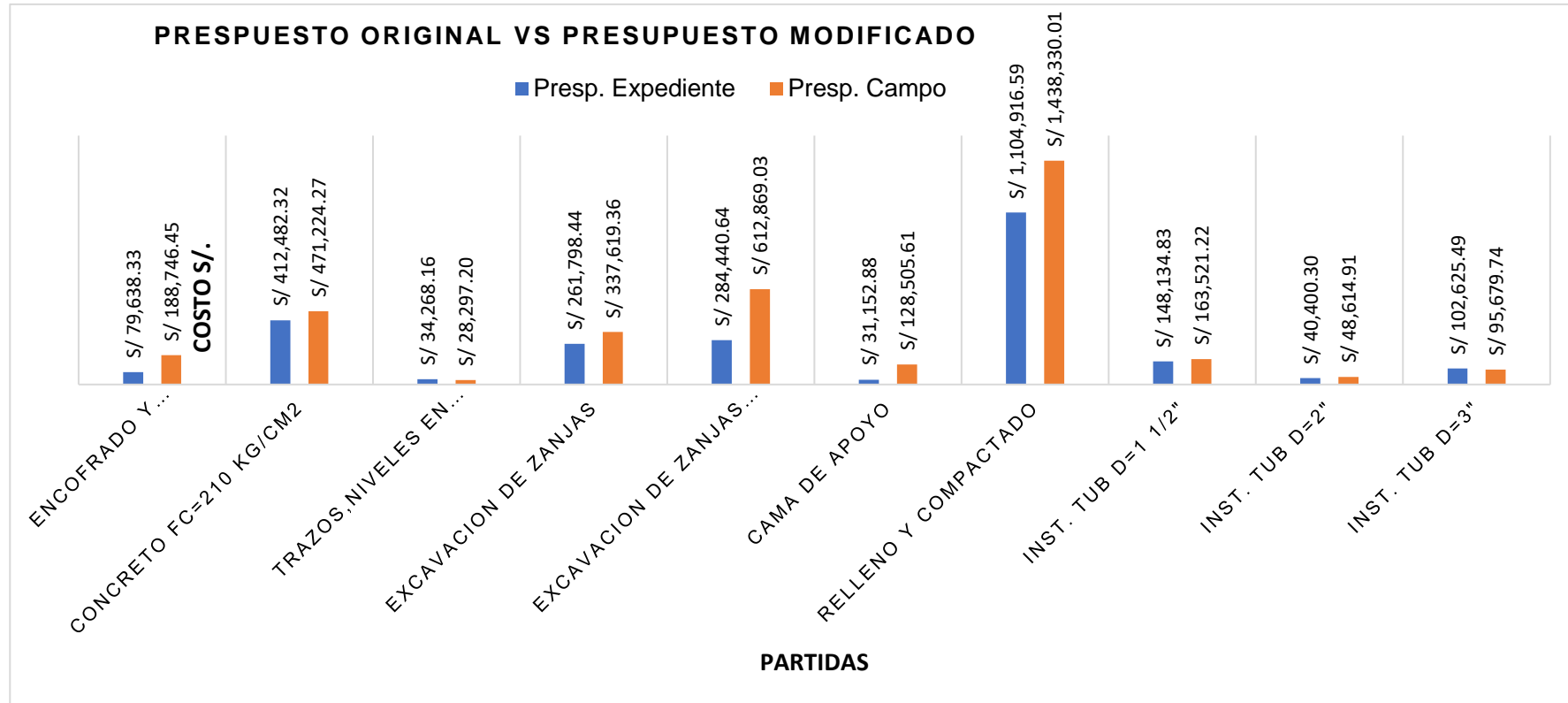
La Figura N°21 muestra la comparación gráfica entre el presupuesto original del expediente técnico, que incluye precios unitarios formulados, y el presupuesto modificado, que tiene precios unitarios obtenidos en campo para cada partida analizada. Esta visualización muestra de qué manera la productividad del personal afecta directamente al costo de ejecución: cuando el rendimiento es más alto, el costo unitario se reduce; en cambio, cuando es más bajo, aumenta el costo de la partida. La figura enfatiza que, para prevenir desviaciones notables en el control financiero del proyecto, es fundamental tener en cuenta las condiciones reales de ejecución al elaborar el presupuesto.

La figura resalta partidas con variaciones notables, como el relleno y compactado de zanjas, que tuvo un rendimiento en campo más bajo de lo que se había proyectado en el expediente técnico, lo cual produjo un incremento significativo en los costos de ejecución.

Esta conducta pone de manifiesto lo sensible que es el presupuesto ante cambios operativos y reitera la importancia de validar los rendimientos empíricamente.

**Figura 21**

*Distribución grafica de comparación de costos de ejecución de las partidas estudiadas*



### 5.1.3.2 Caracterización de rendimiento en la productividad reflejado en tiempos de ejecución

La Tabla N°39 muestra el cálculo de los días necesarios para llevar a cabo las partidas analizadas, empleando el rendimiento y la cuadrilla definidos en el expediente técnico del análisis de precios unitarios. Además, se presenta el metrado que corresponde a cada una de las partidas que forman parte del estudio. La siguiente fórmula se utiliza para calcular el tiempo de ejecución:

$$\text{Tiempo de ejecución} = \frac{\text{Cantidad total de la partida(metrado)}}{\text{Rendimiento}}$$

**Tabla 39**

*Cantidad de días requeridos según rendimiento original de expediente técnico*

Descripción	Und	Metrado	Rend. um/día	Cant.	días
<b>Reservorios de concreto armado</b>					
Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	m2	1,293.67	8.00	162	días
Concreto fc=210 kg/cm2 en muros de reservorio	m3	657.51	8.00	82	días
<b>Red de distribución sist. de riego</b>					
Obras provisionales					
Trazos, niveles y replanteo de zanjas	ml	25,960.73	500.00	52	días
<b>Movimiento de tierras</b>					
Excavación de zanja para tubería (a mano)	m3	8,826.65	3.50	2522	días
Excavación de zanja en roca suelta	m3	1,557.64	1.50	1038	días
Cama de apoyo para tubería PVC-SAP	m	25,960.73	100.00	260	días
Relleno y comp.mat. propio en zanjas	m3	55,384.29	6.00	9231	días
<b>Instalación de tuberías</b>					
Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"	ml	16,368.49	150.00	109	días
Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	ml	3,540.78	80.00	44	días
Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	ml	3,902.11	70.00	56	días

La Tabla N°40 muestra el cálculo de cuántos días se necesitan para llevar a cabo las partidas en estudio, empleando los rendimientos alcanzados en campo. Estos valores se obtuvieron del análisis de costos unitarios que se efectuó con anterioridad, lo cual permite comparar los tiempos reales de ejecución con los que se estimaron en el expediente técnico.

**Tabla 40***Cantidad de días requeridos con rendimiento hallado en campo*

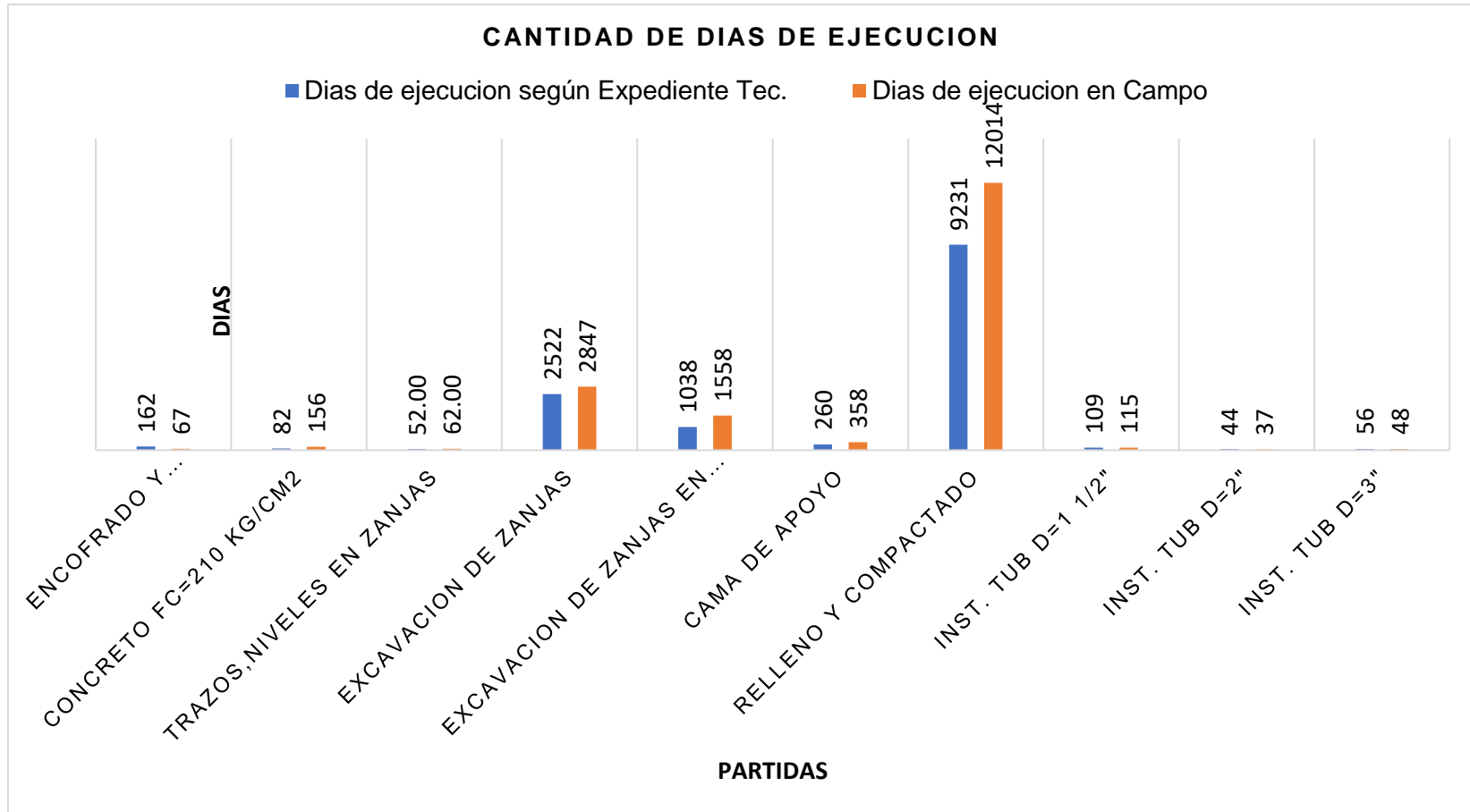
<b>Descripción</b>	<b>Und</b>	<b>Metrado</b>	<b>Rend. um/día</b>	<b>Cant</b>	<b>días</b>
<b>Reservorios de concreto armado</b>					
Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	m2	1,293.67	19.41	67	días
Concreto fc=210 kg/cm2 en muros de reservorio	m3	657.51	4.21	156	días
<b>Red de distribución sist. de riego</b>					
Obras provisionales					
Trazos, niveles y replanteo de zanjas	m	25,960.73	420.00	62	días
<b>Movimiento de tierras</b>					
Excavación de zanja para tubería (a mano)	m3	8,826.65	3.10	2847	días
Excavación de zanja en roca suelta	m3	1,557.64	1.00	1558	días
Cama de apoyo para tubería PVC-SAP	m	25,960.73	72.50	358	días
Relleno y comp.mat. propio en zanjas	m3	55,384.29	4.61	12014	días
<b>Instalación de tuberías</b>					
Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"	m	16,368.49	142.50	115	días
Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	m	3,540.78	96.00	37	días
Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	m	3,902.11	81.00	48	días

La comparación entre el rendimiento observado en campo y el rendimiento propuesto en el expediente técnico se muestra gráficamente en la Figura N°22, donde se ilustran los tiempos de ejecución. Es evidente que la productividad, manifestada en los tiempos necesarios para completar cada partida, se ve afectada directamente por el desempeño de los trabajadores. Hay partidas que muestran una disminución importante en los plazos, mientras que otras aumentan considerablemente, lo cual provoca desajustes en la programación global de la obra. Estos cambios pueden resultar en prórrogas de los contratos, congestiones en la apertura de partidas sucesivas y demoras en la finalización total del proyecto.

Este comportamiento confirma lo crucial que es validar de manera empírica los rendimientos operativos en la fase de elaboración del presupuesto, sobre todo en proyectos de riego, donde las condiciones reales de ejecución pueden variar considerablemente respecto a los estándares referenciales empleados en gabinete.

**Figura 22**

*Distribución grafica de comparación de tiempos de ejecución de las partidas estudiadas*



**5.1.4 Análisis de la influencia del rendimiento real de la mano de obra sobre la productividad en la ejecución del proyecto de riego en la zona altoandina de Llaspay, distrito de Huanquite, durante el año 2024**

Los hallazgos permiten dar respuesta a la meta general de esta investigación, mostrando que el rendimiento efectivo del trabajo tiene una influencia en la productividad en el proyecto de riego en la región altoandina de Llaspay, distrito de Huanquite, del año 2024.

Primero, cuando se determinó el rendimiento real en campo, hubo diferencias con los datos anticipados en el expediente técnico y con lo que CAPECO señala. Esto produjo cambios en la duración de las partidas y en los costos individuales. En segundo lugar, el estudio de los periodos productivos, contributivos y no productivos hizo posible detectar elementos operativos que inciden en la eficacia del equipo de trabajo, por ejemplo, la organización laboral, la disponibilidad de herramientas y las condiciones geográficas. En última instancia, se demostró que estas fluctuaciones en el rendimiento afectan de manera directa tanto la valoración económica de las partidas como la programación temporal del proyecto, lo cual puede dar lugar a sobrecostos, extensiones de tiempo y desajustes en la planificación general.

En resumen, los resultados corroboran que no se puede calcular la productividad en proyectos de tipo riego solo con datos referenciales; es necesario validar empíricamente el rendimiento operativo, ajustándolo al contexto real de ejecución. Para asegurar la eficiencia en términos técnicos, económicos y de tiempo del proyecto, esta validación es fundamental.

## 5.2 Discusión de resultados

La presente investigación permite analizar la influencia del rendimiento real de la mano de obra sobre la productividad en la ejecución del proyecto de riego en la zona altoandina de Llaspay, distrito de Huanquite–2024, a partir de tres ejes: rendimientos reales en campo; tiempos productivos, contributivos y no productivos, e impacto en costos y tiempos de ejecución.

En cuanto al rendimiento real de la mano de obra, se identificaron valores superiores a los reportados por algunos antecedentes. Por ejemplo, en la partida de excavación de zanjas, se logró una producción de 3.10 m<sup>3</sup>/día, que es más alta que el 2.51 m<sup>3</sup>/día reportado por Ventanilla (2022) y el 2.11 m<sup>3</sup>/día encontrado por Aliaga (2019); esto muestra una capacidad operativa superior en campo. No obstante, en lo que respecta a la eficiencia por hora-hombre, se consiguió 2.58 Hh/m<sup>3</sup>, un poco menos que el 2.55 Hh/m<sup>3</sup> señalado por Tarrillo (2022), lo cual indica que se logró el volumen más alto con más esfuerzo operativo. El rendimiento que se encontró en la partida de cama de apoyo, 0.33 Hh/um, fue casi idéntico al 0.32 Hh/um que reportó Tarrillo, lo cual indica una consistencia técnica.

Respecto a los tiempos productivos, contributivos y no productivos, los porcentajes obtenidos en campo muestran variabilidad según el tipo de partida. Por ejemplo, el promedio de tiempos generales sobre las partidas estudiadas, se observó un 45 % de tiempo productivo, un 31% de tiempos contributivos y 24% de tiempos no contributivos. Estos datos se contrastan con los resultados de Escobar (2016), que encontró un 55% en partidas de concreto armado en Cusco, y con los estudios de Tarrillo (2022), que reportó un 49.46% de tiempo total productivo en proyectos de saneamiento. Además, los valores que se han conseguido sobrepasan las cifras porcentuales bajas que Guio Castillo y Morales y Galeas reportaron y Corahua (2016) citó, lo cual indica que en obras de riego altoandinas la productividad puede ser más alta en algunas partidas, particularmente en

las menos complejas desde el punto de vista técnico o las mejor organizadas operativamente.

Respecto al impacto del rendimiento en los costos y la duración de la ejecución, se observó que un rendimiento deficiente provoca un aumento en el costo unitario de la partida, como sucedió con el encofrado y desencofrado. Por otro lado, un buen rendimiento posibilita optimizar recursos, tal como ocurrió con el entubado de tubería D=3". Esta conducta es coherente con lo que Aliaga (2019) ha indicado, quien advierte que los rendimientos diferentes a los referenciales pueden provocar desviaciones en tiempo y costo, así como con Mallqui (2021), quien subraya la importancia de la mano de obra en el presupuesto y ejecución de obra.

De manera semejante, se notó que el rendimiento real tiene una influencia en los tiempos de ejecución: las partidas que tuvieron un rendimiento más alto redujeron los días, mientras que las de menor desempeño ampliaron el plazo. Esto puede provocar cuellos de botella y desajustes en la programación general, tal como lo advierte Escobar (2016).

Por último, los resultados obtenidos corroboran lo que Criollo (2018) apuntó: no hay un acuerdo universal acerca de los estándares de productividad y estos dependen del contexto operativo y geográfico. En este contexto, el estudio actual proporciona pruebas empíricas acerca de los rendimientos reales en proyectos de riego en regiones altoandinas, donde la productividad está directamente afectada por elementos como la altitud, la accesibilidad a herramientas, el orden de las cuadrillas y la clase de estructura.

En general, los descubrimientos permiten sostener que la productividad en obras de infraestructura rural de riego no se puede calcular solamente con datos referenciales, sino que necesita una validación empírica del rendimiento operativo que esté ajustada a la realidad concreta de implementación. Para asegurar la eficacia en términos técnicos, económicos y de tiempo del proyecto y para prevenir desviaciones que comprometan la viabilidad de la obra, esta validación es esencial.

### 5.3 Prueba de hipótesis

Se procede a probar las hipótesis mediante la estadística inferencial.

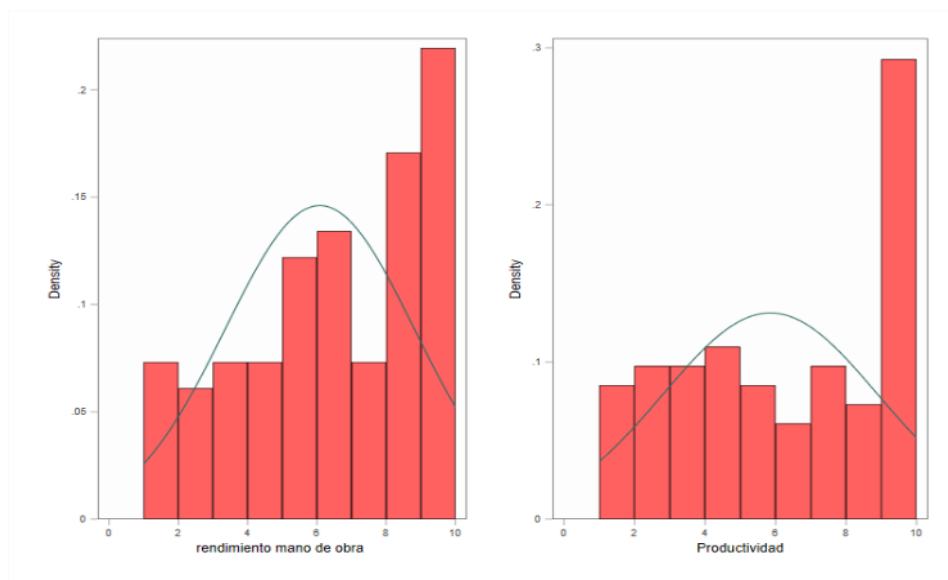
**Tabla 41**

*Prueba de normalidad de kolmogorov de las variables y dimensiones*

Descripción	Kolmogorov-Smirnov <sup>a</sup>		
	Estadístico	gl	Sig.
Rendimiento mano de obra	0,149	82	0,000
Productividad	0,142	82	0,000
Rendimiento trazo nivelación	0,132	82	0,001
Rendimiento cama de apoyo para tubería PVC	0,118	82	0,006
Rendimiento relleno y compactado con material propio en zanjas	0,125	82	0,003
Rendimiento instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	0,146	82	0,000
Rendimiento instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	0,126	82	0,003
Rendimiento instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 ½"	0,149	82	0,000
Rendimiento encofrado y desencofrado de muros y concreto fc=210kg/cm2 en muros de reservorios	0,161	82	0,000
Excavación de zanjas para tubería	0,113	82	0,012

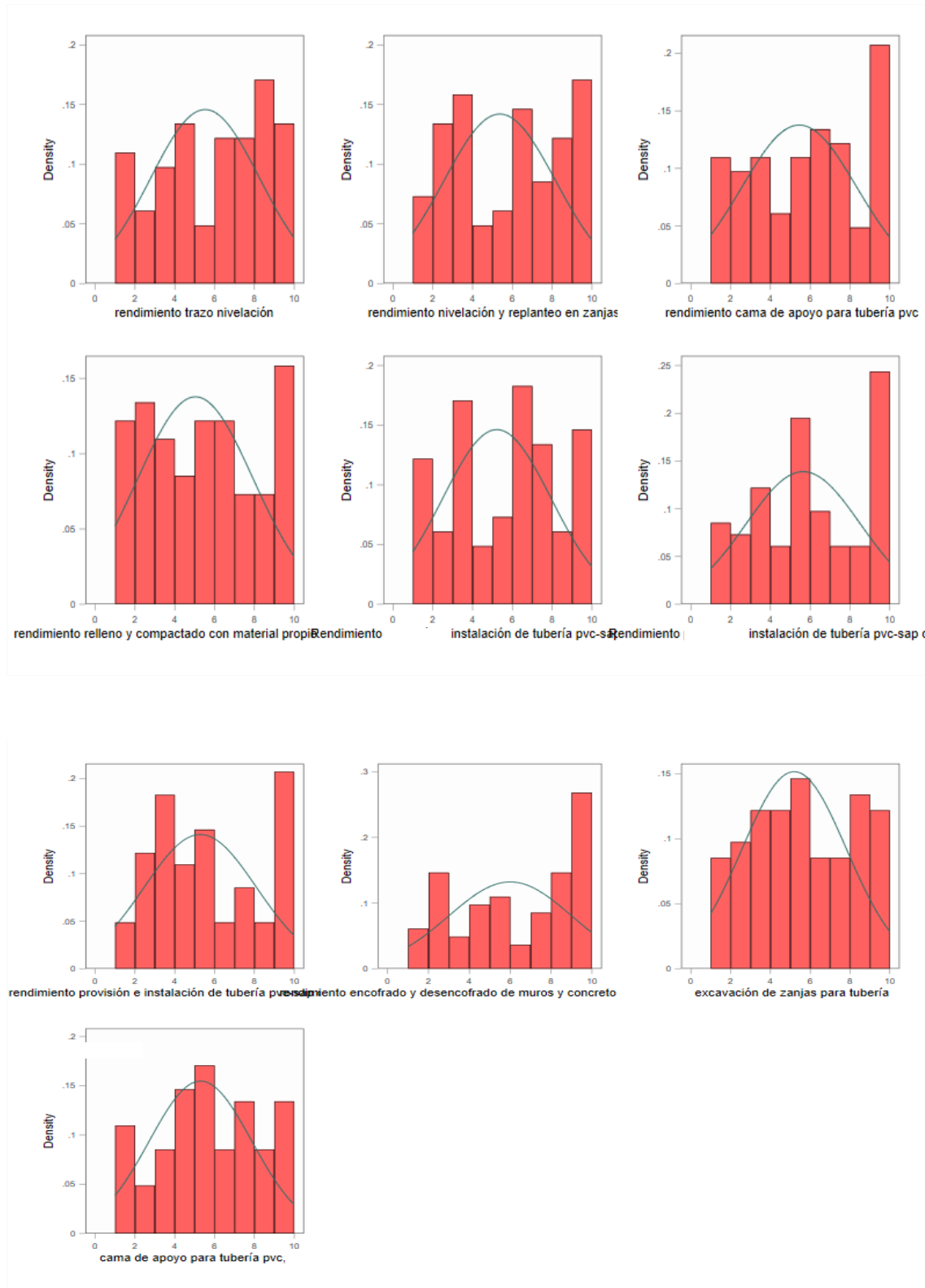
**Figura 23**

*Histograma y la línea de normalidad de las variables*



**Figura 24**

*Histogramas y la línea de normalidad de las dimensiones*



En la tabla N°41 y las figuras N°23 y 24, se observan los resultados de la prueba de normalidad de Kolmogórov-Smirnov para diversas variables y dimensiones relacionadas con el rendimiento en trabajos de construcción, Para cada una de las variables analizadas, se muestra el valor del estadístico, los grados de libertad (gl) y el valor de significación (Sig.), Se observa que todos los valores de Sig. son inferiores a 0.05, lo que indica que todas las variables presentan una desviación significativa respecto a una distribución normal. Específicamente, las variables como rendimiento mano de obra (Sig. = 0.000), productividad (Sig. = 0.000), rendimiento encofrado y desencofrado (Sig. = 0.000), entre otras tienen valores de significación menores a 0.05, lo que demuestra que no siguen una distribución normal.

A partir de estos resultados, podemos concluir que las variables estudiadas no presentan una distribución normal, lo que sugiere la necesidad de aplicar pruebas estadísticas no paramétricas, por lo tanto, es adecuado utilizar la prueba de correlación de Spearman, para situaciones en las que las variables no siguen una distribución normal. Esta prueba permitirá determinar si existe una relación monótona entre las diferentes dimensiones evaluadas, como el rendimiento de la mano de obra y la productividad. De esta manera, se podrá entender mejor la naturaleza de las relaciones entre estas variables sin asumir que las distribuciones son normales.

### **Hipótesis General**

- Ho: Los rendimientos de mano de obra no influyen positivamente en la productividad en proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito de Huanquite,2024.
- Ha: Los rendimientos de la mano de obra influyen positivamente en la productividad en proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, distrito de Huanquite,2024.

**Tabla 42**

*Prueba de correlación de rho spearman entre Productividad y el Rendimiento de mano de obra*

		Rendimiento de mano de obra
Rho de Spearman	Productividad	,198
	Sig. (bilateral)	,003
	N	82

En la tabla N°42 se presenta el resultado de la prueba de correlación de Spearman entre la productividad y el rendimiento de la mano en zona altoandina del distrito de Huanquite. El coeficiente de correlación de Spearman obtenido es de 0,198, lo que indica una correlación positiva débil entre ambas variables, además, el valor de significación (Sig.) es 0.003, lo cual es significativamente menor al umbral de 0.05. Este resultado indica que existe una relación estadísticamente significativa entre el rendimiento de la mano de obra y la productividad, aunque esta relación es de carácter débil.

Con base en estos resultados, podemos evaluar las hipótesis planteadas, es decir, que no existe una influencia positiva en la productividad, dado que el valor de significación es menor a 0.05, se rechaza la hipótesis nula (Ho) por consiguiente se acepta la hipótesis alterna esto indica que, aunque la correlación es positiva, no es lo suficientemente para afirmar que los rendimientos de la mano de obra influyen de manera significativa en la productividad en las obras de riego de este contexto. En consecuencia, los datos apoyan la idea de que no se puede establecer una relación positiva clara entre ambas variables.

### **Hipótesis Especifico 1**

El rendimiento real de mano de obra en el proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, Distrito Huanquite-2024 es inferior respecto a lo indicado por CAPECO.

En la tabla N°43 se procede a mostrar el rendimiento hallado en campo y el rendimiento indicado por CAPECO, todos ellos en Hh/um para uniformizar rendimientos,

para probar si la hipótesis es verdadera, se procede a calcular el ratio para luego hallar la media y comparar con el estándar de 100%, en este caso si la media es superior al 100% indica que el rendimiento hallado en campo es inferior al rendimiento indicado en CAPECO.

**Tabla 43**

*Prueba de hipótesis para el objetivo específico 1*

ITEM	DESCRIPCION	Rendimiento			Media
		Campo Hh/um	CAPECO Hh/um	Ratio	
1	Trazo, niveles y replanteo en zanjás	0.06	0.04	150.00	250.62
2	Excavación de zanjás para tubería	2.58	2.20	117.27	
3	Excavación de zanja en roca suelta	24.00	10.67	224.93	
4	Cama de apoyo para tubería pvc sap	0.33	0.13	253.85	
5	Relleno y compactado con material propio en zanjás	1.74	1.14	152.63	
6	Instalación de tubería PVC-SAP C-10 d=1 1/2"	0.17	0.05	340.00	
7	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	0.25	0.05	500.00	
8	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	0.30	0.06	500.00	
9	Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	2.06	1.40	147.14	
10	Concreto fc=210kg/cm <sup>2</sup> en muros de reservorio	13.30	11.05	120.34	

Se tiene la media calculada, el cual da 250.62% y se compara con la ratio de comparación de 100%, por ende, la hipótesis específica 1 es **verdadera**, puesto que el rendimiento en campo consume 150.62 Hh/um de más en comparación con el rendimiento indicado en CAPECO.

### **Hipótesis Específico 2**

El porcentaje de tiempos productivos, tiempos contributivos y tiempos no productivos de mano de obra en el proyecto de riego en zona altoandina de Llaspay, Distrito Huanoquite-2024 cumplen con los umbrales típicos de construcción (tiempos productivos  $\geq 60$  %, contributivos  $\leq 25$  % y no productivos  $\leq 15$  %)

En la tabla N°44 se muestra la cuantificación de tiempos hallados en las partidas seleccionadas, en donde a cada partida se le aplica el umbral de referencia para ver si cumplen o no y se tienen los siguientes resultados:

**Tabla 44**

*Prueba de hipótesis para el objetivo específico 2*

I	DESCRIPCION	T.P%	T.P ≥ 60%	T.C%	T.C ≤ 25 %	T.N.P %	T.N.P ≤15%
1	Trazo, niveles y replanteo en zanjas	47.00	NO	38.00	NO	15.00	SI
2	Excavación de zanjas para tubería	49.00	NO	8.00	SI	43.00	NO
3	Excavación de zanja en roca suelta	46.00	NO	41.00	NO	13.00	SI
4	Cama de apoyo para tubería PVC-SAP	50.00	NO	30.00	NO	20.00	NO
5	Relleno y compactado con material propio en zanjas	66.00	SI	20.00	SI	14.00	SI
6	Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 ½"	36.00	NO	34.00	NO	30.00	NO
7	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	38.00	NO	32.00	NO	30.00	NO
8	Instalación de tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	34.00	NO	36.00	NO	30.00	NO
9	Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	49.00	NO	31.00	NO	20.00	NO
10	Concreto fc=210kg/cm2 en muros de reservorio	37.00	NO	40.00	NO	23.00	NO
<b>PROMEDIO:</b>		<b>46%</b>	<b>NO</b>	<b>30%</b>	<b>NO</b>	<b>24%</b>	<b>NO</b>

Se observa que la mayoría de los tiempos hallados en campo, no cumplen con los estándares establecidos, por ello se procede a hallar el promedio de los tiempos generales de todas las partidas estudiadas y se observa que no cumple, por ende, la hipótesis específica 2 es **falsa**.

### **Hipótesis Específica 3**

Las partidas seleccionadas con el rendimiento real de mano de obra en el proyecto de riego en zona altoandina de Laspay, Distrito Huanoquite-2024 presentan aumento de presupuesto del 10% y tiempo de ejecución del 8% con respecto a lo indicado en el expediente técnico.

En la tabla N°45 se procede a mostrar el incremento presupuestal que se genera, al comparar el precio formulado en expediente técnico con precio unitario original contra el presupuesto que se genera al usar el precio unitario proveniente de los análisis de costos unitarios realizados con el rendimiento hallado en campo.

**Tabla 45**

*Prueba de hipótesis para el objetivo específico 3-presupuesto*

Descripción	Precio Exp.tec.	Precio campo	% de increm	Increm.pres. ≤10%
<b>Reservorios de concreto armado</b>				
Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	79,638.33	188,746.45	137%	NO
Concreto fc=210 kg/cm2 en muros de reservorio	412,482.32	471,224.27	14%	NO
<b>Red de distribución sist. de riego</b>				
Obras provisionales				
Trazos, niveles y replanteo de zanjas	34,268.16	28,297.20	-17%	SI
<b>Movimiento de tierras</b>				
Excavación de zanja para tubería (a mano)	261,798.44	337,619.36	29%	NO
Excavación de zanja en roca suelta	284,440.64	612,869.03	115%	NO
Cama de apoyo para tubería PVC-SAP	31,152.88	128,505.61	313%	NO
Relleno y comp.mat. propio en zanjas	1,104,916.59	1,438,330.01	30%	NO
<b>Instalación de tuberías</b>				
Instalación de tubería PVC-SAP C-10 d=1 1/2"	148,134.83	163,521.22	10%	SI
Instalación tubería PVC-SAP C-7.5 d=2"	40,400.30	48,614.91	20%	NO
Instalación tubería PVC-SAP C-7.5 d=3"	102,625.49	95,679.74	-7%	SI
<b>TOTAL:</b>	<b>2,499,857.98</b>	<b>3,513,407.80</b>	<b>40.54%</b>	<b>NO</b>

Se visualiza que los incrementos presupuestales de las partidas, exceden al 10 % formulado en expediente técnico, por ende, esta hipótesis es **falsa**.

En la tabla N°46 se procede a mostrar el incremento de días de ejecución que se genera, al comparar la cantidad de días que resulta de operar el metrado entre el rendimiento formulado en expediente técnico contra la cantidad de días que se formula manteniendo el metrado y utilizando el rendimiento hallado en campo.

**Tabla 46***Prueba de hipótesis para el objetivo específico 3-tiempos de ejecución*

<b>Descripción</b>	<b>Días Exp.tec.</b>	<b>Días campo</b>	<b>% de incred.</b>	<b>Increm. ≤8%</b>
<b>Reservorios de concreto armado</b>				
Encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio	162	67	-59%	SI
Concreto fc=210 kg/cm2 en muros de reservorio	82	156	90%	NO
<b>Red de distribución sist. de riego</b>				
Obras provisionales				
Trazos, niveles y replanteo de zanjas	52	62	19%	NO
<b>Movimiento de tierras</b>				
Excavación de zanja para tubería (a mano)	2522	2847	13%	NO
Excavación de zanja en roca suelta	1038	1558	50%	NO
Cama de apoyo para tubería PVC-SAP	260	358	38%	NO
Relleno y comp.mat. propio en zanjas	9231	12014	30%	NO
<b>Instalación de tuberías</b>				
Instalación de tubería PVC-SAP C-10 D=1 1/2"	109	115	6%	SI
Instalación tubería PVC-SAP C-7.5 D=2"	44	37	-17%	SI
Instalación tubería PVC-SAP C-7.5 D=3"	56	48	-14%	SI
<b>PROMEDIO DE INCREMENTO</b>			<b>18%</b>	<b>NO</b>

Se observa que la mayoría de partidas presentan un incremento de más del 8% con respecto a la condición dada y algunas reducen la cantidad de días, por ende, esta hipótesis planteada es **falsa** puesto que se excede el tiempo en más del 8%.

## VI. Conclusiones

1. **Sobre la influencia del rendimiento real en la productividad laboral:** Los resultados indican que el desempeño efectivo de la mano de obra en el área altoandina afecta adversamente a la productividad de las partidas estudiadas, que incluyen: trazo, nivelación y replanteo en zanjas; excavación de zanjas para tubería; excavación en roca suelta; cama de apoyo; relleno y compactado; instalación de tubos PVC con diámetros variados; encofrado y desencofrado normal en muros de reservorio; así como concreto  $f'c=210$  kg/cm<sup>2</sup> en muros de reservorio. Los resultados obtenidos en el terreno fueron más bajos que los estimados en el expediente técnico y los referenciales de CAPECO, lo cual provocó un incremento de costos durante la ejecución y una extensión de tiempo en el programa de trabajo. Asimismo, se detectó una correlación entre productividad y rendimiento ( $r = 0.198$ ; Sig. = 0.003), aunque esta fue débil, lo que sugiere que un incremento en el rendimiento podría estar vinculado a una mejora en la productividad; sin embargo, no es posible asegurar una relación causal directa y determinante.
2. **Sobre los tiempos productivos, contributivos y no productivos:** Los niveles de tiempos observados en el campo no cumplen con los estándares que ha fijado SENCICO. Respecto al tiempo productivo, se observó una media del 46 %, inferior al valor óptimo de referencia del 60 %. El tiempo de contribución llegó a un 30%, lo que sobrepasó el estándar de 25%; por otro lado, el tiempo no productivo alcanzó un 24%, lo que superó la cifra recomendada del 15%. Los valores bajos en el tiempo productivo de las cuadrillas evaluadas demuestran que existen oportunidades para mejorar la organización operativa. Asimismo, se notó una uniformidad relativa en los porcentajes entre cuadrillas, lo cual indica que las condiciones de ejecución tienen un impacto parecido en diferentes secciones del proyecto.
3. **Sobre la expresión de la productividad en costos y tiempos:** La productividad, tanto en términos de presupuesto como de plazos de ejecución, se ve afectada directamente por el desempeño real en el campo. Por esta razón, se aconseja que,

en proyectos futuros, particularmente en áreas de alta montaña, se empleen rendimientos locales validados empíricamente para impedir desviaciones económicas y temporales que pongan en peligro la viabilidad del proyecto.

4. **Sobre el margen de incremento presupuestal y temporal:** La investigación demostró que el rendimiento real observado en campo, en términos de presupuesto, excede el margen tolerable del 10% que se fijó en los documentos técnicos. Esta desviación provoca que el costo de ejecución de las partidas estudiadas aumente un 40.54% en comparación con el costo que se había programado en el expediente técnico. Respecto a los plazos de ejecución de las partidas analizadas, se constató que algunas partidas, como la instalación de tuberías, acortaron su duración; no obstante, la mayor parte experimentó un incremento en el tiempo necesario para su culminación. En promedio, se observó un aumento del 18% en el tiempo de ejecución comparado con lo que se indica en expediente técnico.
5. En general, se puede concluir que el desempeño real de la mano de obra desempeña un papel crucial en la productividad de las obras de riego en regiones altoandinas. La necesidad de validar empíricamente los rendimientos referenciales antes de elaborar presupuestos y cronogramas se confirma por su influencia en el tiempo y el costo. Para asegurar que el proyecto sea eficaz desde el punto de vista técnico, económico y temporal, esta validación es esencial.

## VII. Recomendaciones

1. Se recomienda revisar y mejorar la distribución operativa de las cuadrillas, puesto que aumentar la plantilla no asegura una mejora en el rendimiento, se aconseja examinar y optimizar la distribución de las cuadrillas. Una cuadrilla sobredimensionada puede causar interferencias operativas, sobrecarga de tareas en lugares determinados y tiempos improductivos por falta de coordinación en espacios reducidos, lo que tiene un impacto negativo en la productividad.
2. Se recomienda fomentar más estudios aplicados en obras de riego, sobre todo en áreas altoandinas, con el objetivo de crear bases de datos empíricas que faciliten la elaboración de expedientes técnicos. Esto fortalecerá la planificación y realización de proyectos en áreas rurales, lo que permitirá estimar los rendimientos con mayor exactitud, optimizar recursos y cumplir con los plazos.
3. Se sugiere poner en práctica sistemas de monitoreo y control de tiempos productivos, no productivos y contributivos, basándose en los porcentajes encontrados en campo. Esta acción posibilitará el reconocimiento de desviaciones en las operaciones, optimizar el progreso diario y disminuir los periodos de inactividad.
4. Dado que esta investigación se enfocó únicamente en el desempeño de la mano de obra (operarios, oficiales y peones), por lo que se sugiere realizar estudios adicionales sobre el rendimiento de los equipos y materiales en proyectos de riego. Esto posibilitará la visualización integral de los elementos que afectan la productividad, así como la creación de propuestas más integrales para optimizar el rendimiento técnico y económico en proyectos de riego

## VIII. Referencias

- Aguilar, G. M., & Hernández, T. C. (2007). *Seguimiento de la productividad en obra: técnicas de medición de rendimientos de mano de obra*. Revista UIS ingenierías, 6(2), 45-59.
- Aliaga Zorrilla, J. C. (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* [Tesis de pregrado]. Universidad Peruana del Centro, Huancayo.
- Ayala Ramírez, D. N., & Tito Moscoso, S. E. (2021). *Medición del desempeño laboral relacionado con la productividad de los trabajadores de la construcción de edificaciones de vivienda en la ciudad de Quito* [Tesis de pregrado]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.
- Botero, L. F. B., & Villa, M. E. Á. (2003). *Identificación de pérdidas en el proceso productivo de la construcción*. Revista universidad EAFIT, 39(130), 64-78.
- Cámara Peruana de la Construcción, CAPECO. (2006). *Costos y presupuestos en edificaciones*. CAPECO
- Castillo Quispe, C. F. (2021). *Productividad y rendimiento de mano de obra en el proyecto de mejoramiento de la I.E. César A. Vallejo, de la ciudad de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, La Libertad* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Ccorahua Chirinos, E. (2016). *Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio residencial torre del sol* [Tesis de pregrado]. Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Chacaltana, J., & Yamada, G. (2009). *Calidad del empleo y productividad laboral en el Perú* (No. 691). Working Paper.
- Chiavenato, I. (2007). *Administración de recursos humanos (8a ed.)*. México: McGraw-Hill.
- Colegio de Ingenieros del Perú. (2022). *Guía de productividad en obras de construcción*.
- Criollo Marcillo, P. M. (2018). *Análisis del estado del arte de la productividad de la mano de obra en el sector de la construcción* [Tesis de pregrado]. Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Quito.

- Dozzi, S. P., & AbouRizk, S. M. (1993). *Productivity in construction*. Ottawa: Institute for Research in Construction, National Research Council.
- Escobar Herrera, J. J. (2016). *Análisis de productividad de la mano de obra y obtención de rendimientos reales en partidas de concreto armado en la obra "construcción de establecimiento hotelero en la calle tambo de montero en el centro histórico de la ciudad del Cusco* [Tesis de pregrado]. Universidad Andina del Cusco, Cusco.
- Española, R. A. (1999). *Real academia española*.
- Guio, V. (2010). *Productividad en Obras de Construcción (Diagnóstico, Crítica y Propuesta)*. Lima: Fondo Editorial
- H.Oglesby Clarkson, W. H. (2013). *Productivity Improment in construction*. EE.UU.: Hill
- Hernández-Quesada, D. J. (2019). *Estudio de Rendimientos y Control de Costos en la Construcción de Muros de Gaviones* [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Mallqui Guerra, K. (2021). *Evaluación de rendimientos de mano de obra en las partidas de movimiento de tierras, cimientos corridos, muros y tabiques de albañilería en la construcción del Cerco Perimétrico de la Infraestructura Deportiva del Estadio Municipal, Distrito de Paucartambo–Pasco–2019* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Emilio Valdizan, Huánuco.
- Maslow, A. (1954). *Motivation and Personality*. EE.UU.
- Mata-Ortiz, A. (2023). *Propuesta de un proceso de medición y análisis del trabajo operativo de la mano de obra en distintas actividades constructivas para la división Scala de la empresa Edica Ltda* [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológico de Costa Rica, Cartago.
- Niebel, B., & Freivalds, A. (2009). *Métodos, estándares y diseño del trabajo*. Onceava ed, 1.
- Noguera, J. A. (2002). *El concepto de trabajo y la teoría social crítica*. Papers: revista de sociología, 141-168.
- OIT, L. M. (1996). *SeeTS Mora* (Doctoral dissertation, Banco de México).
- Organismo Supervisor de las Contrataciones del Estado. (2023). *Manual de precios unitarios*.

- Padilla-Bonilla, A. A. (2016). *Productividad y rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR* [Tesis de pregrado]. Universidad Tecnológica de Costa Rica, Cartago.
- Prokopenko, J. (1989). *La gestión de la productividad*.
- Sabadías, A. V. (1995). *Estadística descriptiva e inferencial (Vol. 8)*. Universidad de Castilla: La Mancha.
- Sampieri, H. (1999). *Metodología de la Investigación*. México: Mc Graw Hill.
- Sánchez Oblitas, E., & Sánchez Cadenillas, K. (2023). *Evaluación de rendimiento y productividad de la mano de obra en la partida de tarrajeo en la construcción de viviendas en la ciudad de Chota, 2022* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional Autónoma de Chota, Chota.
- Serpell, A. (2002). *Administración de Operaciones de Construcciones*. Santiago de Chile: ALFAOMEGA.
- Servicio Nacional de Capacitación para la Industria de la Construcción (SENCICO). (2023). *Banco de datos de precios unitarios*.
- Tarrillo Idrogo, O. (2022). *Evaluación de rendimientos y productividad de la mano de obra en obras de saneamiento rural en el distrito de Chota - Cajamarca* [Tesis de pregrado]. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Velandia Castillo, J. (2022). *Estudio de rendimientos y consumos de la mano de obra en actividades de cimentación en la construcción de vivienda unifamiliar en el municipio de Tame, departamento de Arauca* [Tesis de maestría]. Universidad Nacional de Colombia, Medellín.