

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:**

**RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN  
ESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO BÁSICO, EN EL DISTRITO DE  
LEIMEBAMBA – AMAZONAS**

**PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. DANTE CESAR HIDALGO SILVA**

**ASESOR:**

**Dr. Ing°. JAIME OCTAVIO AMOROS DELGADO**

**CAJAMARCA - PERÚ**

**2023**

## **CERTIFICADO DE ORIGINALIDAD**

La que suscribe, Directora de la Unidad de Investigación de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de Cajamarca certifica:

La originalidad de la tesis denominada **RENDIMIENTO Y PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN ESTRUCTURAS DE SANEAMIENTO BÁSICO, EN EL DISTRITO DE LEIMBAMBA – AMAZONAS**, realizada por el Bachiller en Ingeniería Civil **Dante Cesar Hidalgo Silva**, de acuerdo al resultado del análisis reportado por su asesor **Dr. Jaime Octavio Amorós Delgado** con el software antiplagio Turnitin que identifica **10% (diez por ciento)** de similitud, asignándole el código **oid:3117:290732903**.

Se expide el presente certificado para los fines pertinentes.

Cajamarca, 30 de noviembre del 2023

Documento firmado digitalmente

---

Dra. Yvonne Katherine Fernández León  
Directora Unidad de Investigación Facultad de Ingeniería



Firmado digitalmente por:  
FERNANDEZ LEON Yvonne  
Katherine FAU 20148258601 soft  
Motivo: Soy el autor del  
documento  
Fecha: 30/11/2023 23:16:45-0500

Cc.  
Archivo  
c13223dh.

## **DEDICATORIA**

A mi padre por enseñarme siempre el  
significado de nobleza.

A mi madre por su ejemplo de  
lucha y perseverancia.

A mis hermanas por su apoyo incondicional.

## **AGRADECIMIENTO**

Agradezco a Dios por salvaguardarme en todo momento.

A mi familia por ser mi soporte e impulso  
para ser una mejor persona.

A mi alma mater por darme las herramientas  
necesarias para desempeñarme en mi  
labor profesional.

## ÍNDICE GENERAL

<i>DEDICATORIA</i> .....	<i>ii</i>
<i>AGRADECIMIENTO</i> .....	<i>iii</i>
<i>ÍNDICE DE FIGURAS</i> .....	<i>ix</i>
<i>RESUMEN</i> .....	<i>xi</i>
<i>ABSTRACT</i> .....	<i>xii</i>
<i>CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN</i> .....	<i>1</i>
1.1. Planteamiento del problema.....	2
1.1.1. Descripción del problema.....	2
1.1.2. Formulación del problema.....	2
1.2. Justificación de la investigación.....	2
1.3. Delimitación de la investigación.....	2
1.4. Limitaciones de la investigación.....	3
1.5. Objetivos.....	3
1.5.1. Objetivo general.....	3
1.5.2. Objetivos específicos.....	3
1.6. Hipótesis.....	4
1.6.1. Hipótesis general.....	4
1.7. Variables.....	4
<i>CAPITULO II: MARCO TEÓRICO</i> .....	<i>5</i>
2.1. Antecedentes de la investigación.....	5
2.1.1. A nivel internacional.....	5
2.1.2. A nivel nacional.....	5
2.1.3. A nivel local.....	6
2.2. Bases Teóricas.....	6
2.2.1. Los Proyectos de ingeniería.....	6
2.2.2. Proyecto de saneamiento.....	7
2.2.3. Planificación de proyectos de saneamiento.....	7
2.2.4. Diseño de sistemas de saneamiento.....	7

2.2.5. Sostenibilidad del proyecto de saneamiento .....	8
2.3. Sector construcción .....	8
2.3.1. Factores que intervienen en el costo de las obras .....	8
2.3.2. La mano de obra y su incidencia en los presupuestos de obra.....	8
2.4. Estudio del trabajo .....	9
2.4.1. Rendimiento de la mano de obra .....	9
2.4.2. Productividad de la mano de obra.....	11
2.5.3. Jornada de la mano de obra.....	11
2.5.4. Medición del trabajo .....	12
2.5.5. Medición de la productividad .....	12
2.6. Definición de términos básicos .....	13
<i>CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS.....</i>	<i>15</i>
3.1. Resumen ejecutivo del proyecto en estudio.....	15
3.1.1 Proyecto: .....	15
3.1.2 Ubicación geográfica .....	15
3.1.3 Clima.....	17
3.1.4 Geografía.....	17
3.1.5 Presupuesto de obra .....	17
3.1.6 Tiempo de ejecución .....	17
3.1.7 Modalidad de ejecución .....	17
3.1.8 Sistema de ejecución.....	18
3.2. Metodología de la investigación .....	18
3.2.1. Tipo .....	18
3.2.2. Nivel.....	18
3.2.3. Diseño .....	18
3.2.4. Metodología .....	18
3.3. Población y muestra.....	19
3.3.1. Población.....	19
3.3.2. Muestra .....	19
3.3.3. Unidad de análisis .....	19
3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos .....	19

3.5. Método de análisis de datos .....	20
<i>CAPITULO IV ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</i> .....	21
4.1. Presentación de resultados .....	21
4.2. Análisis e interpretación de datos .....	33
4.3. Contrastación de hipótesis .....	36
<i>CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</i> .....	40
5.1 Conclusiones .....	40
5.2 Recomendaciones .....	40
<i>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</i> .....	41
<i>ANEXOS</i> .....	43
Anexo I: Diagrama de Pareto para la selección de estructuras .....	43
Anexo II: Resultado de las partidas de cada estructura .....	44
Estructura N° 01: Sedimentador .....	44
Estructura N° 02: Reservorio .....	58
Estructura N° 03: Tanque Imhoff .....	76
Estructura N° 04: Filtro biológico .....	90
Anexo III: Rendimientos del expediente y CAPECO.....	104
Anexo IV: Fotos.....	109
Anexo V: Planos .....	111
Anexo VI: Ubicación del proyecto .....	116

## ÍNDICE DE TABLAS

<i>Tabla 1 Rendimiento promedio calculado del solado 4”</i>	22
<i>Tabla 2: Rendimiento promedio calculado de la losa</i>	23
<i>Tabla 3: Rendimiento promedio calculado del muro</i>	23
<i>Tabla 4: Rendimiento promedio calculado del solado 4”</i>	24
<i>Tabla 5: Rendimiento promedio calculado de la losa</i>	25
<i>Tabla 6: Rendimiento promedio calculado del muro</i>	26
<i>Tabla 7: Rendimiento promedio calculado de la cúpula</i>	27
<i>Tabla 8: Rendimiento promedio calculado del solado 4”</i>	28
<i>Tabla 9: Rendimiento promedio calculado de la losa</i>	29
<i>Tabla 10: Rendimiento promedio calculado del muro</i>	30
<i>Tabla 11: Rendimiento promedio calculado del solado 4”</i>	31
<i>Tabla 12: Rendimiento promedio calculado de la losa</i>	32
<i>Tabla 13: Rendimiento promedio calculado de muro</i>	33
<i>Tabla 14: Comparación del rendimiento OBRA – EXPEDIENTE - CAPECO</i>	38
<i>Tabla 15: Distribución de la productividad por actividad en cada estructura</i>	39
<i>Tabla 16: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	45
<i>Tabla 17: Distribución de la productividad</i>	46
<i>Tabla 18: Cálculo del rendimiento del solado 4”</i>	48
<i>Tabla 19: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	49
<i>Tabla 20: Distribución de la productividad</i>	51
<i>Tabla 21: Cálculo del rendimiento de la losa</i>	53
<i>Tabla 22: Tiempo promedio de las cuadrillas</i>	54
<i>Tabla 23: Distribución de la productividad</i>	56
<i>Tabla 24: Cálculo del rendimiento del muro</i>	58
<i>Tabla 25: Tiempo promedio de las cuadrillas</i>	59
<i>Tabla 26: Distribución de la productividad</i>	61
<i>Tabla 27: Cálculo del rendimiento para solado 4”</i>	62
<i>Tabla 28: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	63
<i>Tabla 29: Distribución de la productividad</i>	65
<i>Tabla 30: Cálculo del rendimiento de la losa</i>	67
<i>Tabla 31: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	68
<i>Tabla 32 : Distribución de la productividad</i>	71



<i>Tabla 33: Cálculo del rendimiento del muro</i>	72
<i>Tabla 34: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	73
<i>Tabla 35: Distribución de la productividad</i>	75
<i>Tabla 36: Calculo del rendimiento de la cúpula</i>	76
<i>Tabla 37: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	77
<i>Tabla 38: Distribución de la productividad</i>	79
<i>Tabla 39: Calculo del rendimiento del solado 4”</i>	80
<i>Tabla 40: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	81
<i>Tabla 41 : Distribución de la productividad</i>	84
<i>Tabla 42: Cálculo del rendimiento de la losa</i>	85
<i>Tabla 43: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	86
<i>Tabla 44: Distribución de la productividad</i>	88
<i>Tabla 45 : Calculo del rendimiento del muro</i>	90
<i>Tabla 46: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	91
<i>Tabla 47: Distribución de la productividad</i>	93
<i>Tabla 48: Calculo del rendimiento para solado 4”</i>	94
<i>Tabla 49: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	95
<i>Tabla 50 : Distribución de la productividad</i>	97
<i>Tabla 51: Cálculo de rendimiento de la losa</i>	98
<i>Tabla 52: tiempo promedio de las cuadrillas</i>	99
<i>Tabla 53: Distribución de la productividad</i>	101
<i>Tabla 54 : Calculo del rendimiento del muro</i>	103
<i>Tabla 55: Cuadro resumen de rendimientos - EXPEDIENTE</i>	108
<i>Tabla 56: Cuadro resumen de rendimientos – CAPECO</i>	108

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1: Mapa del departamento de Amazonas</i> .....	16
<i>Figura 2: Ubicación del proyecto</i> .....	16
<i>Figura 3: Resumen de presupuesto de obra en estudio</i> .....	17
<i>Figura 4:Productividad promedio solado 4"- SEDIMENTADOR</i> .....	21
<i>Figura 5:Productividad promedio de la losa – SEDIMENTADOR</i> .....	22
<i>Figura 6:Productividad promedio del muro – SEDIMENTADOR</i> .....	23
<i>Figura 7:Productividad promedio del solado 4”- RESERVORIO</i> .....	24
<i>Figura 8:Productividad promedio de la losa – RESERVORIO</i> .....	25
<i>Figura 9: Productividad promedio del muro – RESERVORIO</i> .....	26
<i>Figura 10:Productividad promedio de la cúpula – RESERVORIO</i> .....	27
<i>Figura 11: Productividad promedio del solado 4” – TANQUE IMHOFF</i> .....	28
<i>Figura 12: Productividad promedio de la losa – TANQUE IMHOFF</i> .....	29
<i>Figura 13: Productividad promedio del muro – TANQUE IMHOFF</i> .....	30
<i>Figura 14: Productividad promedio del solado 4” – FILTRO BIÓLOGICO</i> .....	31
<i>Figura 15: Productividad promedio de la losa – FILTRO BIÓLOGICO</i> .....	32
<i>Figura 16: Productividad promedio del muro – FILTRO BIÓLOGICO</i> .....	33
<i>Figura 17: Diagrama de pareto para la selección de partidas</i> .....	43
<i>Figura 18: Tiempo promedio para solado 4” – SEDIMENTADOR</i> .....	45
<i>Figura 19: Productividad promedio para solado 4” – SEDIMENTADOR</i> .....	47
<i>Figura 20: Tiempo promedio para losa” – SEDIMENTADOR</i> .....	50
<i>Figura 21: Productividad promedio para losa – SEDIMENTADOR</i> .....	52
<i>Figura 22: Tiempo promedio para Muro – SEDIMENTADOR</i> .....	55
<i>Figura 23: Productividad promedio para muro – SEDIMENTADOR</i> .....	57
<i>Figura 24: Tiempo promedio para solado 4” – RESERVORIO</i> .....	60
<i>Figura 25: Productividad promedio para solado 4” – RESERVORIO</i> .....	61
<i>Figura 26: Tiempo promedio para losa – RESERVORIO</i> .....	64
<i>Figura 27: Productividad promedio para losa – SEDIMENTADOR</i> .....	66
<i>Figura 28: Tiempo promedio para Muro – RESERVORIO</i> .....	70
<i>Figura 29 : Productividad promedio para muro – RESERVORIO</i> .....	71
<i>Figura 30 : Tiempo promedio para cúpula – RESERVORIO</i> .....	74
<i>Figura 31 : Productividad promedio para cúpula – RESERVORIO</i> .....	75
<i>Figura 32 : Tiempo promedio para solado 4” – TANQUE IMHOFF</i> .....	78

<i>Figura 33 : Productividad promedio para solado 4” – TANQUE IMHOFF.....</i>	<i>79</i>
<i>Figura 34: Tiempo promedio para losa – TANQUE IMHOFF.....</i>	<i>83</i>
<i>Figura 35: Productividad promedio para losa – TANQUE IMHOFF.....</i>	<i>84</i>
<i>Figura 36 : Tiempo promedio para Muro – TANQUE IMHOFF .....</i>	<i>87</i>
<i>Figura 37: Productividad promedio para muro – TANQUE IMHOFF .....</i>	<i>89</i>
<i>Figura 38 : Tiempo promedio para solado 4” – FILTRO BIOLÓGICO .....</i>	<i>92</i>
<i>Figura 39 : Productividad promedio para solado 4” – FILTRO BIOLÓGICO .....</i>	<i>93</i>
<i>Figura 40: Tiempo promedio para losa – FILTRO BIOLÓGICO .....</i>	<i>96</i>
<i>Figura 41: Productividad promedio para losa – FILTRO BIOLÓGICO.....</i>	<i>97</i>
<i>Figura 42 : Tiempo promedio para Muro – FILTRO BIOLÓGICO .....</i>	<i>100</i>
<i>Figura 43: Productividad promedio para muro – FILTRO BIOLÓGICO.....</i>	<i>102</i>
<i>Figura 44: Rendimiento del solado del sedimentador – EXPEDIENTE.....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 45: Rendimiento de la losa y el muro del sedimentador - EXPEDIENTE .....</i>	<i>104</i>
<i>Figura 46: Rendimiento del solado del reservorio – EXPEDIENTE.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 47: Rendimiento de la losa y el muro del reservorio - EXPEDIENTE.....</i>	<i>105</i>
<i>Figura 48: Rendimiento del solado del tanque imhoff - EXPEDIENTE .....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 49: Rendimiento de la losa y el muro del tanque imhoff - EXPEDIENTE.....</i>	<i>106</i>
<i>Figura 50: Rendimiento del solado del filtro biológico – EXPEDIENTE .....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 51: Rendimiento de la losa y el muro del filtro biológico - EXPEDIENTE .....</i>	<i>107</i>
<i>Figura 52: Rendimiento para solado – CAPECO .....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 53: Rendimiento para muro – CAPECO .....</i>	<i>108</i>
<i>Figura 54: Rendimiento para losa – CAPECO .....</i>	<i>108</i>

## RESUMEN

Esta investigación se realizó con la finalidad de determinar los rendimientos y productividad de la mano de obra en estructuras de saneamiento básico en el distrito de Leimebamba – Amazonas, y así establecer una base de datos para futuros proyectos en estructuras de saneamiento. Mediante el Principio de Pareto se seleccionaron las estructuras estudiadas de acuerdo a la incidencia de la mano de obra, las cuales fueron: Sedimentador, Reservorio, Tanque imhoff y Filtro biológico; analizadas solamente en actividades de vaciado de concreto simple y concreto armado tales como: solado, losa, muro y cúpula. El rendimiento de la mano de obra arrojó resultados inferiores, tanto para el expediente técnico como para CAPECO, con excepción en 3 actividades, la cúpula del reservorio que arrojó un valor de 8% más que lo utilizado en el expediente técnico, la losa del sedimentador y del reservorio con valores de 22% y 14% más que lo utilizado en CAPECO. En cuanto al trabajo productivo, de las 13 actividades analizadas, 5 actividades fueron inferiores a lo propuesto y las 8 actividades restantes fueron superiores, teniendo una buena productividad en la obra. El trabajo contributorio y no contributorio arrojó resultados que van desde un 44% a un 76% y desde un 4% a un 20% respectivamente, evidenciando la alta continuidad del trabajo, dejando sin efecto a los tiempos muertos en cada una de las actividades.

**Palabras clave:** Rendimiento de mano de obra, trabajo productivo, trabajo contributorio, trabajo no contributorio.

## ABSTRACT

This research was carried out with the purpose of determining the performance and productivity of labor in basic sanitation structures in the district of Leimebamba - Amazonas, and thus establish a database for future projects in sanitation structures. By means of the Pareto Principle, the structures studied were selected according to the incidence of labor, which were: Sedimenter, Reservoir, Imhoff Tank and Biological Filter; analyzed only in simple concrete and reinforced concrete pouring activities such as: floor, slab, wall and dome. Labor performance showed lower results, both for the technical dossier and CAPECO, with the exception of 3 activities, the dome of the reservoir that showed a value of 8% more than that used in the technical dossier, the slab of the settling tank and the reservoir with values of 22% and 14% more than that used in CAPECO. As for the productive work, of the 13 activities analyzed, 5 activities were lower than proposed and the remaining 8 activities were higher, showing the good productivity of the work. Contributory and non-contributory work yielded results ranging from 44% to 76% and from 4% to 20%, respectively, indicating the high continuity of the work, leaving dead time in each of the activities without effect.

**Key words:** Labor output, productive work, contributory work, non-contributory work.

## CAPÍTULO I: INTRODUCCIÓN

En la Ingeniería Civil para la realización de los trabajos influye de manera determinante el tiempo y la calidad en los procesos que se ejecutan a través de la mano de obra; de manera que, los rendimientos producidos, son parte primordial que generan disminución en calidad, tiempo y economía en las actividades (Polanco, 2009).

En el proceso de la ejecución de un proyecto de construcción, la realización de la programación y presupuesto de obra juegan un rol esencial, ya que establecen anticipadamente la duración y costo del mismo, siendo aspectos imprescindibles para determinar la viabilidad del proyecto (Botero, 2002).

Lauri Koskela (1992), menciona que el tiempo no contributivo tiene una estrecha relación con el número de defectos, trabajos rehechos, número de diseños erróneos y omisiones, números de cambios de diseño, costos de seguridad, excesivo consumo de materiales y el porcentaje de tiempo que no añade valor en el ciclo de una labor o flujo de un material, relacionados con la productividad de un proyecto.

De igual manera, el uso de datos comerciales que proporcionan información sobre rendimiento y consumo de mano de obra en las actividades de construcción, para apoyar el análisis de costos y tiempos de los proyectos a ejecutar, no son la adecuada, pues las estimaciones presentadas a menudo están un poco alejadas de la realidad, lo que genera desconfianza en la industria debido a la alta dispersión.

El costo presupuestado, el rendimiento de mano de obra y la planificación del proyecto debe basarse en múltiples observaciones y análisis estadísticos, teniendo en consideración las condiciones específicas bajo las cuales se realizan las diferentes actividades de construcción.

En la actualidad no existe una entidad reguladora encargada de brindar información relevante respecto a los rendimientos y productividad en estructuras de saneamiento básico; es por ello que esta investigación tiene como finalidad establecer los rendimientos reales y la productividad de la mano de obra en las estructuras de saneamiento básico y así, obtener una base de datos para futuros proyectos con características similares a la obra en estudio.

## **1.1. Planteamiento del problema**

### **1.1.1. Descripción del problema**

El problema surge debido a que no se cuenta con información actualizada del rendimiento y productividad de la mano de obra en estructuras de saneamiento básico, por esta razón las instituciones públicas y privadas que desarrollan proyectos de ingeniería utilizan valores de rendimiento y productividad de la mano de obra que han sido propuestas para las regiones de Lima y Callao. Es por ello que existe la necesidad de las empresas que realizan proyectos de saneamiento básico de contar con información confiable del rendimiento y productividad de las obras que se ejecutan, particularmente en provincia, como es el caso del distrito de Leimebamba, donde la mano de obra casi en su totalidad es de la zona; de esa manera también es importante tener conocimiento del trabajo productivo de toda la obra, ya que en un sector tan competitivo como el sector construcción en especial el de saneamiento básico, es necesario mejorar y optimizar los recursos (mano de obra, materiales, equipos, etc.).

### **1.1.2. Formulación del problema**

Ante esta problemática se plantea la siguiente pregunta:

¿Cuál es el rendimiento y productividad de la mano de obra en las estructuras de saneamiento básico en el distrito de Leimebamba - Amazonas?

## **1.2. Justificación de la investigación**

La importancia de realizar esta investigación radica en que no existe una referencia informativa como línea base respecto al tema de investigación, que nos permita presupuestar y ejecutar los trabajos en las estructuras de saneamiento básico con valores reales de rendimiento y productividad de la mano de obra, teniendo en consideración las características de la zona de estudio.

## **1.3. Delimitación de la investigación**

El estudio se desarrolló teniendo en cuenta las estructuras con mayor incidencia de la mano de obra con relación a los precios y cantidades de recursos requeridos, utilizando el principio de Pareto. En cada estructura se observó y analizó solamente las partidas de concreto simple y concreto armado como son: solado, losa, muros y cúpula en caso del reservorio de agua. Es así que, con los datos obtenidos, se calculó los rendimientos de las partidas,

elaborando tablas comparativas, entre los rendimientos obtenidos, los rendimientos del expediente técnico y los brindados por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO), así como también, la productividad de la mano de obra.

Delimitación espacial: La obra se ejecutó en el distrito de Leimebamba que se encuentra a dos horas de la ciudad de Chachapoyas en la región Amazonas.

Delimitación temporal: Los datos se tomaron de la obra “Rehabilitación y mejoramiento del sistema de abastecimiento de agua potable y residuales de la localidad de Leimebamba y sus centros poblados de Dos de Mayo, Aumuch, Ishpingo, Huamantianga y San Miguel en el distrito de Leimebamba Chachapoyas-Amazonas”. Durante 5 meses se hizo la recolección de datos, desde febrero hasta junio del 2021; en ese periodo de tiempo se realizó la construcción de las estructuras: Captación, sedimentador, planta modular de agua potable, reservorio, cámara de rejas, tanque ihmoff, filtro biológico, lecho de secado, cámara de cloración y las unidades básicas de saneamiento; las cuales el sedimentador, el reservorio, el tanque ihmoff y el filtro biológico fueron seleccionadas por el principio de Pareto para el estudio de la presente investigación.

#### **1.4. Limitaciones de la investigación**

- Durante la recolección de datos una de las limitaciones que tuve fue la dificultad de realizar los apuntes en campo debido a las torrenciales lluvias y descargas eléctricas presentadas en la zona durante el vaciado de concreto en algunas estructuras.
- Falta de investigaciones relacionados con el tema de estudio, específicamente en el análisis de actividades de concreto simple y armado en estructuras de saneamiento.

#### **1.5 Objetivos**

##### **1.5.1. Objetivo general**

Determinar los rendimientos y la productividad de la mano de obra en las estructuras de saneamiento básico en el distrito de Leimebamba – Amazonas

##### **1.5.2. Objetivos específicos**

a.- Comparar los rendimientos de la mano de obra en las estructuras de saneamiento básico, con los rendimientos establecidos en el expediente técnico, y por la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO).



b.- Determinar la productividad como trabajo Productivo, Contributorio y no Contributorio en las estructuras de saneamiento básico en el distrito de Leimebamba - Amazonas.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

El rendimiento de la mano de obra en las estructuras de saneamiento básico en el distrito de Leimebamba es inferior en 15% respecto a lo detallado en la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y 10% a lo que nos presenta el expediente técnico, y el trabajo productivo ocupa el 34% del tiempo total de construcción en cada actividad.

## **1.7 Variables**

- Dependiente
  - ✓ Rendimiento: Capacidad de ejecutar una tarea en un tiempo determinado (hh/um).
  - ✓ Productividad: Relacionado con el trabajo productivo, contributivo y no contributivo.
  
- Independiente
  - ✓ Jornada de la Mano de obra: relacionado con el personal obrero de la zona (operario, oficial y peones), que a través del esfuerzo físico y mental transforman una materia prima en un bien útil en un tiempo determinado.
  - ✓ Metrados: Cantidad de ejecución de una tarea en un determinado tiempo.

## **CAPITULO II: MARCO TEÓRICO**

### **2.1. Antecedentes de la investigación**

#### **2.1.1. A nivel internacional**

Hace poco más de cien años el ingeniero industrial Frederick Taylor en (1856-1915) quien se desempeñó como trabajador fabril, observó por primera vez el trabajo manual y al trabajador de fábrica y comenzó a estudiar a ambos. En los principales países desarrollados, la investigación de Taylor tuvo un enorme impacto en la productividad de sus industrias, incrementando a un ritmo de 3.5% anual. Esto significa que la productividad del trabajo manual se multiplico por un factor de 50 en los últimos 100 años, creando lo que hoy conocemos países desarrollados. (Drucker, 1999)

Así mismo, Arboleda, (2014) menciona que en el gremio de la construcción colombiana se ha notado que al momento de realizar el presupuesto y programación de proyectos se suele olvidar que la construcción es una actividad particular. Así, afirma que se suelen presentar rendimientos de mano de obra generales, sin adecuarse a las necesidades específicas de la realización de las labores planteadas de los proyectos. También revela que durante un estudio los niveles de actividad obtenidos de una muestra de veinte edificios en construcción, un 50% del tiempo de las jornadas de trabajo fue dedicado a labores que no agregan valor a los productos; y que se necesitaba de datos reales en cada zona donde se ejecutaron estos trabajos.

#### **2.1.2. A nivel nacional**

Ghio (2001) Analizaron 50 obras en Lima, principalmente en el área de edificaciones con la finalidad de determinar el nivel competitivo de las empresas constructoras en Lima metropolitana. Esta investigación, asesorada por Virgilio Ghio Castillo, es el primer esfuerzo en Perú en realizar un diagnóstico de la productividad en la construcción, los resultados se determinaron mediante muestreos de trabajo del nivel general de obra, muestreos del trabajo para actividades particulares con sus respectivas cartas de balance, encuestas a profesionales responsables de obra y encuestas a personal. La investigación concluyó que el 28% del tiempo era dedicado al TP y además generó una clasificación de obra de acuerdo a los sistemas de administración existentes.

Amoros, (2009) Realizó una investigación en la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, donde menciona que la productividad promedio y el rendimiento

de la mano de obra en edificaciones, es menor en 17,32% que la reportada en la información de CAPECO, tomando en cuenta las mismas cuadrillas; siendo en promedio el trabajo productivo de 23,14%. Además, la participación de la mano de obra considerada en los expedientes técnicos para edificaciones de las obras de la Universidad Nacional de Cajamarca es en promedio el 29,68% del costo directo.

Asimismo, los resultados obtenidos al calcular el rendimiento de 17 partidas de saneamiento básico en las zonas rurales de la encañada en Cajamarca se concluye que 11 partidas son menores a lo presentado en CAPECO, 2 partidas son superiores y 4 partidas no fueron estudiadas por CAPECO, concluye también que el rendimiento detallado en el expediente técnico tiene una variación a la realidad debido a la falta de algún órgano regulador de los rendimientos en diferentes proyectos de saneamiento en el sector público. (Mantilla, 2014)

De igual manera, el estudio obtenido después de evaluar 40 partidas de saneamiento rural en la provincia de Chota y ser comparadas con el expediente técnico, se concluye que 21 partidas tienen un rendimiento menor, el que representa un 64,29% del requerimiento de la mano de obra en promedio y las 19 partidas restantes tiene un mayor rendimiento, cifra porcentual que se eleva a 201,42% del requerimiento de la mano de obra en promedio respecto al expediente técnico (Tarrillo, 2022).

### **2.1.3. A nivel local**

A la fecha, en el ámbito local, considerando la región y área de estudio, no se tiene trabajos de investigación relacionados con los rendimientos y la productividad de la mano de obra en estructuras de saneamiento.

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Los Proyectos de ingeniería**

La ingeniería es una disciplina que se enfoca en la aplicación de los principios científicos para la resolución de problemas prácticos. Los proyectos de ingeniería son tareas complejas que involucran la planificación, el diseño, la construcción y la implementación de sistemas y procesos.

Cada proyecto crea un producto, servicio o resultado único, incluso si puede haber elementos repetitivos en algunos de los entregables del proyecto. Por ejemplo, las obras de saneamiento

se pueden construir con similar o idéntico materia, o por el mismo equipo, pero cada ubicación y construcción de las estructuras es única debido a diferentes diseños, circunstancias, contratistas, responsables de obra, etc. En resumen, la singularidad del trabajo de un proyecto no se ve alterada por elementos que se repiten en alguno de sus entregables.

### **2.2.2. Proyecto de saneamiento**

Los proyectos de saneamiento abarcan una amplia dispersión de actividades destinadas a garantizar la disponibilidad, tratamiento eficiente y gestión sostenible de los recursos hídricos, así como la adecuada disposición de las aguas residuales. Estos proyectos representan un componente esencial para promover la salud pública, preservar el medio ambiente y contribuir al desarrollo sostenible.

### **2.2.3. Planificación de proyectos de saneamiento**

La planificación de proyectos de saneamiento comienza con un completo análisis de las condiciones locales, teniendo en consideración de los factores geográficos, climáticos y demográficos. Este enfoque integral permite identificar las soluciones adaptadas a las necesidades específicas de cada región, considerando aspectos como la escasez de agua, la contaminación del agua y la infraestructura existente.

### **2.2.4. Diseño de sistemas de saneamiento**

En el diseño de sistemas de abastecimiento de agua potable, incluye la selección de fuentes de agua adecuadas, la implementación de redes de distribución eficientes y la aplicación de tecnologías avanzadas de tratamiento. La integración de tecnologías innovadoras, como la planta modular prefabricada de agua potable y almacenamiento de agua en el reservorio, se considera para superar desafíos particulares relacionados con la calidad y la disponibilidad del agua.

En cuanto al tratamiento de aguas residuales, la implementación de sistemas eficaces de recolección y tratamiento es esencial. Incluyen la elección de tecnologías de tratamiento avanzado, como la depuración biológica, la desinfección y la reutilización segura del agua. También la gestión de lodos y subproductos del tratamiento, asegurando un manejo ambientalmente responsable.

### **2.2.5. Sostenibilidad del proyecto de saneamiento**

La sostenibilidad es un pilar fundamental en los proyectos de saneamiento. Esto implica no solo el diseño de sistemas eficientes desde el punto de vista técnico, sino también la evaluación de su viabilidad económica a largo plazo y la consideración de aspectos sociales y culturales. Fomentando la participación comunitaria y la conciencia pública sobre la importancia de la gestión adecuada del agua y el saneamiento.

La implementación de proyectos de saneamiento implica una supervisión rigurosa durante la construcción y la puesta en marcha, aseverando que los sistemas funcionen de manera óptima. Además, se constituyen programas de capacitación para el personal local y se promueve la transferencia de tecnología para garantizar la operación y el mantenimiento continuo.

## **2.3. Sector construcción**

### **2.3.1. Factores que intervienen en el costo de las obras**

Los factores que intervienen en el costo de obras se han clasificado en costos directos y costos indirectos. Teniendo en primer lugar: mano de obra, materiales, maquinaria y equipo; siendo estudiados y analizados la forma en que participan en los presupuestos de obra. En cuanto a la mano de obra, se debe conocer el rendimiento, para proponer una mejora correspondiente con el fin de conseguir una mayor productividad. En relación al caso de los materiales, se debe analizar y estudiar la continuación de cada uno, siendo importante el estudio de los procesos constructivos, estudios de los desperdicios, etc. En el caso de los costos indirectos abarcan los generales, en los que interviene gastos realizados al participar en los diversos procesos de selección, de local, material de escritorio, etc., hasta los vinculados con los viáticos para el personal directivo, suscripción de revistas especializadas, etc. A estos se le adicionan, los que pertenecen a la utilidad del contratista, así como los pagos de tributos en caso de ser necesarios. (Amorós, 2007)

### **2.3.2. La mano de obra y su incidencia en los presupuestos de obra**

La incidencia de la mano de obra en un presupuesto de obra es un elemento importante a estimar en la construcción civil. Siendo esto uno de los costos directos con una alta influencia en los presupuestos. Las investigaciones demuestran que la mano de obra puede sostener un gran impacto en el costo total de la construcción, teniendo un mayor énfasis en el caso de construcción de obras de saneamiento. (Amorós, 2007)

## **2.4. Estudio del trabajo**

### **2.4.1. Rendimiento de la mano de obra**

El concepto de rendimiento se refiere al resultado deseado obtenido por cada unidad que realiza la actividad, donde el término unidad puede describir a un individuo, un equipo, un proyecto o una sección de una organización. Se define que el rendimiento de la mano de obra es la cantidad de obra de alguna actividad complementaria ejecutada por una cuadrilla compuesta por una o varios operarios de diferentes especialidades por unidad de recurso humano, normalmente expresada como hh/um (hora hombre por Unidad de medida de la actividad).

$$\text{Rendimiento} = \text{N.º de personas} \times \text{Jornada laboral diaria} / \text{producción diaria}$$

La eficiencia en el rendimiento de la mano de obra, puede variar en un amplio rango que va desde el 0%, cuando no se realiza la actividad alguna, hasta el 100% si se presenta la máxima eficacia en el rendimiento. (Botero,2002)

#### **2.4.1.1. Metodología para el cálculo del rendimiento**

##### **Estudios de Tiempos y Movimientos**

El desempeño del trabajo hace referencia a la cantidad de trabajo que es empleado por uno o más trabajadores para ejecutar una actividad específica, esto expresado en horas-hombre. Esto se basa en reunir información de una cuadrilla y luego tabularla para obtener un promedio representativo. Los rendimientos se valoran utilizando el método de análisis de resultados promedio. Se tiene en datos el número de personas que desarrollaron el trabajo y sus correspondientes cargos (operadores, oficiales y peones).

##### **Factores que afectan el rendimiento de la mano de obra**

Existen diferentes factores que pueden afectar el rendimiento de la mano de obra tales como: economía general, aspectos laborales, el clima, la actividad, la disponibilidad en los equipos o herramientas, la calidad y experiencia del supervisor y el trabajador. (Botero, 2002)

##### **Determinación de rendimientos de mano de obra**

- a) Datos. - Se determina el tamaño de cuadrilla, la cantidad de trabajo y la duración.
- b) Cálculo de rendimientos. – Aplicando la fórmula.

$$R = \frac{t \times n}{V}$$

(ecuación 1)

V= volumen de trabajo realizado

R= rendimiento en horas hombre/unidad

t= Tiempo de duración de la actividad

n= Número de obreros que participaron e dicha actividad.

- c) Eliminación de datos extremos. - Utilizado para el cálculo de rendimiento, se elimina los valores que se encuentren lejanos a la mayoría de datos obtenidos.
- d) Proceso Estadístico. - Tres pasos importantes, en primera instancia se calcula la media aritmética de rendimientos. Luego la desviación estándar y finalmente se obtiene el coeficiente de variación.

$$R = \frac{R1 + R2 + R3 + \dots + Rn}{n}$$

(ecuación 2)

$$\sigma = \sqrt{\frac{(R1 - R)^2 + (R2 - R)^2 + \dots + (Rn - R)^2}{n}}$$

(ecuación 3)

$$C. V. = \frac{\sigma}{R}$$

(ecuación 4)

- e) Aplicación de Factores. - Se utiliza un factor que evalúa los tiempos de los trabajadores en ciertas actividades para afectar los rendimientos.

$$fi = \frac{tc \times 100}{hd - tc}$$

(ecuación 5)

Donde:

fi = Factor de incremento

tc = Tiempo consumido en otras actividades

hd = Horas diarias de trabajo total

- f) Rendimiento real.- Para obtener este ítem se aplica la media aritmética o promedio de rendimientos al factor de incremento, el valor obtenido se calcula así:

$$R = Rx(1 + fi)$$

(ecuación 6). (Padilla, 2016)

#### **2.4.2. Productividad de la mano de obra**

La mano de obra es un recurso activo necesario en un proceso constructivo y que determina directamente la duración del mismo. La productividad de la mano de obra representa la cantidad de trabajo realizado por un hombre o cuadrilla en un período determinado, la productividad se evalúa como una unidad promedio de la cuadrilla.

La productividad hace referencia a los operarios, oficiales y ayudantes; se debe tener un enfoque riguroso para realizar un trabajo idóneo (Mejía & Hernández, 2007).

En la construcción los principales recursos son: los materiales, la maquinaria y la mano de obra siendo esta la de mayor importancia debido a que incluye los siguientes conceptos básicos de trabajo: Trabajo productivo, trabajo contributorio y no contributorio.

La productividad del trabajo se mide por el contenido de trabajo productivo, influenciado por las actividades contributorias y no contributorias que restan tiempo para realizar este trabajo. (Serpell, 1993).

Sin embargo, presentar un 0% de contenido de trabajo no contributorio es completamente irrealizable, debido a que las personas no pueden trabajar durante periodos de tiempo largos sin descanso. (Arboleda, 2014)

#### **2.5.3. Jornada de la mano de obra**

La mano de obra es el factor más importante en la elaboración de proyectos de saneamiento debido a la estructura de estos proyectos y la distribución de cada uno de sus componentes. En nuestro país una jornada de trabajo es de 8 horas diarias realizadas por el factor humano, sin esta intervención no se puede realizar las actividades de construcción civil. En la presente investigación se tomó como jornada laboral el tiempo empleado en cada actividad realizada, teniendo como rango de tiempo de 1 a 5 horas de acuerdo al tamaño de la estructura en la cual se realizó el vaciado de concreto.



#### **2.5.4. Medición del trabajo**

Es la aplicación de técnicas para determinar el tiempo que invierte un trabajador en llevar a cabo una tarea definida efectuándose según una norma de ejecución preestablecida.

Etapas básicas para efectuar sistemáticamente la medición del trabajo.

- ✓ Seleccionar el objetivo que va ser estudiado.
- ✓ Registrar todos los datos relacionados con el trabajo que se realiza.
- ✓ Examinar los datos registrados con sentido crítico para verificar si se utilizan los métodos y movimientos más eficaces y separar los elementos no productivos.
- ✓ Medir la cantidad de trabajo de cada elemento expresado en tiempo.
- ✓ Definir con precisión la serie de actividades y el método de operación a las que corresponde el tiempo computado y notificar que ese será el tiempo para las actividades y métodos especificados.

#### **2.5.5. Medición de la productividad**

##### **2.5.5.1. Medición del nivel general de actividad de obra**

Este es un muestreo estadístico que se realiza de forma aleatoria en el que se apunta del trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y el trabajo no contributorio (TNC), y los diferentes componentes que abarcan cada uno de estos. Esta medición tiene como objetivo la cuantificación de como lo utiliza el personal obrero. De esta manera podemos evaluar numéricamente el porcentaje de tiempo total que emplean los obreros en las labores productivas, labores contributorias y no contributorias.

Para realizar un nivel general de actividades se debe recorrer el total de la obra o visualizar completamente desde un punto estático y tomar medidas aleatorias, cada vez que se observa a un obrero, y anotar a que cuadrilla pertenece, si está realizando un TP, TC o TNC y en las dos últimas actividades qué actividad específica realiza. Los resultados de las mediciones indican el nivel que se maneja en obra y sirve para realizar la comparación con estándares nacionales e internacionales. Así mismo, también permiten identificar cuáles son las principales pérdidas, cuantificarlas y eliminarlas. (Ghio 2001)

##### **2.5.5.2. Medición de actividades puntuales**

A diferencia de la medición del nivel general de actividad, la medición de actividades puntuales se centra en una específica. La medición o muestreo estadístico se elabora desde un

punto fijo en el que se pueda observar toda la operación completa. Se determina como se divide el tiempo que se dedica a cada tarea dentro de una operación. Las mediciones apoyan a comprender la secuencia de construcción real que se utiliza, buscar optimizar el proceso, estudiar la posibilidad de cambios tecnológicos y determinar el porcentaje de ocupación del tiempo. (Ghio 2001)

### **Medición de la productividad por muestras de trabajo**

El muestro de trabajo es una técnica cuyo propósito es determinar los tiempos de aparición de una actividad a partir de observaciones y estadísticas (OIT, 1996), es utilizado en el estudio de actividades relacionadas con grupos de personas y equipos en los que se realiza un análisis cuantitativo del tiempo de trabajo de hombres, máquinas o alguna otra condición observable del trabajo. (García, 2005)

Según García (2005), esta técnica es muy utilizada para determinar:

- El tiempo invertido por una persona en una tarea, preparación y uso de equipos.
- Los tiempos productivos y no contributivos de personas o máquinas.
- La magnitud de tiempos perdidos y sus causas.
- Rendimientos de grupos de trabajo.
- Los tiempos efectivos en el uso de equipos.
- La cantidad necesaria de personas y máquinas para llevar a cabo una tarea.

El muestreo de trabajo es definido como una técnica útil para determinar las proporciones de tiempo que es empleado en la elaboración de tareas que componen una actividad. Señala que es de gran utilidad para determinar el uso de mano de obra y máquinas además de tiempo de espaciosidad aplicado en el trabajo y estándares de producción. Para la realización el muestreo de trabajo es útil desarrollar formularios de observación en donde se puedan registrar los datos recolectados durante las observaciones, no existe un formulario estándar porque cada estudio de muestreo de trabajo es distinto desde el punto de vista de datos recolectado y tiempo en que realiza. (Niebel, 2009)

### **2.6. Definición de términos básicos**

**Trabajo productivo.** – Son aquellas labores que intervienen directamente en el avance de obra como, por ejemplo: la fabricación de concreto, encofrados, etc.

**Trabajo contributivo.** – Es el trabajo de apoyo, ayuda que necesita una actividad para ser productiva, ejemplo: acarreo de agregado para la fabricación de concreto, traslado de concreto, etc.

**Trabajo no contributivo.** – Es la actividad en la que el trabajador no hace ningún aporte a la ejecución de la obra, normalmente ocasionadas por falta de materiales y/o equipos, reconstrucción de trabajos mal hechos, desplazamiento a más de 10 metros del lugar de trabajo por materiales o herramientas, viajes, etc.

**Rendimiento.** – Es la cantidad de trabajo realizado por los recursos de la mano de obra y equipo por jornada laboral.

**Mano de obra.** - Es el aporte humano que tiene la productividad, el cual, en gran mayoría fija el ritmo del trabajo de la construcción civil, ya que de él dependen otros recursos.

**Partida.** – Es cada una de las partes en la que se divide una obra con la finalidad de llevar un control, de costo y ejecución de la misma.

**Cuadrilla.** – Es el número de personas destinadas a realizar un trabajo según la descripción de la partida para obtener un rendimiento óptimo.

**Estructuras de saneamiento básico.** – Las estructuras que forman parte del sistema de saneamiento tanto de aguas residuales como de agua potable, en su gran mayoría están construidas de concreto armado, son estructuras que tienen como finalidad potabilizar el agua para el consumo humano de acuerdo a los parámetros establecidos por la Organización Mundial de la Salud (OMS); por otro lado las estructuras de aguas residuales tienen como objetivo principal mejorar las condiciones de higiene y reducir los riesgos asociados con la disposición inadecuada de aguas y desechos sólidos.(CNA,2009)

## **CAPITULO III: MATERIALES Y MÉTODOS**

### **3.1. Resumen ejecutivo del proyecto en estudio**

**3.1.1 Proyecto:** “Mejoramiento y rehabilitación del sistema de abastecimiento de agua potable y aguas residuales de la localidad de Leimebamba y sus centros poblados dos de mayo, Aumuch, Ishpingo, Huamantianga y San miguel, en el distrito de Leimebamba - Chachapoyas – Amazonas”

El proyecto contempló la construcción e implementación de una serie de obras nuevas complementarias a la infraestructura existente, con la finalidad de mejorar la calidad del agua para el consumo humano y además dotar de un sistema adecuado de remoción de contaminantes en los sistemas de tratamientos de aguas servidas, con lo cual se logra mejorar las condiciones de vida de los pobladores de la localidad de Leimebamba y sus centros poblados aledaños.

#### **Código SNIP**

Código de Proyecto: 283317

#### **Unidad ejecutora**

Municipalidad Distrital de Leimebamba.

#### **3.1.2 Ubicación geográfica**

Departamento: Amazonas

Provincia: Chachapoyas

Distrito: Leimebamba

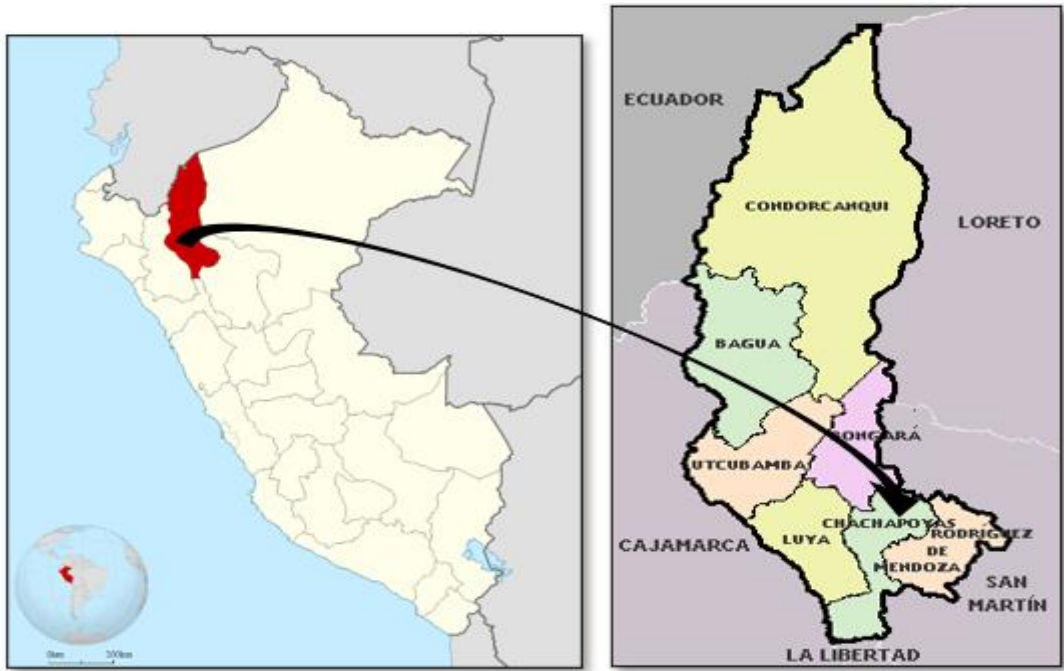


Figura 1: Mapa del departamento de Amazonas

Fuente: Commons, 2022

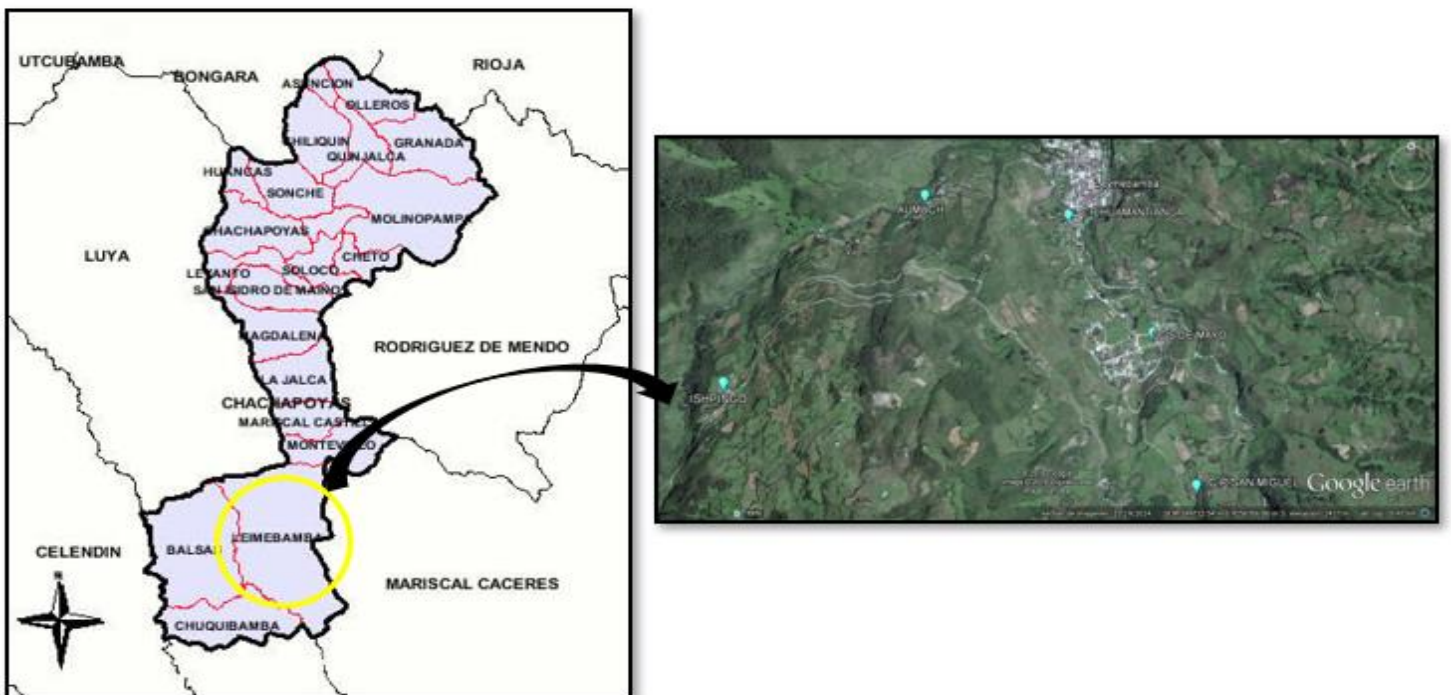


Figura 2: Ubicación del proyecto

Fuentes: Instituto nacional de estadística e informática (INEI) – Google earth

### 3.1.3 Clima

El clima de la localidad es templado a frío, con temperaturas que varían entre las 15°C a 20°C, con precipitación abundante y continua durante los meses de diciembre a abril, en este periodo invernal es donde los ríos mayormente permanecen en sus máximos caudales y muy turbios.

### 3.1.4 Geografía

La zona presenta una topografía ondulada, con característica de la Selva alta rodeada por montañas, quebradas, lomas, y escurrimientos de agua.

El relieve conformado en su mayoría por suelos limosos y arcillosos. Los suelos en su mayoría son de buena fertilidad y con regular presencia de materia orgánica.

### 3.1.5 Presupuesto de obra

COSTO DIRECTO	5,556,251.15
GASTOS GENERALES 9.00%	464,741.66
UTILIDAD 6.00%	333,375.07
	-----
SUB TOTAL 1	6,354,367.88
IGV 18%	1,143,786.22
COSTO DE OBRA	7,498,154.10
GASTOS DE SUPERVISION 6.75%CD	374,907.70
COSTO ELABORACION DE EXPEDIENTE TECNICO	75,000.00
PRESUPUESTO TOTAL	7,948,061.80

*Figura 3: Resumen de presupuesto de obra en estudio*

*Fuente: Expediente técnico de obra*

### 3.1.6 Tiempo de ejecución

Se programó la ejecución de la obra física a un periodo de 9 mese (270 días), desde el 07/01/2021 hasta el 03/10/2021.

### 3.1.7 Modalidad de ejecución

Modalidad de contrata

### **3.1.8 Sistema de ejecución**

Sistema a precios unitarios

## **3.2. Metodología de la investigación**

### **3.2.1. Tipo**

- Tipo de investigación:  
Es de tipo aplicada.

### **3.2.2. Nivel**

- Nivel de investigación:  
Es de nivel descriptivo.

### **3.2.3. Diseño**

- Diseño de la investigación:  
Es no experimental.  
Se ha seguido el siguiente proceso de trabajo:
  - ✓ Se revisaron los documentos (fichas de trabajo recolectadas).
  - ✓ Se utilizó el principio de Pareto para seleccionar las estructuras estudiadas en la investigación.
  - ✓ Se determinó el rendimiento y el porcentaje de trabajo productivo de la mano de obra.
  - ✓ Se realizó la comparación de los valores obtenidos en el rendimiento con los detallados en el expediente técnico y el libro del ing. Ramos Salazar, “Costos y Presupuestos en edificaciones, 10° edición, editorial Cámara Peruana de la construcción (CAPECO)”.
  - ✓ Se analizaron los resultados y se presentan las conclusiones respectivas.

### **3.2.4. Metodología**

- Metodología de la investigación:  
Hipotético deductivo.

### **3.3. Población y muestra**

#### **3.3.1. Población**

La población para este proyecto de investigación está conformada por el personal obrero que intervino en la ejecución de las estructuras de saneamiento básico en el distrito de Leimebamba región Amazonas.

#### **3.3.2. Muestra**

Se tomó como muestra al personal obrero que participó en las partidas con mayor incidencia en cada una de las estructuras de concreto armado con relación al costo total de la mano de obra, escogidas por el principio de Pareto, las cuales son: captación, sedimentador, reservorio de agua potable, Planta de tratamiento de agua potable, Planta de tratamiento de aguas residuales y Unidades básicas de saneamiento, por lo que en cada actividad se realizó una evaluación de rendimiento y productividad en una jornada diaria.

#### **3.3.3. Unidad de análisis**

La unidad de análisis para esta investigación es el personal obrero (peón, oficial y operario) que intervienen en la ejecución de las estructuras de saneamiento básico.

### **3.4. Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

Se utilizó la técnica de observación directa. Los instrumentos que se emplearon fueron: fichas, cronómetro graduado, una wincha de mano de 8 m, una wincha de 50 m. Se desarrolló en un periodo de cinco meses desde febrero del 2021 hasta junio del mismo año, tomando los datos para lo cual se utilizó información obtenida in situ, teniendo acceso al expediente técnico, cuaderno de obra, informes del residente, el control de avance diario de la obra y el control de productividad.

También se ha utilizado la revisión documentaria de los documentos elaborados previamente, que han servido por ejemplo para seleccionar las partidas y datos correspondientes mediante el principio de Pareto.

Las técnicas que se tuvo en cuenta para obtener los rendimientos durante el periodo de recolección de datos en campo realizado por mi persona fueron:



La medición es la que tarda un trabajador en realizar una actividad en un tiempo determinado dentro de una cuadrilla.

El conteo de la cantidad de personas que intervinieron en cada cuadrilla de cada partida.

Asimismo, se calculó el tiempo para la determinación de la productividad, los cuales son: Trabajo productivo, Trabajo contributivo y Trabajo no contributivo (TP, TC y TNC).

### **3.5. Método de análisis de datos**

Luego de determinar los rendimientos y el porcentaje de productividad en las estructuras seleccionadas, se procedió a analizar los resultados obtenidos en cada actividad, lo cual nos permitió conocer y comparar los rendimientos dados en el expediente técnico como también en la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO). En este proceso se elaboraron tablas y figuras, que sirven para contrastar los resultados, así como también en la hipótesis formulada.

## CAPITULO IV ANALISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Presentación de resultados

El detalle de los resultados que a continuación se presentan, es el resumen de todas las partidas, el desglose se encuentra en el anexo II.

#### Estructura N°01: SEDIMENTADOR

El sedimentador es una de las estructuras que forman el sistema de agua potable, su principal función es extraer del agua cruda, la gravilla, arena y partículas minerales más o menos finas. La estructura se cimentó sobre un terreno de grava graduada con capacidad portante de 0.50kg/cm<sup>2</sup>, y la estructura principal es de concreto armado con  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

#### Actividad N°01: Solado 4"

Esta actividad consistió en la fabricación de concreto simple que no cuenta con armadura de refuerzo, ayuda nivelando la superficie que sirve de base de apoyo para los dados de concreto que aíslan el acero de acuerdo al recubrimiento especificado. El vaciado de este concreto se realizó en toda la base de la estructura.

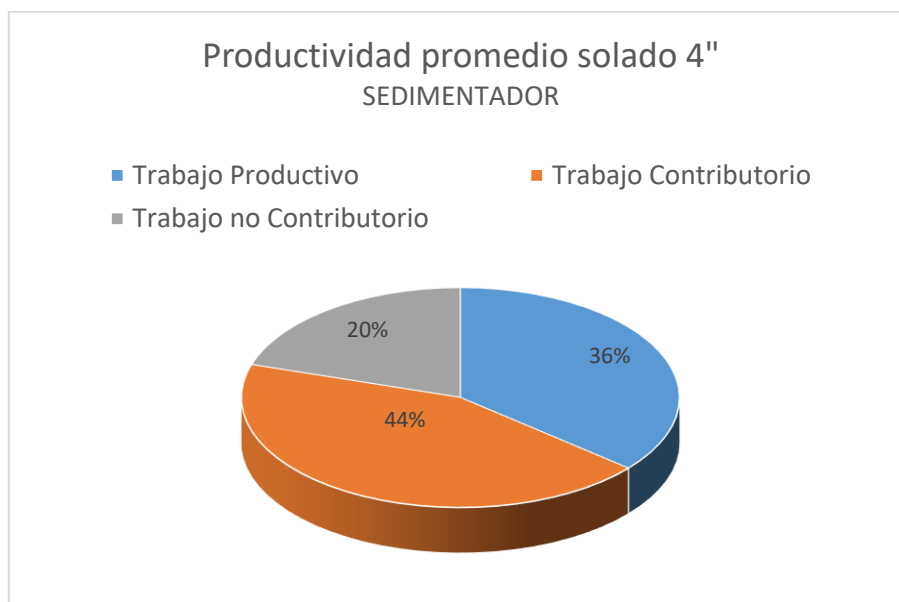


Figura 4: Productividad promedio solado 4"- SEDIMENTADOR

Tabla 1 Rendimiento promedio calculado del solado 4''

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	0.552 HH/m2
Desviación Estandar	0.072
Coeficiente de Variación	0.131
Factor de Incremento	0.252
<b>Rendimiento real</b>	<b>0.692 HH/m2</b>

### Actividad N°2: Losa

En esta actividad se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios correspondientes dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. El  $f'c$  210kg/cm2 será usado en la losa y en los muros.

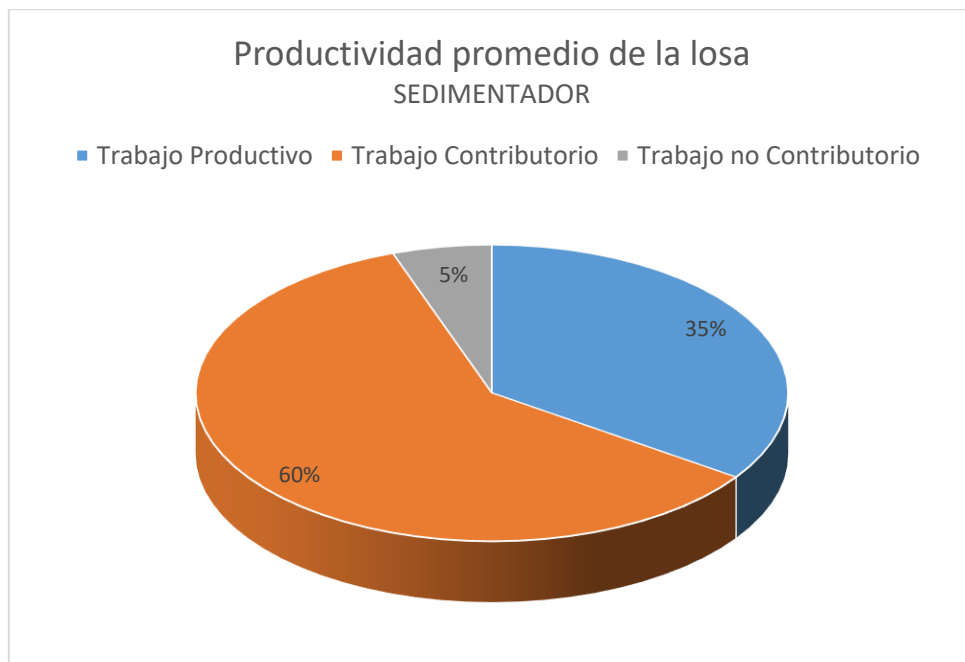


Figura 5: Productividad promedio de la losa – SEDIMENTADOR

Tabla 2: Rendimiento promedio calculado de la losa

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	5.308 HH/m3
Desviación Estandar	0.438
Coeficiente de Variación	0.083
Factor de Incremento	0.057
<b>Rendimiento real</b>	<b>5.613 HH/m3</b>

### Actividad N°3: Muro

De la misma forma que en la losa en esta actividad se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios correspondientes dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. El f'c 210kg/cm2 será usado en la losa y en los muros.

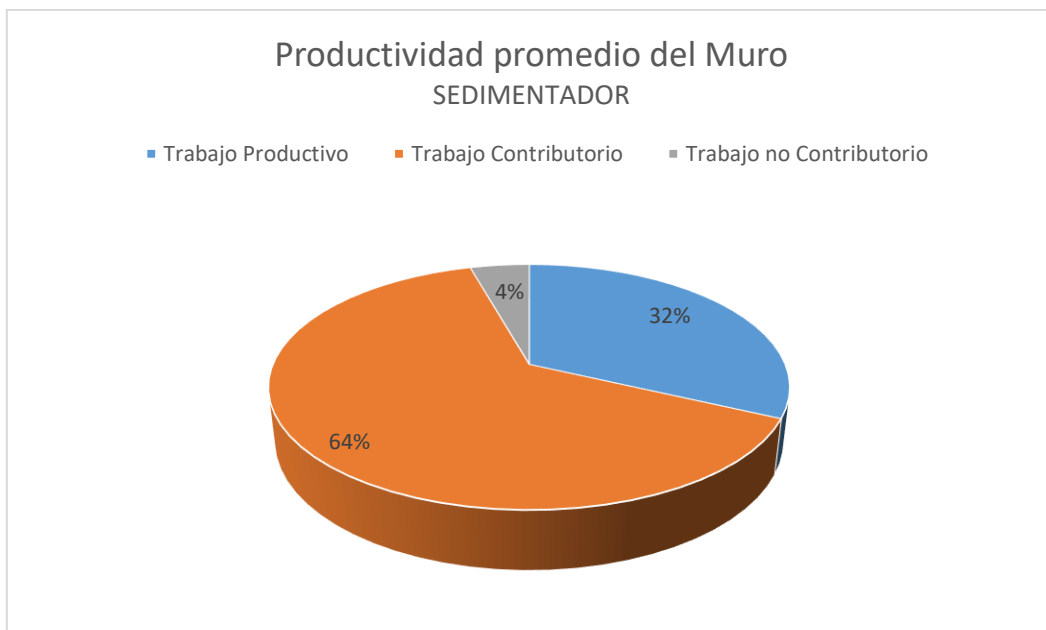


Figura 6: Productividad promedio del muro – SEDIMENTADOR

Tabla 3: Rendimiento promedio calculado del muro

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	5.400 HH/m3
Desviación Estandar	0.591
Coeficiente de Variación	0.109
Factor de Incremento	0.046
<b>Rendimiento real</b>	<b>5.647 HH/m3</b>

## Estructura N°02: RESERVORIO

Se realizó la construcción de un reservorio apoyado de 110 m<sup>3</sup> de capacidad en un área neta de 120 m<sup>2</sup>. El reservorio es de tipo circular con cúpula y con un diámetro interior de 7.20 m. y una altura de agua de 2.70 m. con borde libre de 0.30 m. Los muros tienen un espesor de 0.20 m. y la losa de fondo e= 0.25 m. El reservorio se alimenta de la línea de conducción de 6” que proviene de la Planta Modular de tratamiento y tiene 02 salidas, una para cada ramal de 4” para Leimebamba y de 3” para Dos de Mayo. Esta estructura se apoya sobre un solado de f’c=100kg/cm<sup>2</sup>, teniendo la losa, el muro circular y la cupla una resistencia de f’c = 210kg/cm<sup>2</sup>.

### Actividad N°01: Solado 4”

Esta actividad consiste en la fabricación de concreto simple que no cuenta con armadura de refuerzo, ayudando el nivelado de la superficie donde se apoyan los dados de concreto que aíslan el acero de acuerdo al recubrimiento especificado. El vaciado de este concreto se realiza en toda la base de la estructura.

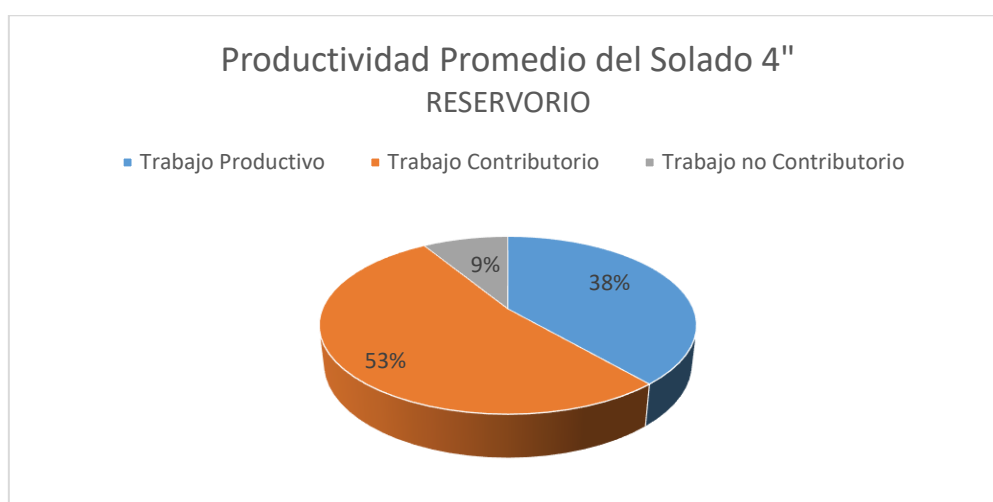


Figura 7: Productividad promedio del solado 4”- RESERVORIO

Tabla 4: Rendimiento promedio calculado del solado 4”

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	0.612 HH/m <sup>2</sup>
Desviación Estandar	0.066
Coefficiente de Variación	0.107
Factor de Incremento	0.096
<b>Rendimiento real</b>	<b>0.671 HH/m<sup>2</sup></b>

## Actividad N°02: Losa

En esta actividad se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios correspondientes dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. La resistencia de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  será usado en la losa, en el muro y en la cúpula.

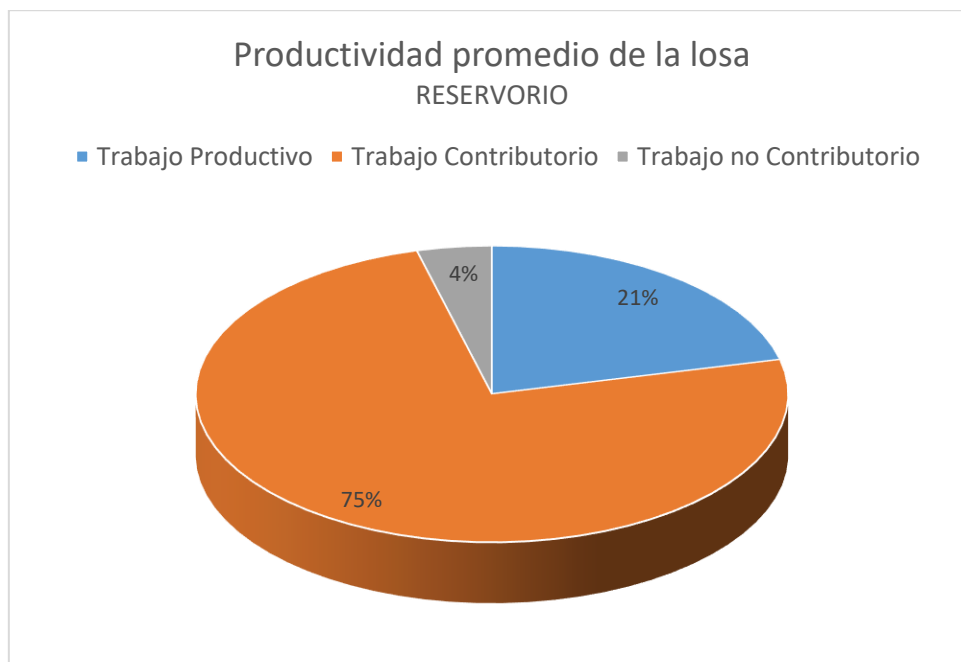


Figura 8: Productividad promedio de la losa – RESERVORIO

Tabla 5: Rendimiento promedio calculado de la losa

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	4.849 HH/m <sup>3</sup>
Desviación Estandar	0.220
Coficiente de Variación	0.045
Factor de Incremento	0.043
<b>Rendimiento real</b>	<b>5.055 HH/m<sup>3</sup></b>

### Actividad N°03: Muro

Al igual que en la losa en esta actividad se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios correspondientes dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. La resistencia de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  será usado en la losa, en el muro y en la cúpula.

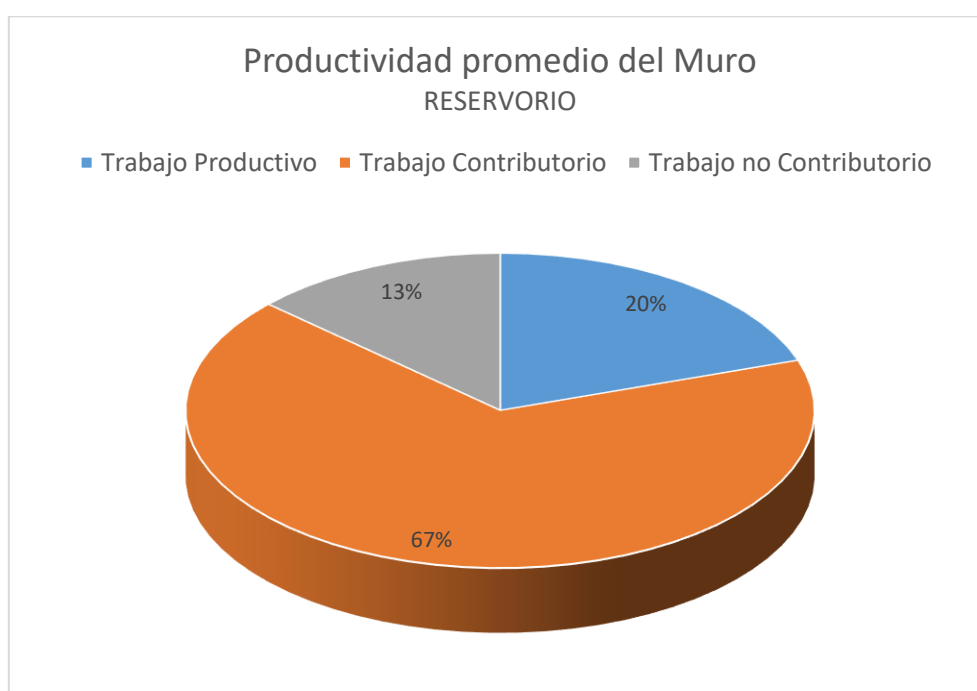


Figura 9: Productividad promedio del muro – RESERVORIO

Tabla 6: Rendimiento promedio calculado del muro

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	6.464 HH/m3
Desviación Estandar	0.781
Coficiente de Variación	0.121
Factor de Incremento	0.152
<b>Rendimiento real</b>	<b>7.447 HH/m3</b>

### Actividad N°04: Cúpula

Al igual que en la losa actividad se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios correspondientes dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. La resistencia de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  será usado en la losa, en el muro y en la cúpula.

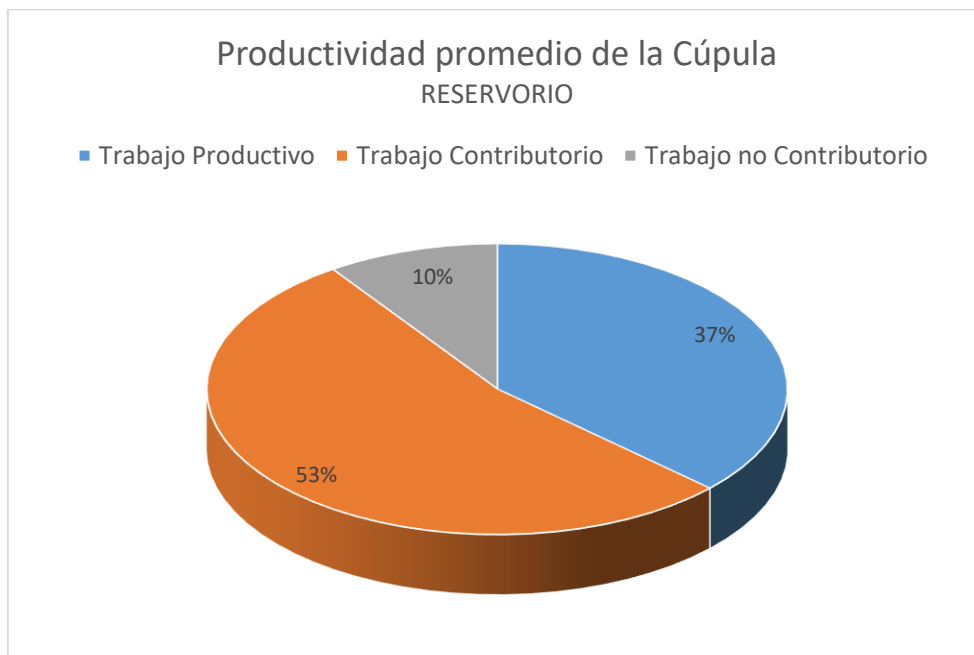


Figura 10: Productividad promedio de la cúpula – RESERVORIO

Tabla 7: Rendimiento promedio calculado de la cúpula

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	8.512 HH/m3
Desviación Estandar	0.352
Coefficiente de Variación	0.041
Factor de Incremento	0.106
<b>Rendimiento real</b>	<b>9.414 HH/m3</b>



### Estructura N°03: TANQUE IMHOFF

Se realizó la construcción de un tanque Imhoff típico de forma rectangular y se divide en tres compartimientos: Cámara de sedimentación, Cámara de digestión de lodos; y Área de ventilación y acumulación de natas.

El tanque Imhoff está diseñado con un caudal medio de 95.52 m<sup>3</sup>/día y tiene un sistema de purga de lodos mediante una tubería de 160mm de PVC hacia un lecho de secado. Esta estructura se apoya sobre un solado de f'c=100kg/cm<sup>2</sup>, la losa y los muros es de concreto armado f'c=210kg/cm<sup>2</sup>

#### Actividad N°01: Solado 4"

Esta actividad consiste en la fabricación de concreto simple que no cuenta con armadura de refuerzo, formando una superficie nivelada donde se apoyan los dados de concreto que aíslan el acero de acuerdo al recubrimiento especificado. El vaciado de este concreto se realiza en toda la base de la estructura.

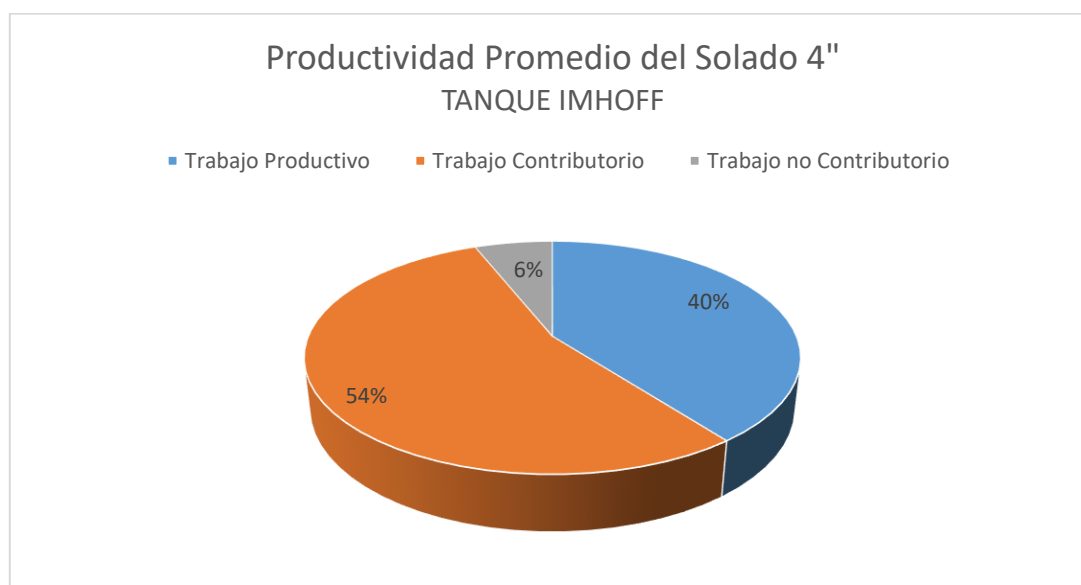


Figura 11: Productividad promedio del solado 4'' – TANQUE IMHOFF

Tabla 8: Rendimiento promedio calculado del solado 4''

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	0.641 HH/m <sup>2</sup>
Desviación Estandar	0.059
Coficiente de Variación	0.092
Factor de Incremento	0.064
<b>Rendimiento real</b>	<b>0.682 HH/m<sup>2</sup></b>

## Actividad N°02: Losa

En esta actividad se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios correspondientes dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. La resistencia de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  será usado en la losa y en los muros.

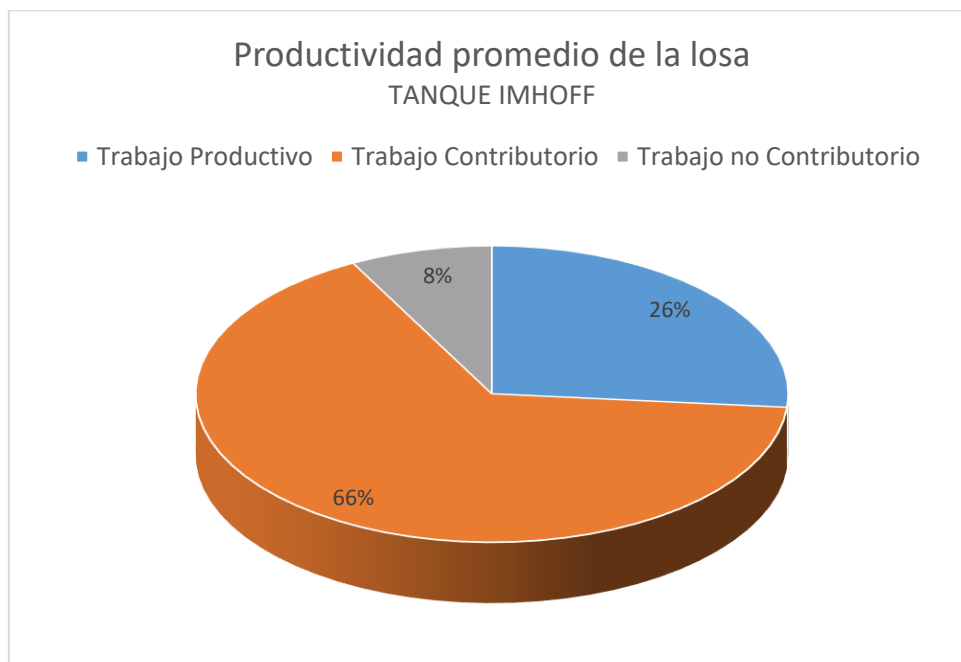


Figura 12: Productividad promedio de la losa – TANQUE IMHOFF

Tabla 9: Rendimiento promedio calculado de la losa

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	3.245 HH/m <sup>3</sup>
Desviación Estandar	0.200
Coficiente de Variación	0.062
Factor de Incremento	0.084
<b>Rendimiento real</b>	<b>3.518 HH/m<sup>3</sup></b>

## Actividad N° 03: Muro

Al igual que en la losa esta actividad se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios

correspondientes dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. La resistencia de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  será usado en la losa y en los muros.

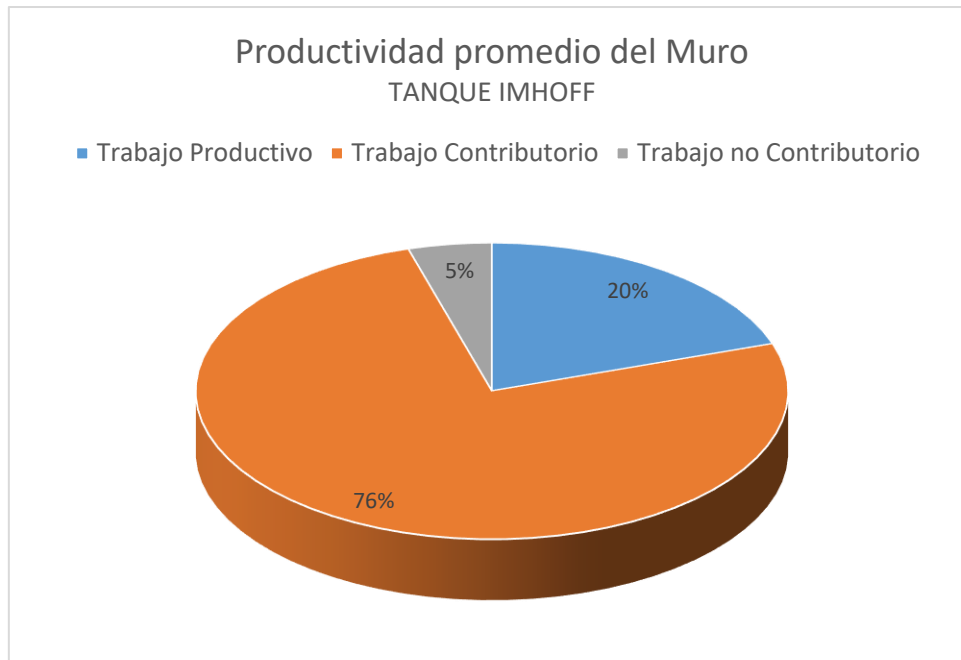


Figura 13: Productividad promedio del muro – TANQUE IMHOFF

Tabla 10: Rendimiento promedio calculado del muro

$$\text{Rendimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	4.525 HH/m <sup>3</sup>
Desviación Estandar	0.283
Coefficiente de Variación	0.062
Factor de Incremento	0.048
<b>Rendimiento real</b>	<b>4.741 HH/m<sup>3</sup></b>

### Estructura N°04: FILTRO BIOLÓGICO

Se ha considerado la construcción de un filtro biológico y está conformado por: una zona de entrada o distribución de Afluente, filtros o estratos y recolección de agua Filtrada.

En esta estructura el proceso obedece a un tratamiento biológico y aerobio, en el cual el agua residual llega al tanque mediante una tubería PVC de Ø6" por la parte superior del filtro, para pasar a través de lecho filtrante el cual retiene las partículas orgánicas por adhesión entregando a la siguiente unidad un agua con muy baja concentración orgánica. Esta estructura se apoya sobre un solado de  $f'c=100\text{kg/cm}^2$ , la losa y los muros es de concreto armado  $f'c=210\text{kg/cm}^2$ .

### Actividad N°01: Solado 4''

Esta actividad consistió en la fabricación de concreto simple que no cuenta con armadura de refuerzo, formando una superficie nivelada donde se apoyan los dados de concreto que aíslan el acero de acuerdo al recubrimiento especificado. El vaciado de este concreto se realiza en toda la base de la estructura.

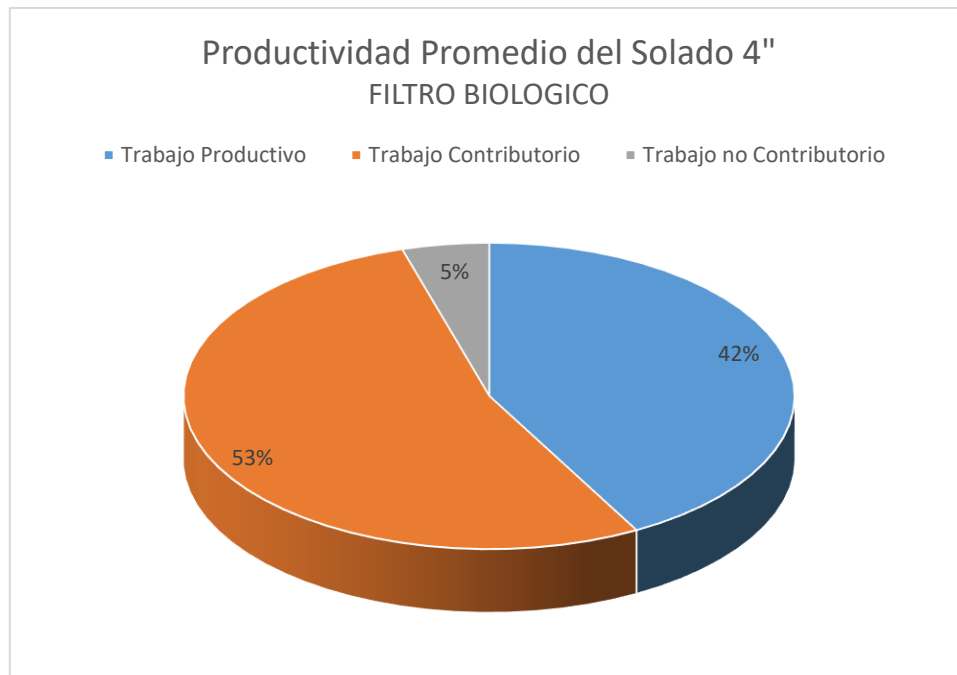


Figura 14: Productividad promedio del solado 4'' – FILTRO BIÓLOGICO

Tabla 11: Rendimiento promedio calculado del solado 4''

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	0.590 HH/m <sup>2</sup>
Desviación Estandar	0.073
Coefficiente de Variación	0.124
Factor de Incremento	0.048
<b>Rendimiento real</b>	<b>0.618 HH/m<sup>2</sup></b>

### Actividad N°02: Losa

En esta actividad se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios correspondientes

dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. La resistencia de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  será usado en la losa y en los muros.



Figura 15: Productividad promedio de la losa – FILTRO BIÓLOGICO

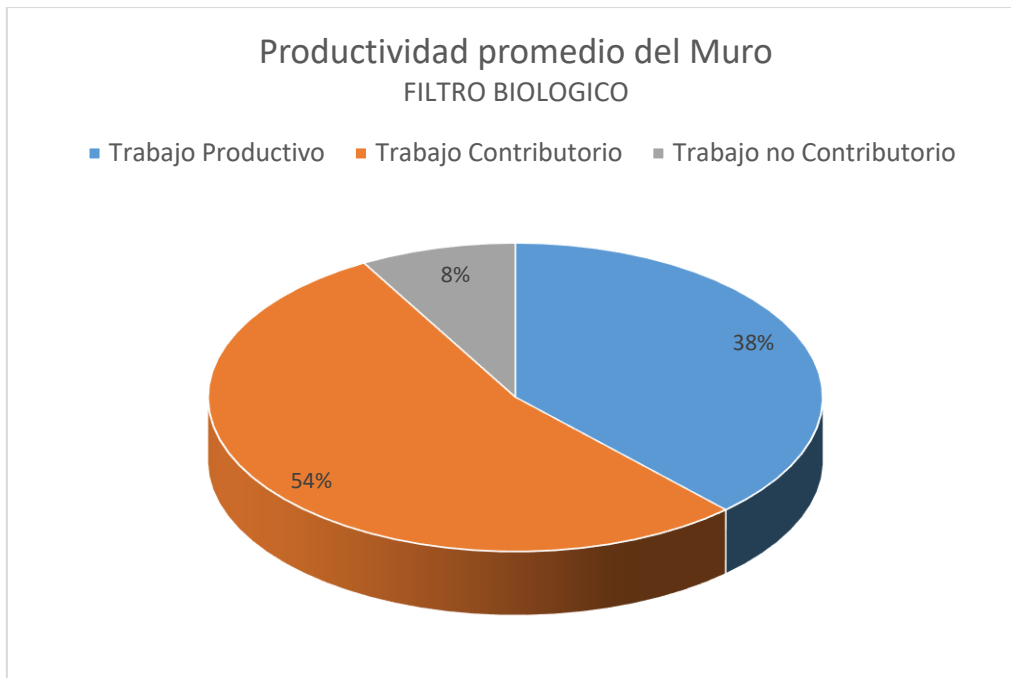
Tabla 12: Rendimiento promedio calculado de la losa

$$\text{Rendimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	3.618 HH/m3
Desviación Estandar	0.337
Coefficiente de Variación	0.093
Factor de Incremento	0.047
<b>Rendimiento real</b>	<b>3.790 HH/m3</b>

### Actividad N° 03: Muro

Al igual que en la losa, se realizó la fabricación de concreto que es una mezcla de agua, cemento, arena y piedra preparada en un trompo mezclador, con la resistencia especificada en los planos y en proporción especificada en los análisis de costos unitarios correspondientes dentro de la cual se dispondrá las armaduras de acero de acuerdo al plano de estructura. La resistencia de concreto  $f'c = 210\text{kg/cm}^2$  será usado en la losa y en los muros.



*Figura 16: Productividad promedio del muro – FILTRO BIÓLOGICO*

*Tabla 13: Rendimiento promedio calculado de muro*

$$\text{Rendimiento} = \frac{N^{\circ} \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio	4.420 HH/m <sup>3</sup>
Desviación Estandar	0.318
Coefficiente de Variación	0.072
Factor de Incremento	0.089
<b>Rendimiento real</b>	<b>4.815 HH/m<sup>3</sup></b>

## 4.2. Análisis e interpretación de datos

Después de analizar los datos, se realizó la discusión e interpretación con proyectos anteriores.

Mantilla en el año 2014 realiza una investigación de la productividad en obras de saneamiento básico en las zonas rurales de la Encañada en Cajamarca, donde, de las 17 partidas analizadas 11 son menores a lo detallado en CAPECO, 2 partidas son mayores y 4 partidas no se encurtan detalladas en él mismo, teniendo concordancia con el presente estudio de investigación, que de igual manera la mayoría de las partidas analizadas son inferiores, lo que nos indica, que los datos brindados por CAPECO deben ser tomados en cuenta solo como referencia para futuros proyectos de saneamiento básico.

Tarrillo en el año 2022 realiza un estudio de investigación en 40 partidas de obras de saneamiento en la provincia de Chota y las compara con el expediente técnico, concluyendo

que 21 partidas son menores y 19 son mayores, dando a notar la alta dispersión comparativa de datos, de igual manera en la presente investigación los resultados del rendimiento de obra en comparación con el expediente técnico son inferiores en su mayoría excepto en una partida, esto se debe a que los proyectistas que realizan el expedientes técnicos de obra no cuentan con una base de datos como guía, tomando como única referencia los brindados por CAPECO, sabiendo que la información de CAPECO es adaptable solo en las provincias de Lima y Callao.

A continuación, se presenta el análisis e interpretación de las 13 actividades de vaciado de concreto de las 4 estructuras, mediante el uso de la observación directa, en cuanto al rendimiento y la productividad de la obra.

### **Estructura N°01: SEDIMENTADOR**

#### **Actividad N°01: Solado 4”**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 36%, Trabajo contributorio (TC) 44% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 20% (Anexo II, tabla N° 17)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 0.69 hh/m<sup>2</sup> (Anexo II, tabla N° 18)

#### **Actividad N°02: Losa**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 35%, Trabajo contributorio (TC) 60% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 05% (Anexo II, tabla N° 20)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 5.61 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 21)

#### **Actividad N°03: Muro**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 32%, Trabajo contributorio (TC) 64% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 04% (Anexo II, tabla N° 23)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 5.65 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 24)

### **Estructura N°02: RESERVORIO**

#### **Actividad N°01: Solado 4”**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 39%, Trabajo contributorio (TC) 53% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 09% (Anexo II, tabla N° 26)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 0.67 hh/m<sup>2</sup> (Anexo II, tabla N° 27)

### **Actividad N°02: Losa**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 21%, Trabajo contributorio (TC) 75% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 04% (Anexo II, tabla N° 29)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 5.06 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 30)

### **Actividad N°03: Muro**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 20%, Trabajo contributorio (TC) 67% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 13% (Anexo II, tabla N° 32)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 7.45 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 33)

### **Actividad N°04: Cúpula**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 37%, Trabajo contributorio (TC) 53% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 10% (Anexo II, tabla N° 35)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 9.41 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 36)

## **Estructura N°03: TANQUE IMHOFF**

### **Actividad N°01: Solado 4"**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 40%, Trabajo contributorio (TC) 54% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 06% (Anexo II, tabla N° 38)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 0.68 hh/m<sup>2</sup> (Anexo II, tabla N° 39)

### **Actividad N°02: Losa**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 26%, Trabajo contributorio (TC) 66% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 08% (Anexo II, tabla N° 41)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 3.52 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 42)

### **Actividad N°03: Muro**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 20%, Trabajo contributorio (TC) 76% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 05% (Anexo II, tabla N° 44)

El rendimiento promedio real calculado arrojó un valor de 4.74 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 45)



## **Estructura N°04: FILTRO BIOLÓGICO**

### **Actividad N°01: Solado 4”**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 42%, Trabajo contributorio (TC) 53% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 05% (Anexo II, tabla N°47)

El rendimiento promedio real calculado arroja un valor de 0.62 hh/m<sup>2</sup> (Anexo II, tabla N° 48)

### **Actividad N°02: Losa**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 46%, Trabajo contributorio (TC) 50% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 05% (Anexo II, tabla N° 50)

El rendimiento promedio real calculado arroja un valor de 3.79 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 51)

### **Actividad N°03: Muro**

La productividad promedio calculada para el Trabajo Productivo (TP) fue de 38%, Trabajo contributorio (TC) 54% y del Trabajo no Contributorio (TNC) 08% (Anexo II, tabla N° 53)

El rendimiento promedio real calculado arroja un valor de 4.81 hh/m<sup>3</sup> (Anexo II, tabla N° 54)

## **4.3. Contrastación de hipótesis**

El tema de investigación plantea la siguiente hipótesis: “El rendimiento de la mano de obra en las estructuras de saneamiento básico en el distrito de Leimebamba es inferior al 15% respecto a lo detallado en la Cámara Peruana de la Construcción (CAPECO) y 10% a lo que nos presenta el expediente técnico y el trabajo productivo ocupa el 34% del tiempo total de construcción”

Luego de contrastar los datos obtenidos para el rendimiento de la mano de obra en obras de saneamiento básico, se obtuvieron resultados promedios superiores al porcentaje planteado tanto para el expediente técnico como para CAPECO, con excepción en la cúpula del reservorio para el expediente y en la losa del sedimentador y del reservorio para CAPECO, como se detalla a continuación.

### **Expediente técnico**

#### **- En el sedimentador**

El Solado 4”, la losa y el muro tienen un 131%, 43% y 42% más de lo que se usó en obra.

#### **- En el reservorio**

El Solado 4", la losa y el muro tiene un 138%, 72% y 16% más de lo que se usó en obra, siendo excepción la cúpula que tiene un 8% menos de lo que se usó en obra.

- **En el tanque imhoff**

El Solado 4", la losa y el muro tiene un 32%, 146% y 83% más de lo que se usó en obra.

- **En el filtro biológico**

El Solado 4", la losa y el muro tiene un 46%, 129% y 80% más de lo que se usó en obra.

## CAPECO

- **En el sedimentador**

El Solado 4" y el muro tiene un 30%, y 98% más de lo que se usó en obra, sin embargo, la losa es inferior en un 22% de uso.

- **En el reservorio**

El Solado 4", el muro y la cúpula tiene un 34%, 50% y 19% más de lo que se usó en obra, sin embargo, la losa es inferior en un 14% de uso.

- **En el tanque imhoff**

El Solado 4", la losa y el muro tiene un 32%, 24% y 136% más de lo que se usó en obra.

- **En el filtro biológico**

El Solado 4", la losa y el muro tiene un 46%, 15% y 133% más de lo que se usó en obra.

El elevado porcentaje de variación en el análisis de las estructuras, se debe a que en algunas de las actividades se realizó el vaciado de concreto con presencia de dos trompos mezcladores, teniendo así resultados de un rendimiento óptimo, mientras que, en otras actividades, la poca presencia de personal en las cuadrillas detalladas en el expediente técnico y el bajo rendimiento que figura en el mismo, incrementa el porcentaje de variación al realizar la comparación.

Tabla 14: Comparación del rendimiento OBRA – EXPEDIENTE - CAPECO

Actividad	UNID	OBRA	EXPEDIENTE	% Variación	CAPECO	% Variación
SEDIMENTADOR						
SOLADO 4"	Hh/m2	0.69	1.60	131%**	0.90	30%
LOSA	Hh/m3	5.61	8.00	43%	4.36	-22%
MURO	Hh/m3	5.65	8.00	42%	11.20	98%
RESERVORIO						
SOLADO 4"	Hh/m2	0.67	1.60	138%**	0.90	34%
LOSA	Hh/m3	5.06	8.67	72%	4.36	-14%
MURO	Hh/m3	7.45	8.67	16%	11.20	50%
CUPULA	Hh/m3	9.41	8.67	-8%	11.20	19%
TANQUE IMHOFF						
SOLADO 4"	Hh/m2	0.68	0.90	32%	0.90	32%
LOSA	Hh/m3	3.52	8.67	146%*	4.36	24%
MURO	Hh/m3	4.74	8.67	83%	11.20	136%*
FILTRO BIOLÓGICO						
SOLADO 4"	Hh/m2	0.62	0.90	46%	0.90	46%
LOSA	Hh/m3	3.79	8.67	129%*	4.36	15%
MURO	Hh/m3	4.81	8.67	80%	11.20	133%*

\*Actividad donde se utilizó 2 trompos mezcladores de concreto.

\*\* Actividad con deficiencia en el expediente técnico.

En cuanto al trabajo productivo, el resultado promedio obtenido para las estructuras de saneamiento básico es superior a lo planteado en 8 actividades e inferior en 5 actividades, como se muestra a continuación:

#### Trabajo productivo en el Sedimentador

- ✓ El solado 4" con 36% es superior en 2% a lo planteado
- ✓ La losa con 35% es superior en 1% a lo planteado
- ✓ El muro con 32% es inferior en 1% a lo planteado

#### Trabajo productivo en el Reservorio

- ✓ El solado 4" con 39% es superior en 5% a lo planteado
- ✓ La losa con 21% es inferior en 13% a lo planteado
- ✓ El muro con 20% es inferior en 14% a lo planteado
- ✓ La cúpula con 37% es superior en 3% a lo planteado

#### Trabajo productivo en el Tanque Imhoff

- ✓ El solado 4" con 40% es superior en 6% a lo planteado
- ✓ La losa con 26% es inferior en 8% a lo planteado
- ✓ El muro con 20% es inferior en 14% a lo planteado

## Promedio de la productividad en el Filtro Biológico

- ✓ El solado 4" con 42% es superior en 8% a lo planteado
- ✓ La losa con 46% es superior en 12% a lo planteado
- ✓ El muro con 38% es superior en 4% a lo planteado

*Tabla 15: Distribución de la productividad por actividad en cada estructura*

<b>Actividad</b>	<b>Trabajo Productivo</b>	<b>Trabajo Contributorio</b>	<b>Trabajo no Contributorio</b>
<b>SEDIMENTADOR</b>			
SOLADO 4"	36%	44%	20%
LOSA	35%	60%	5%
MURO	32%	64%	4%
<b>RESERVORIO</b>			
SOLADO 4"	39%	53%	9%
LOSA	21%	75%	4%
MURO	20%	67%	13%
CÚPULA	37%	53%	10%
<b>TANQUE IMHOFF</b>			
SOLADO 4"	40%	54%	6%
LOSA	26%	66%	8%
MURO	20%	76%	5%
<b>FILTRO BIOLÓGICO</b>			
SOLADO 4"	42%	53%	5%
LOSA	46%	50%	5%
MURO	38%	54%	8%

## **CAPITULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Luego del análisis se concluye que los resultados obtenidos para el rendimiento de la mano de obra en obras de saneamiento básico en el distrito de Leimebamba, son inferiores en su mayoría, tanto para el expediente técnico como para CAPECO, con excepción en 3 actividades, la cúpula del reservorio que arroja un valor de 8% más que lo utilizado en el expediente técnico, la losa del sedimentador y del reservorio con valores de 22% y 14% más que lo utilizado en CAPECO.

Las actividades analizadas para el expediente técnico cuentan con valores que van desde el 16% en el muro del reservorio hasta el 146% en la losa del tanque imhoff y valore desde 15% en la losa del filtro bilógico hasta valores de 136% en el muro del tanque imhoff comparadas con CAPECO, resultados que difieren debido a la presencia de equipos adicionales en algunas estructuras.

En cuanto al trabajo productivo, de las 13 actividades analizadas, 5 actividades fueron inferiores a lo propuesto y las 8 actividades restantes fueron superiores, teniendo en líneas generales una buena productividad en la obra.

El trabajo contributorio y no contributorio arrojó resultados que van desde un 44% a un 76% y desde un 4% a un 20% respectivamente, evidenciando la alta continuidad del trabajo, dejando sin efecto a los tiempos muertos en cada una de las actividades.

### **5.2 Recomendaciones**

- Ampliar las investigaciones de rendimiento y productividad en la construcción de estructuras en obras de saneamiento básico en el ámbito local, regional y nacional.
- Realizar estudios de la misma índole para contrastar resultados con esta investigación.
- Los rendimientos brindados por la Cámara Peruana de la construcción (CAPECO), son aplicables para las provincias de Lima y Callao por lo que es necesario utilizarlos solo como referencia ya que existe una alta dispersión en los rendimientos debidos a diferentes factores como la experiencia de los trabajadores en obras de saneamiento, la buena gestión de los profesionales para dirigir las actividades, ubicación de la obra, el clima, etc.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Amorós Delgado, JO. 2007. Estudio de los rendimientos de la mano de obra y su productividad en las edificaciones de la U.N.C. Tesis en Ingeniería Civil y Gerencia de la Construcción de la escuela de Postgrado U.N.C. Cajamarca, PE.149 p.
- Arboleda López, S. 2014. Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación. Medellín.
- Botero Botero, LF. 2002. Análisis de rendimiento y consumo de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT. CL. 11p.
- CNA, 2009. Comisión Nacional del Agua. Manual de agua potable, alcantarillado y saneamiento. Datos básicos para proyectos de agua potable y alcantarillado. Coyoacán, México D.F
- Drucker, P. 1999. Los desafíos de la gerencia en el siglo XXI. Editorial Norma. Bogotá, CL. 252 p.
- García, R. (2005). Estudio del trabajo. Ingeniería de métodos y medición del trabajo. México: McGraw Hill.
- Ghio Castillo, V. 2001. Productividad en obras de Construcción, Diagnóstico, Crítica y Propuesta. Editorial Fondo Editorial PUCP, PE. 198 p.
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction, Stanford University.
- Mantilla Gutiérrez, Aldo C. (2014) Rendimientos de la mano de obra en proyectos de saneamiento básico, ejecutado por administración directa, en zonas rurales de la encañada – Cajamarca. Tesis Ing. Civil, Universidad Nacional de Cajamarca.
- Mejía, G & Hernández T (2007). Seguimiento de la productividad en obra. Volumen 6, No. 2, págs. 45 - 59, Facultad de Ingenierías Fisicomecánicas, Universidad Industrial de Santander, Colombia.
- Niebel, B. y Freivalds, A. (2009). Ingeniería industrial. Métodos, estándares y diseño del trabajo. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Padilla Bonilla (2016) Productividad y Rendimiento de mano de obra para algunos procesos constructivos seleccionados en la ejecución del edificio ISLHA del ITCR.
- Polanco Sánchez, LM. 2009. Análisis de rendimiento de la mano de obra para actividades de construcción - estudio de caso edificio J UPB. Tesis Ing. Civil. Bucaramanga, Colombia, UPB.

- Ramos Salazar, SJ. 2010. Costos y Presupuestos en Edificaciones. 10° ed. Editorial Cámara Peruana de la Construcción. Lima, PE. 81 p.
- Serpell Bley, A. 2002. Administración de operaciones de Construcción (2.ª ed.). Alfaomega.
- Tarrillo Idrogo, Óscar (2022) Evaluación de rendimientos y productividad de la mano de obra en obras de saneamiento rural en el distrito de Chota – Cajamarca. Tesis Ing. Civil, Universidad Nacional de Cajamarca.

## ANEXOS

### Anexo I: Diagrama de Pareto para la selección de estructuras

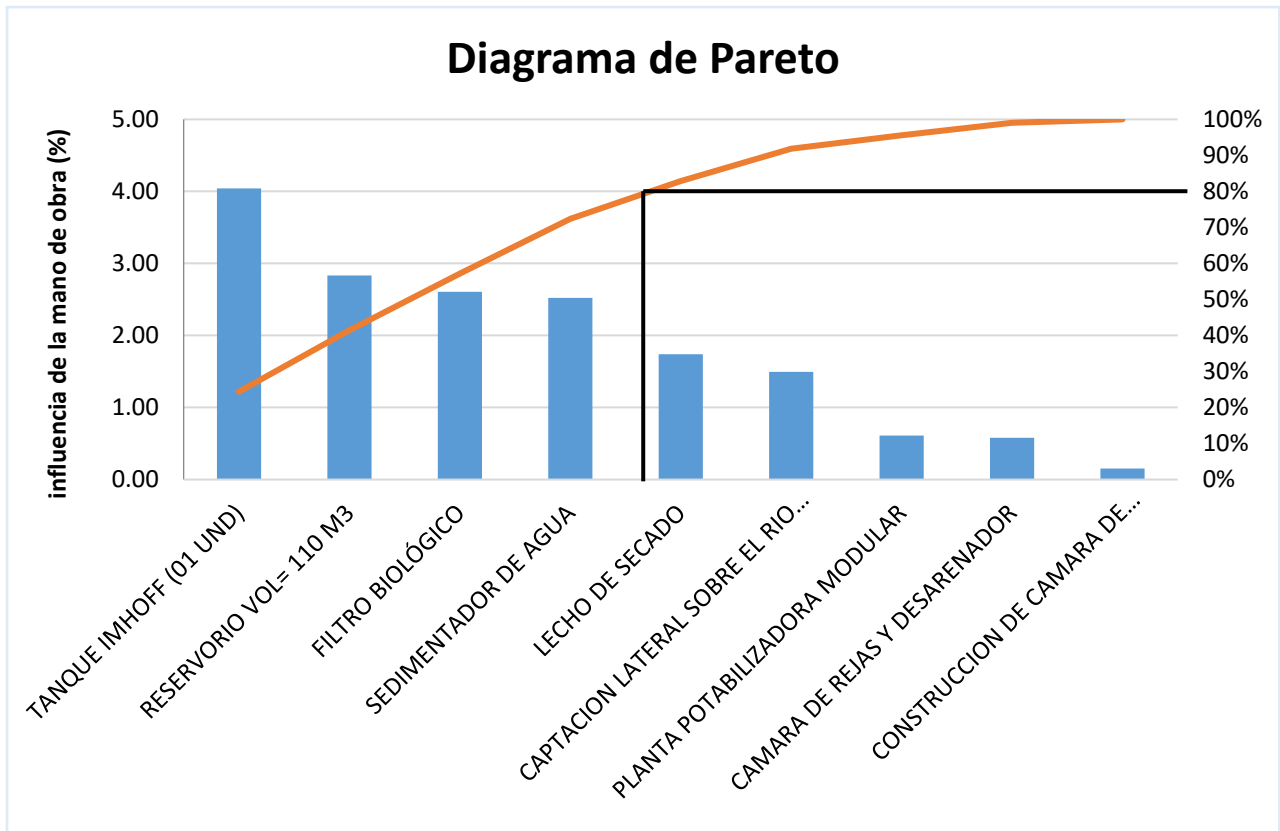


Figura 17: Diagrama de Pareto para la selección de partidas



## **Anexo II: Resultado de las partidas de cada estructura**

### **Estructura N° 01: Sedimentador**

#### **Actividad N° 01: Solado 4" del sedimentador**

- Para la intervención de esta actividad, se realizó el acarreo de material (cemento, agregados) días previos al vaciado de concreto.
- La actividad se realizó el día 19/05/21 desde las 1:45pm hasta las 3:30pm
- El vaciado de concreto se hace con ayuda de un trompo mezclador, carretillas, palanas y reglas de aluminio
- El concreto se vierte en una rampa de madera directo al piso de la estructura, el cual se recepciona y distribuye en las carretillas.
- Mediante observación directa, se necesitó 25 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.52min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calcula el tiempo promedio de los 8 lateros, y los 2 carretilleros que son: 10seg c/u y 6seg c/u, respectivamente.
- Existieron esperas por bombeo de agua debido a filtraciones, ya que el fondo de la estructura tenía 1.20m de desnivel respecto al río.
- Dicha actividad se terminó después de 1h 45min.

#### **🚧 Cálculo de la productividad del solado 4"**

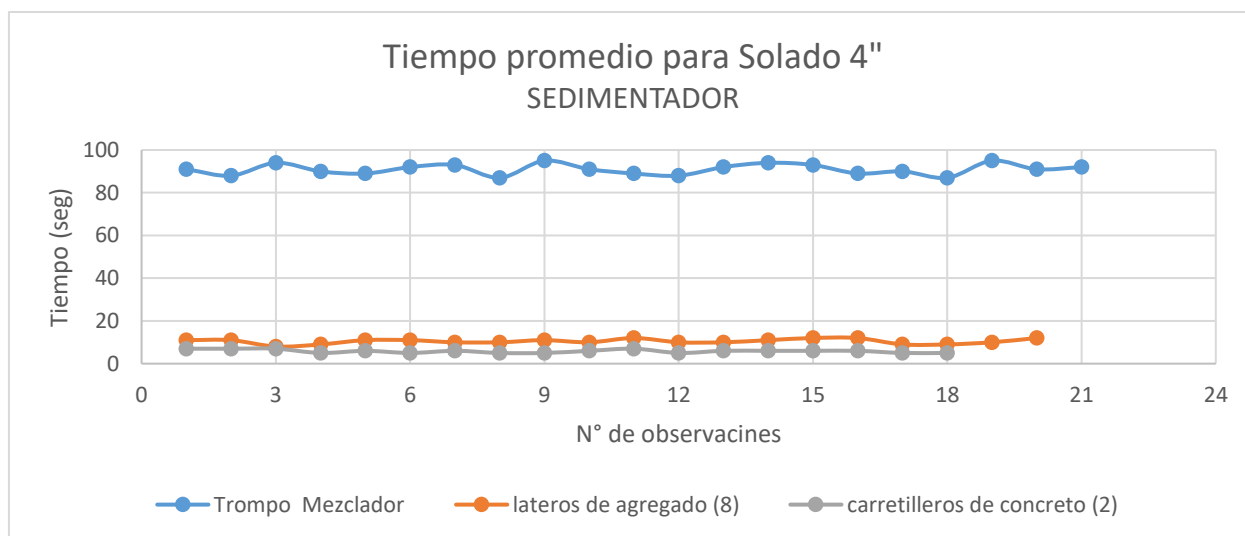
Para esta partida se necesitó 45.5m<sup>2</sup> de concreto simple con un espesor de 0.1m lo que se tiene 4.55m<sup>3</sup> de concreto, con proporción c: h = 1:16

De acuerdo a la proporción y resistencia del concreto, por cada tanda, se colocó media bolsa de cemento con 8 baldes de hormigón y 1 balde a agua.

## Análisis por cuadrilla

*Tabla 16: tiempo promedio de las cuadrillas*

Trompo Mezclador			lateros de agregado (8)			carretilleros de concreto (2)		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	91	91	1	11	11	1	7	7
2	88	179	2	11	22	2	7	14
3	94	273	3	8	30	3	7	21
4	90	363	4	9	39	4	5	26
5	89	452	5	11	50	5	6	32
6	92	544	6	11	61	6	5	37
7	93	637	7	10	71	7	6	43
8	87	724	8	10	81	8	5	48
9	95	819	9	11	92	9	5	53
10	91	910	10	10	102	10	6	59
11	89	999	11	12	114	11	7	66
12	88	1087	12	10	124	12	5	71
13	92	1179	13	10	134	13	6	77
14	94	1273	14	11	145	14	6	83
15	93	1366	15	12	157	15	6	89
16	89	1455	16	12	169	16	6	95
17	90	1545	17	9	178	17	5	100
18	87	1632	18	9	187	18	5	105
19	95	1727	19	10	197	Prom. 6 seg		
20	91	1818	20	12	209			
21	92	1910	Promedio 10 seg					
Prom. 91 seg								



*Figura 18: Tiempo promedio para solado 4" – SEDIMENTADOR*

El trabajo total se realizó en 1h 45min = 105min

- ❖ Del trompo mezclador
  - ✓ Tiempo productivo =  $(25) \times (1.45\text{min}) = 37.92 \text{ min}$
  - ✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $105 - 37.92 = 67.08\text{min}$
- ❖ De los 8 peones que transportan la arena y la piedra
  - ✓ Esta actividad se realizó en 0.17min por peón
  - ✓ Tiempo contributorio =  $25 \times 0.17\text{min} \times 8 = \mathbf{33.33 \text{ min}}$
- ❖ De los 2 carretilleros que llevan la mezcla de concreto
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.10min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $25 \times 0.10\text{min} \times 2\text{carretillas} = \mathbf{5 \text{ min}}$
  - ✓ El trabajo del personal que recibió la mezcla y realizó la nivelación, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{3.79\text{min}}$
- ❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $67.08\text{min} - 45.92\text{min} = \mathbf{21.178\text{min}}$

*Tabla 17: Distribución de la productividad*

<i>Tiem. Total</i> 105 min		Distribución de la productividad		
Tipo de Trabajador	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	37.92			<b>37.92</b>
Lateros		33.33		<b>33.33</b>
Carretilleros		5.00		<b>5.00</b>
Llenadores de material		3.79		<b>3.79</b>
Nivelación y reglado		3.79		<b>3.79</b>
<b>Total</b>	<b>37.92</b>	<b>45.92</b>	<b>21.17</b>	<b>105.00</b>
<b>%</b>	<b>36%</b>	<b>44%</b>	<b>20%</b>	<b>100%</b>



*Figura 19: Productividad promedio para solado 4" – SEDIMENTADOR*

#### **✚ Cálculo del Rendimiento del solado 4"**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en obra.
- Para el cálculo y obtención de cada muestra se secciona el largo de la estructura en partes iguales cada 2m, obteniendo un área a medir de 7m<sup>2</sup> en un intervalo de tiempo controlado.
- El cálculo de tiempo para cada una de las muestras se realizó con un cronómetro digital de mano.

Tabla 18: Cálculo del rendimiento del solado 4''

ACTIVIDAD N°1: SOLADO E=4''								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m2)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m2)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	7.00	0.25	00:15:25	1	1	14	4.00	0.57
2	7.00	0.22	00:13:12	1	1	14	3.47	0.50
3	7.00	0.23	00:14:45	1	1	14	3.73	0.53
4	7.00	0.30	00:18:27	1	1	14	4.80	0.69
5	7.00	0.20	00:12:05	1	1	14	3.20	0.46
6	7.00	0.25	00:15:12	1	1	14	4.00	0.57
							Rendimiento Promedio	0.552 HH/m2
							<b>Desviación Estándar</b>	<b>0.072</b>
							<b>Coefficiente de Variación</b>	<b>0.131</b>
							<b>Factor de Incremento</b>	<b>0.252</b>
							Rendimiento real	0.692 HH/m2

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N° de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

### Actividad N° 02: Losa del sedimentador

- Para realizar esta actividad se empieza por el acarreo de material (cemento, agregados y acero) días previos al vaciado de concreto.
- La actividad se realizó el día 24/05/21 desde las 7:52 am hasta las 11:15am.
- Al vaciado de concreto se hace con ayuda de un trompo mezclador, vibrador de concreto, carretillas y herramientas manuales como cordel, palanas y reglas de aluminio.
- El concreto se vierte en una rampa de madera directo al piso de la estructura el cual se recibe y distribuye en las carretillas hasta que el vaciado de concreto se hace sin la ayuda de las carretillas hasta llegar al nivel proyectado.
- Mediante la observación directa en campo, se necesitó 68 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.03min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calcula el tiempo promedio de los 8 lateros, 3 carretilleros y los 4 llenadores de material que son: 7seg c/u, 5seg c/u, 6seg c/u respectivamente.
- Existieron esperas por acarreo de bolsas de cemento faltante.
- Dicha actividad se terminó después de 3h 23min.

### Cálculo de la productividad de la losa

Para esta actividad se necito 13.3 m<sup>3</sup> de concreto armado con proporción c: a: p = 1:2:2  
f'c=210kg/cm<sup>2</sup>.

De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.

### **Análisis por cuadrilla**

*Tabla 19: tiempo promedio de las cuadrillas*

Trompo mezclador			lateros de agregado (8)		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	67	67	1	5	5
2	64	131	2	6	11
3	63	194	3	8	19
4	66	260	4	8	27
5	57	317	5	9	36
6	66	383	6	7	43
7	58	441	7	5	48
8	63	504	8	8	56
9	66	570	9	5	61
10	59	629	10	5	66
11	64	693	11	9	75
12	59	752	12	7	82
13	67	819	13	8	90
14	59	878	14	5	95
15	59	937	15	5	100
16	62	999	16	5	105
17	66	1065	17	7	112
18	63	1128	18	5	117
19	65	1193	19	6	123
20	59	1252	20	5	128
21	65	1317	21	6	134
22	60	1377	22	8	142
23	67	1444	23	7	149
24	60	1504	24	9	158
25	58	1562	25	9	167
26	59	1621	26	6	173
27	63	1684	27	6	179
28	60	1744	28	6	185
29	61	1805	29	8	193
30	67	1872	30	5	198
31	60	1932	31	9	207
32	58	1990	32	6	213
prom	62 seg		33	5	218
			34	8	226
			Promedio	7 seg	

carretillas de concreto (3)			llenado de agregado (4)		
N° de obs.	tiempo (seg)	tiempo acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	tiempo acumulado
1	5	5	1	5	5
2	4	9	2	7	12
3	6	15	3	6	18
4	5	20	4	5	23
5	4	24	5	6	29
6	6	30	6	7	36
7	4	34	7	7	43
8	5	39	8	7	50
9	6	45	9	5	55
10	5	50	10	6	61
11	5	55	11	6	67
12	6	61	12	6	73
13	4	65	13	5	78
14	5	70	14	6	84
15	4	74	15	7	91
16	5	79	16	7	98
17	4	83	17	5	103
18	6	89	18	7	110
19	5	94	19	7	117
20	4	98	20	7	124
21	6	104	21	7	131
22	6	110	22	6	137
Prom.	5 seg		Prom.	6 seg	

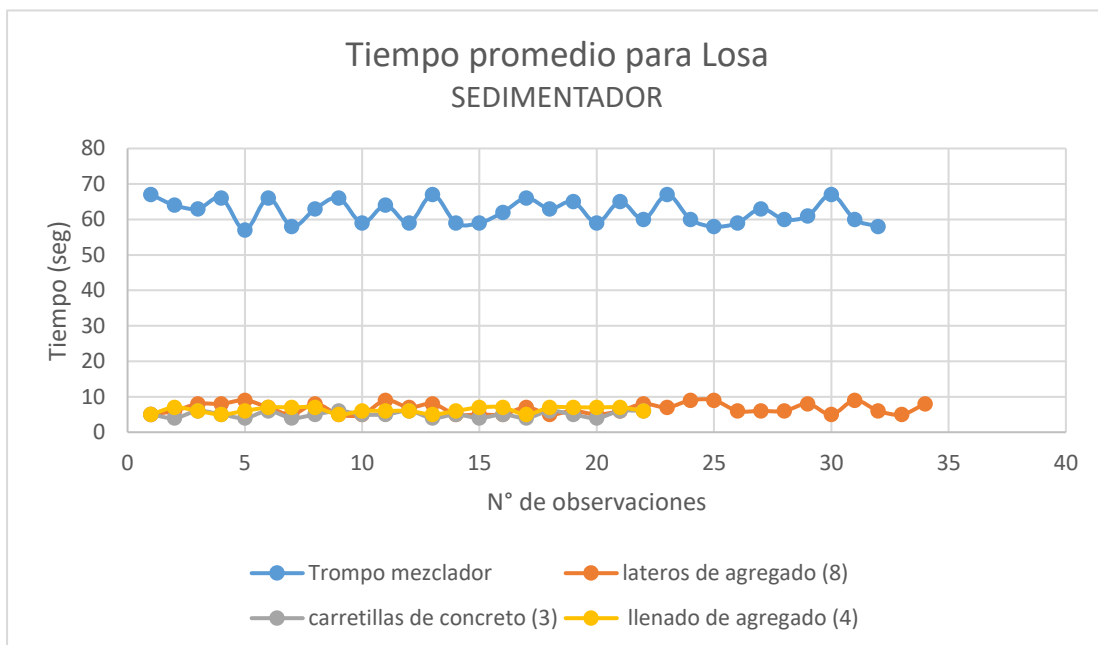


Figura 20: Tiempo promedio para losa” – SEDIMENTADOR

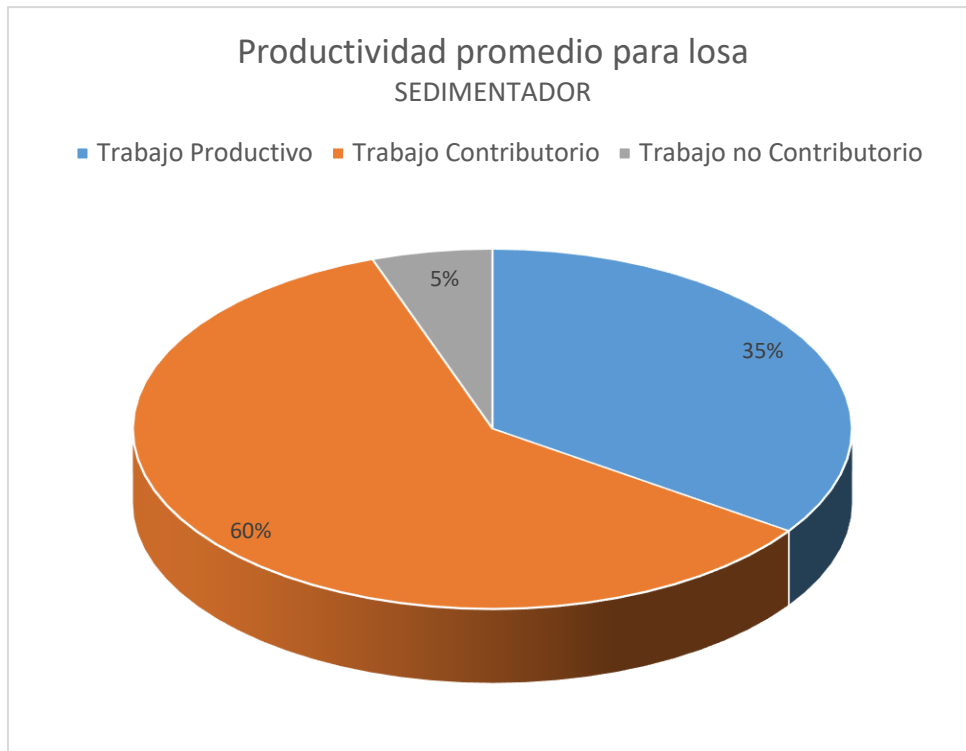
El trabajo total se realizó en 3h 23min= 203 min

- ❖ Del trompo mezclador
  - ✓ Tiempo productivo =  $(62) \times (1.03\text{min}) = \mathbf{70.27 \text{ min}}$
  - ✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $203 - 70.27 = \mathbf{132.73 \text{ min}}$
- ❖ De los 8 peones que transportan la arena y la piedra
  - ✓ Esta actividad se realizó en 0.12min por peón
  - ✓ Tiempo contributorio =  $68 \times 0.12\text{min} \times 8 = \mathbf{63.47 \text{ min}}$
- ❖ De los 3 carretilleros que llevan la mezcla de concreto
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.08min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $68 \times 0.08\text{min} \times 3\text{carretillas} = \mathbf{17 \text{ min}}$
- ❖ De los 4 peones llenadores de agregado
  - ✓ Se realizo en 0.10min por llenador
  - ✓ Tiempo contributorio =  $68 \times 0.10\text{min} \times 4\text{llenadores} = \mathbf{27.20\text{min}}$
- ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó la nivelación, realizó el vibrado y recepción de la misma, se tiene de la observación directa que fue aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{7.03\text{min}}$
- ❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $132.73\text{min} - 121.72\text{min} = \mathbf{11.01\text{min}}$

*Tabla 20: Distribución de la productividad*

<i>Tiem.Total 203 min</i>		<b>Distribución de la productividad</b>		
<b>Tipo de Trabajador</b>	<b>Trabajo Productivo</b>	<b>Trabajo Contributorio</b>	<b>Trabajo no Contributorio</b>	
Mezcladora	70.27			<b>70.27</b>
Lateros		63.47		<b>63.47</b>
Carretilleros		17.00		<b>17.00</b>
Llenadores de material		27.20		<b>27.20</b>
Nivelación y reglado		7.03		<b>7.03</b>
Vibrador y recepción		7.03		<b>7.03</b>
<b>Total</b>	<b>70.27</b>	<b>121.72</b>	<b>11.01</b>	<b>203.00</b>
<b>%</b>	<b>35%</b>	<b>60%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>





*Figura 21: Productividad promedio para losa – SEDIMENTADOR*

#### **✚ Cálculo del rendimiento de la losa**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en obra, durante toda la ejecución de esta partida.
- Para el cálculo y obtención de cada muestra en la losa, se secciona el largo de la estructura en partes iguales cada 2.20m, obteniendo un volumen a medir de 2m<sup>3</sup> en un intervalo de tiempo controlado.
- El cálculo de tiempo para cada una de las muestras se realizó con un cronómetro digital de mano.

Tabla 21: Cálculo del rendimiento de la losa

ACTIVIDAD N°2: LOSA								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	2	0.55	00:33:35	2	2	17	11.55	5.78
2	2	0.52	00:31:21	2	2	17	10.85	5.43
3	2	0.55	00:33:29	2	2	17	11.55	5.78
4	2	0.47	00:28:44	2	2	17	9.80	4.90
5	2	0.50	00:30:32	2	2	17	10.50	5.25
6	2	0.45	00:27:57	2	2	17	9.45	4.73

Rendimiento Promedio 5.308 HH/m3

**Desviación Estandar 0.438**

**Coefficiente de Variación 0.083**

**Factor de Incremento 0.057**

Rendimiento real 5.613 HH/m3

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

### Actividad N°03: Muro del sedimentador

- Para esta actividad se realiza el acarreo de material (cemento, agregados y acero) en conjunto con los agregados para la losa que se vació días previos.
- La actividad se realizó el día 11/06/21 desde las 1:15pm hasta las 4:11pm.
- Al vaciado de concreto se hace con ayuda de un trompo mezclador, carretillas, y un vibrador de concreto, así también la ayuda de herramientas manuales.
- El concreto es decepcionado y distribuido en las carretillas cruzando por una rampa de madera hacia la estructura donde la cuadrilla de carpintería realizó una tarima de madera apuntalada para facilitar el tránsito de las carretillas.
- Mediante observación directa en obra, se necesitó 78 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 0.97min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calcula el tiempo promedio de los 8 lateros, 4 carretilleros y los 4 llenadores de material que son: 7seg c/u, 7seg c/u, 5seg c/u respectivamente.
- Existieron esperas por acarreo de bolsas de cemento faltante.
- Dicha actividad se terminó después de 3h 56min.

## ✚ Cálculo de la productividad del muro

Para esta partida se necesitó 15.30m<sup>3</sup> de concreto armado con proporción c: a: p

= 1:2:2.  $f'c=210\text{kg/cm}^2$

De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.

### Análisis por cuadrilla

Tabla 22: Tiempo promedio de las cuadrillas

Trompo mezclador			lateros de agregado (8)		
Nº de tandas	tiempo (seg)	acumulado	Nº de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	62	62	1	6	6
2	62	124	2	6	12
3	63	187	3	8	20
4	60	247	4	6	26
5	54	301	5	7	33
6	61	362	6	6	39
7	53	415	7	7	46
8	53	468	8	6	52
9	59	527	9	7	59
10	63	590	10	8	67
11	56	646	11	7	74
12	61	707	12	7	81
13	61	768	13	8	89
14	62	830	14	6	95
15	63	893	15	6	101
16	53	946	16	8	109
17	55	1001	17	6	115
18	55	1056	18	6	121
19	53	1109	19	8	129
20	63	1172	20	7	136
21	60	1232	21	8	144
22	60	1292	22	6	150
23	53	1345	23	6	156
24	56	1401	24	8	164
25	54	1455	25	7	171
26	57	1512	26	7	178
27	57	1569	27	7	185
28	62	1631	28	8	193
29	55	1686	29	6	199
30	58	1744	30	6	205
31	60	1804	31	8	213
32	53	1857	32	6	219
33	54	1911	33	7	226
34	55	1966			
35	57	2023	Promedio	7 seg	
36	63	2086			
37	55	2141			
38	55	2196			
39	63	2259			
40	54	2313			
41	58	2371			
prom	58 seg				

carretillas de concreto (4)			llenado de agregado (4)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	5	5	1	6	6
2	7	12	2	6	12
3	7	19	3	4	16
4	9	28	4	6	22
5	5	33	5	4	26
6	9	42	6	5	31
7	7	49	7	6	37
8	5	54	8	5	42
9	9	63	9	5	47
10	8	71	10	6	53
11	7	78	11	5	58
12	6	84	12	4	62
13	9	93	13	6	68
14	6	99	14	6	74
15	5	104	15	4	78
16	8	112	16	4	82
17	7	119	17	4	86
18	8	127	18	5	91
19	5	132	19	6	97
20	7	139	20	6	103
21	7	146	21	5	108
22	7	153	Prom.	5 seg	
23	6	159			
24	7	166			
25	7	173			
26	5	178			
Prom.	7 seg				

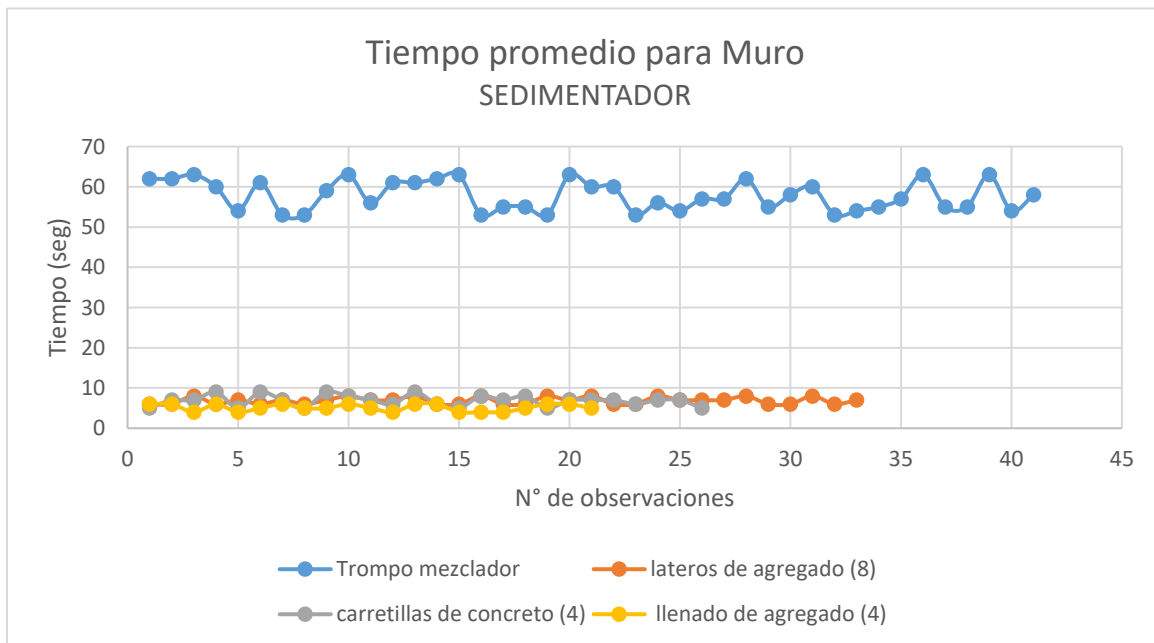


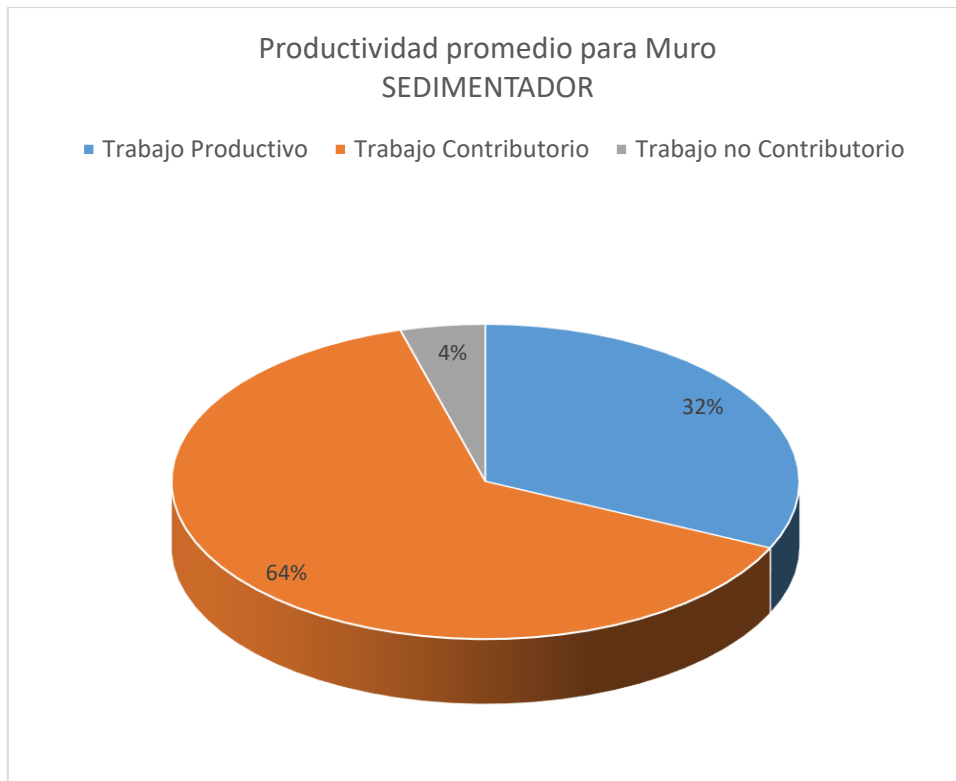
Figura 22: Tiempo promedio para Muro – SEDIMENTADOR

El trabajo total se realizó en 3h 56min = 236 min

- ❖ Del trompo mezclador
  - ✓ Tiempo productivo =  $(78) \times (0.97\text{min}) = \mathbf{75.40 \text{ min}}$
  - ✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $236 - 75.40 = \mathbf{160.60 \text{ min}}$
  - ❖ De los 8 peones que transportan la arena y la piedra
    - ✓ Esta actividad se realizó en 0.12min por peón
    - ✓ Tiempo contributorio =  $78 \times 0.13\text{min} \times 8 = \mathbf{72.80 \text{ min}}$
  - ❖ De los 4 carretilleros que llevan la mezcla de concreto
    - ✓ El trabajo se realizó en 0.12min por carretillero
    - ✓ Tiempo contributorio =  $78 \times 0.12\text{min} \times 4\text{carretillas} = \mathbf{36.40 \text{ min}}$
  - ❖ De los 4 peones llenadores de agregado
    - ✓ Se realizo en 0.08min por llenador
    - ✓ Tiempo contributorio =  $78 \times 0.08\text{min} \times 4\text{carretillas} = \mathbf{26 \text{ min}}$
  - ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó la nivelación, realizó el vibrado y recepción de la misma, se tiene de la observación directa que fue aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
    - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{7.54\text{min}}$
  - ❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $160.60\text{min} - 150.28\text{min} = \mathbf{10.32\text{min}}$

*Tabla 23: Distribución de la productividad*

Tipo de Trabajador	Distribución de la productividad			Tiem.Total 236 min
	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	75.40			<b>75.40</b>
Lateros		72.80		<b>72.80</b>
Carretilleros		36.40		<b>36.40</b>
Llenadores de material		26.00		<b>26.00</b>
Nivelación y reglado		7.54		<b>7.54</b>
Vibrador y recepción		7.54		<b>7.54</b>
<b>Total</b>	<b>75.40</b>	<b>150.28</b>	<b>10.32</b>	<b>236.00</b>
<b>%</b>	<b>32%</b>	<b>64%</b>	<b>4%</b>	<b>100%</b>



*Figura 23: Productividad promedio para muro – SEDIMENTADOR*

#### **✚ Cálculo del Rendimiento del muro**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en obra, durante toda la ejecución de esta partida
- El muro se calculó cada 0.5m de altura de llenado de concreto, obteniendo un volumen de 3m<sup>3</sup> a observar.
- Para realizar esta medición de manera acertada se utilizó un martillo de goma golpeando el encofrado y así verificar la altura.
- El cálculo de tiempo para cada una de las muestras se realizó con un cronómetro digital de mano.

Tabla 24: Cálculo del rendimiento del muro

ACTIVIDAD N°3: MURO								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	3	0.92	00:45:10	2	2	16	18.33	6.11
2	3	0.78	00:42:57	2	2	16	15.67	5.22
3	3	0.77	00:46:22	2	2	16	15.33	5.11
4	3	0.88	00:43:45	2	2	16	17.67	5.89
5	3	0.70	00:42:28	2	2	16	14.00	4.67

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio 5.400 HH/m3

**Desviación Estandar 0.591**

**Coefficiente de Variación 0.109**

**Factor de Incremento 0.046**

Rendimiento real 5.647 HH/m3

## Estructura N° 02: Reservorio

### Actividad N° 01: Solado 4" del reservorio

- Para esta actividad se realiza el acarreo de material (cemento y agregados) días previos al vaciado de concreto, colocando en lugares estratégicos para facilitar su traslado a la mezcladora.
- La actividad se realiza el día 22/03/21 desde las 8:45am hasta las 11am.
- Al vaciado de concreto se hace con ayuda de un trompo mezclador, carretillas y herramientas manuales.
- El concreto es recepcionado y distribuido en 3 carretillas.
- Mediante observación directa, se necesitó 34 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.53min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calcula el tiempo promedio de los 8 lateros y 3 carretilleros que son: 10seg c/u y 9seg c/u respectivamente.
- Dicha actividad se terminó después de 2h 15min.

#### **🔗 Cálculo de la productividad del solado 4"**

Para esta partida se necesitó 60.80m<sup>2</sup> de concreto con un espesor de 0.1m lo que se tiene 6.08m<sup>3</sup> de concreto, con proporción c: h = 1: 16

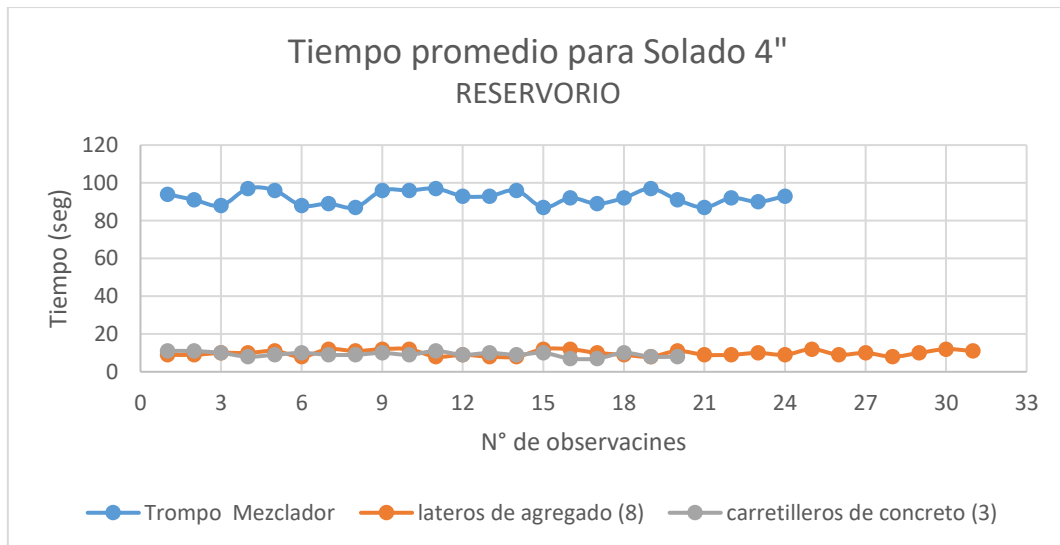
De acuerdo a la proporción de concreto, por cada tanda, se colocó media bolsa de cemento por 8 baldes de hormigón y 1 baldes de agua.

## Análisis por cuadrilla

*Tabla 25: Tiempo promedio de las cuadrillas*

Trompo Mezclador			lateros de agregado (8)			carretileros de concreto (3)		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulad o	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulad o	N° de obs.	tiemp o (seg)	acumulad o
1	94	94	1	9	9	1	11	11
2	91	185	2	9	18	2	11	22
3	88	273	3	10	28	3	10	32
4	97	370	4	10	38	4	8	40
5	96	466	5	11	49	5	9	49
6	88	554	6	8	57	6	10	59
7	89	643	7	12	69	7	9	68
8	87	730	8	11	80	8	9	77
9	96	826	9	12	92	9	10	87
10	96	922	10	12	104	10	9	96
11	97	1019	11	8	112	11	11	107
12	93	1112	12	9	121	12	9	116
13	93	1205	13	8	129	13	10	126
14	96	1301	14	8	137	14	9	135
15	87	1388	15	12	149	15	10	145
16	92	1480	16	12	161	16	7	152
17	89	1569	17	10	171	17	7	159
18	92	1661	18	9	180	18	10	169
19	97	1758	19	8	188	19	8	177
20	91	1849	20	11	199	20	8	185
21	87	1936	21	9	208	Prom	9 seg	
22	92	2028	22	9	217			
23	90	2118	23	10	227			
24	93	2211	24	9	236			
Prom.	92 min		25	12	248			
			26	9	257			
			27	10	267			
			28	8	275			
			29	10	285			
			30	12	297			
			31	11	308			
			Prom.	10 seg				





*Figura 24: Tiempo promedio para solado 4" – RESERVORIO*

El trabajo total se realizó en 2h 15min = 135 min

❖ Del trompo mezclador

✓ Tiempo productivo =  $(34) \times (1.53\text{min}) = \mathbf{52.13 \text{ min}}$

✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $135 - 52.13 = \mathbf{82.87 \text{ min}}$

❖ De los 8 peones que transportan la arena y la piedra

✓ Esta actividad se realizó en 0.17min por peón

✓ Tiempo contributorio =  $34 \times 0.17\text{min} \times 8 = \mathbf{45.33 \text{ min}}$

❖ De los 4 carretilleros que llevan la mezcla de concreto

✓ El trabajo se realizó en 0.15min por carretillero

✓ Tiempo contributorio =  $34 \times 0.15\text{min} \times 4\text{carretillas} = \mathbf{15.30 \text{ min}}$

❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó el nivelado y recepción, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.

✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{5.21\text{min}}$

❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $82.87\text{min} - 71.06\text{min} = \mathbf{11.81\text{min}}$

Tabla 26: Distribución de la productividad

Tiem.Total 135 min		Distribución de la productividad		
Tipo de Trabajador	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	52.13			52.13
Lateros		45.33		45.33
Carretilleros		15.30		15.30
Recepción de mezcla		5.21		5.21
Nivelación y reglado		5.21		5.21
<b>Total</b>	<b>52.13</b>	<b>71.06</b>	<b>11.81</b>	<b>135.00</b>
<b>%</b>	<b>39%</b>	<b>53%</b>	<b>9%</b>	<b>100%</b>

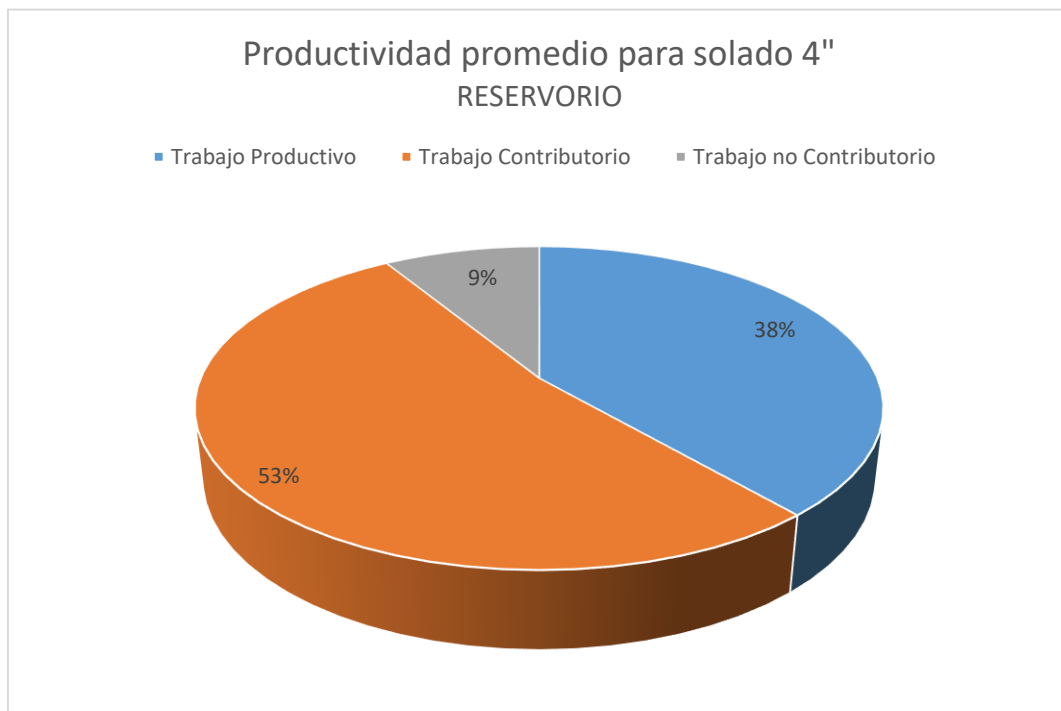


Figura 25: Productividad promedio para solado 4'' – RESERVORIO

#### **🔧 Cálculo del Rendimiento del solado 4''**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la ejecución de esta actividad.
- Para esta partida se partió del centro de la estructura circular para dividir de forma matemática en partes iguales, luego con uso de un marcador, se señaló en una parte visible del acero colocado como guía en el perímetro, teniendo así una medida de 7.60m<sup>2</sup> para cada nuestra a observar.
- El tiempo para cada una de las medidas se calculó con un cronometro digital de mano.

Tabla 27: Cálculo del rendimiento para solado 4''

ACTIVIDAD N°1: SOLADO E=4''								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m2)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m2)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	7.60	0.28	00:17:22	1	1	15	4.82	0.63
2	7.60	0.32	00:19:31	1	1	15	5.38	0.71
3	7.60	0.23	00:14:45	1	1	15	3.97	0.52
4	7.60	0.27	00:16:27	1	1	15	4.53	0.60
5	7.60	0.28	00:17:05	1	1	15	4.82	0.63
6	7.60	0.30	00:18:25	1	1	15	5.10	0.67
7	7.60	0.23	00:14:35	1	1	15	3.97	0.52

Rendimiento Promedio 0.612 HH/m2

**Desviación Estandar 0.066**

**Coefficiente de Variación 0.107**

**Factor de Incremento 0.096**

Rendimiento real 0.671 HH/m2

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N° de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

### Actividad N°02: Losa del reservorio

- Para esta actividad se realiza el acarreo de material (cemento, agregados y acero) días previos al vaciado de concreto.
- La actividad se realizó el día 31/03/21 desde las 8:20 am hasta las 1:45pm.
- El vaciado de concreto se hace con ayuda de dos trozos mezcladores, carretillas, un vibrador de concreto y herramientas manuales tales como: reglas de aluminio, palanas, badilejos y cordel.
- El concreto se vierte, recepciona y distribuye en las carretillas.
- Se realizó la colocación de tablas de madera sobre los aceros de la losa, para facilitar el traslado de concreto en las carretillas.
- Mediante observación directa en campo, se necesitó 143 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 0.97min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calculó el tiempo promedio de los 8 lateros, 4 carretilleros y los 4 llenadores de material que son: 6seg c/u, 7seg c/u, 5seg c/u respectivamente.
- Existieron esperas por desabastecimiento de agua la cual fue extraída del río por medio de una motobomba de agua.

- Dicha actividad se terminó después de 5h 25min.

### **✚ Cálculo de la productividad de la losa**

Para esta actividad se necesitó 28.10 m<sup>3</sup> de concreto armado con proporción c: a: p =

1:2:2 f'c=210kg/cm<sup>2</sup>

De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.

### **Análisis por cuadrilla**

*Tabla 28: tiempo promedio de las cuadrillas*

Trompo mezclador A			Trompo mezclador B			lateros de agregado (8)		
N° de tandas	tiempo (seg)	tiempo acumulado	N° de tandas	tiempo (seg)	tiempo acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	tiempo acumulado
1	55	55	1	56	56	1	7	7
2	61	116	2	63	119	2	6	13
3	57	173	3	58	177	3	6	19
4	60	233	4	58	235	4	5	24
5	61	294	5	55	290	5	6	30
6	53	347	6	62	352	6	7	37
7	52	399	7	62	414	7	5	42
8	52	451	8	63	477	8	7	49
9	60	511	9	62	539	9	5	54
10	56	567	10	57	596	10	6	60
11	51	618	11	58	654	11	6	66
12	59	677	12	64	718	12	7	73
13	56	733	13	58	776	13	7	80
14	56	789	14	56	832	14	6	86
15	53	842	15	60	892	15	7	93
16	53	895	16	61	953	16	6	99
17	57	952	17	63	1016	17	6	105
18	56	1008	18	62	1078	18	6	111
19	55	1063	19	59	1137	19	6	117
20	59	1122	20	55	1192	20	7	124
21	57	1179	21	61	1253	21	6	130
22	57	1236	22	62	1315	22	6	136
23	59	1295	23	62	1377	23	7	143
24	51	1346	24	62	1439	24	5	148
25	52	1398	25	65	1504	25	5	153
26	56	1454	26	62	1566	26	6	159
27	56	1510	27	56	1622	27	5	164
28	60	1570	28	57	1679	28	7	171
29	55	1625	29	65	1744	29	6	177
30	52	1677	30	57	1801	30	6	183
31	60	1737	31	59	1860	31	6	189
32	53	1790	32	62	1922	32	7	196
33	61	1851	prom	60 seg		Prom.	6 seg	
34	54	1905						
35	58	1963						
36	52	2015						
37	57	2072						
prom	56 seg							

**tiempo promedio mezcladoras = 58 seg**

carretillas de concreto (4)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	7	7
2	7	14
3	7	21
4	9	30
5	7	37
6	9	46
7	5	51
8	8	59
9	5	64
10	5	69
11	9	78
12	8	86
13	9	95
14	7	102
15	8	110
16	6	116
17	5	121
18	6	127
19	8	135
Prom.	7 seg	

llenado de agregado (4)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	5	5
2	6	11
3	6	17
4	6	23
5	6	29
6	6	35
7	5	40
8	6	46
9	5	51
10	6	57
11	4	61
12	6	67
13	4	71
14	5	76
15	5	81
16	6	87
17	6	93
18	5	98
19	4	102
20	5	107
21	6	113
22	4	117
23	6	123
24	6	129
Prom.	5 seg	

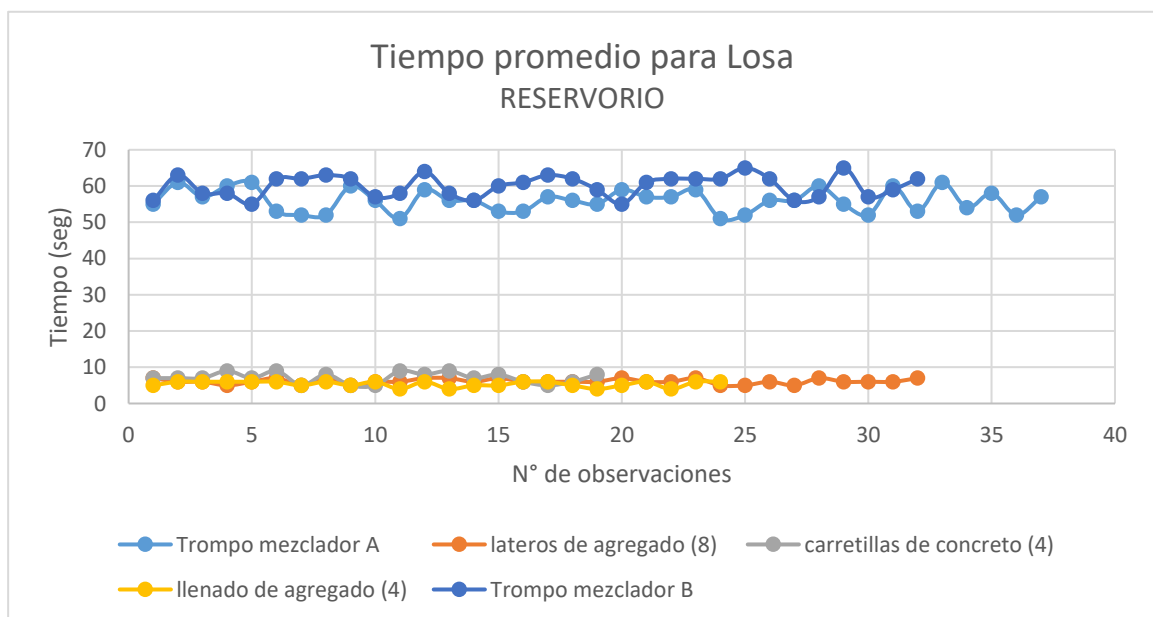


Figura 26: Tiempo promedio para losa – RESERVORIO

El trabajo total se realizó en 5h 25min= 325 min

- ❖ Del trompo mezclador
  - ✓ Tiempo productivo =  $(143) \times (0.97\text{min}) = \mathbf{69.12 \text{ min}}$
  - ✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $325 - 69.12 = \mathbf{255.88 \text{ min}}$
- ❖ De los 8 peones que transportan la arena y la piedra
  - ✓ Esta actividad se realizó en 0.10min por peón
  - ✓ Tiempo contributorio =  $143 \times 0.10\text{min} \times 8 = \mathbf{114.10 \text{ min}}$
- ❖ De los 4 carretilleros que llevan la mezcla de concreto
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.12min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $143 \times 0.12\text{min} \times 4\text{carretillas} = \mathbf{66.73 \text{ min}}$
- ❖ De los 4 peones llenadores de agregado
  - ✓ Se realizo en 0.08min por llenador
  - ✓ Tiempo contributorio =  $143 \times 0.08\text{min} \times 4\text{llenadores} = \mathbf{47.67\text{min}}$
- ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó la nivelación, realizó el vibrado y recepción de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{6.91\text{min}}$
- ❖ El trabajo no contributorio total para esta actividad es =  $255.88\text{min} - 242.62\text{min} = \mathbf{13.26\text{min}}$

Tabla 29: Distribución de la productividad

<i>Tiem.Total</i> 325 min	Distribución de la productividad			
Tipo de Trabajador	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	69.12			<b>69.12</b>
Lateros		114.40		<b>114.40</b>
Carretilleros		66.73		<b>66.73</b>
Llenadores de material		47.67		<b>47.67</b>
Nivelación y reglado		6.91		<b>6.91</b>
Vibrador y recepción		6.91		<b>22.40</b>
<b>Total</b>	<b>69.12</b>	<b>242.62</b>	<b>13.26</b>	<b>325.00</b>
<b>%</b>	<b>21%</b>	<b>75%</b>	<b>4%</b>	<b>100%</b>



*Figura 27: Productividad promedio para losa – SEDIMENTADOR*

#### **✚ Cálculo del rendimiento de la losa**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la ejecución de esta actividad.
- La losa se calculó con el mismo método que el solado teniendo en cuenta la diferencia de espesor, de lo que se calculó una medida de 3.5m<sup>3</sup> a ser observada.
- El tiempo para esta actividad fue calculado con un cronómetro digital de mano.

Tabla 30: Cálculo del rendimiento de la losa

ACTIVIDAD N°2: LOSA								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	3.5	0.75	00:45:23	2	2	20	18.00	5.14
2	3.5	0.72	00:43:57	2	2	20	17.20	4.91
3	3.5	0.73	00:44:29	2	2	20	17.60	5.03
4	3.5	0.70	00:42:10	2	2	20	16.80	4.80
5	3.5	0.68	00:41:25	2	2	20	16.40	4.69
6	3.5	0.65	00:39:45	2	2	20	15.60	4.46
7	3.5	0.72	00:43:12	2	2	20	17.20	4.91
Rendimiento Promedio							4.849 HH/m3	
Desviación Estandar							0.220	
Coeficiente de Variación							0.045	
Factor de Incremento							0.043	
Rendimiento real							5.055 HH/m3	

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N° de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Producción diaria}}$$

### Actividad N° 03: Muro del reservorio

- La actividad se realizó el día 10/04/21 desde las 8:30 am hasta las 12:30m.
- El vaciado de concreto se hace con ayuda de dos trozos mezcladores, andamios metálicos, un vibrador de concreto y herramientas manuales como palanas.
- El concreto se vierte, recepciona y distribuye por los lateros de concreto.
- Con ayuda de andamios de acero se recepcionó la mezcla para luego ser vaciada en la estructura.
- Mediante la observación directa en campo, se necesitó 84 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.13min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calculó el tiempo promedio de los 10 lateros de concreto y 8 lateros de material que son: 6seg c/u, 6seg c/u respectivamente.
- Dicha actividad se terminó después de 4h.

#### Cálculo de la productividad del muro

Para esta actividad se necesitó 16.30 m3 de concreto armado con proporción c: a: p = 1:2:2 f'c= 210kg/cm2

De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.



## Análisis por cuadrilla

*Tabla 31: tiempo promedio de las cuadrillas*

<b>Trompo mezclador A</b>			<b>Trompo mezclador B</b>		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado	N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado
1	63	63	1	73	73
2	68	131	2	75	148
3	65	196	3	66	214
4	62	258	4	69	283
5	61	319	5	74	357
6	63	382	6	70	427
7	67	449	7	72	499
8	69	518	8	71	570
9	69	587	9	74	644
10	60	647	10	68	712
11	64	711	11	69	781
12	65	776	12	70	851
13	65	841	13	73	924
14	63	904	14	76	1000
15	66	970	15	74	1074
16	67	1037	16	76	1150
17	62	1099	17	66	1216
18	63	1162	18	73	1289
19	60	1222	19	71	1360
20	65	1287	20	74	1434
21	65	1352	21	72	1506
22	61	1413	22	68	1574
23	64	1477	23	69	1643
24	68	1545	24	66	1709
25	63	1608	25	72	1781
26	67	1675	26	76	1857
27	66	1741	27	70	1927
28	63	1804	28	66	1993
29	64	1868	29	66	2059
30	63	1931	30	73	2132
31	67	1998	31	71	2203
32	68	2066	32	75	2278
33	68	2134	33	73	2351
prom	65 seg		34	74	2425
	65.00		35	74	2499
			36	74	2573
			37	74	2647
			38	67	2714
			39	68	2782
			40	72	2854
			41	73	2927
			prom	71 seg	

**Tiempo promedio  
mezcladoras 68seg**

lateros de agregado 10		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	6	6
2	7	13
3	5	18
4	5	23
5	6	29
6	6	35
7	5	40
8	5	45
9	5	50
10	5	55
11	6	61
12	6	67
13	6	73
14	6	79
15	5	84
16	7	91
17	6	97
18	6	103
19	5	108
20	7	115
21	5	120
22	5	125
23	7	132
24	7	139
25	5	144
26	5	149
27	5	154
28	7	161
29	5	166
30	5	171
31	6	177
32	6	183
33	7	190
34	7	197
Promedio		6 seg

lateros de concreto (8)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	5	5
2	6	11
3	5	16
4	6	22
5	7	29
6	7	36
7	6	42
8	5	47
9	6	53
10	6	59
11	7	66
12	7	73
13	7	80
14	7	87
15	6	93
16	5	98
17	6	104
18	6	110
19	5	115
20	5	120
21	7	127
22	7	134
23	5	139
24	6	145
25	7	152
26	6	158
27	7	165
28	5	170
Prom.		6 seg

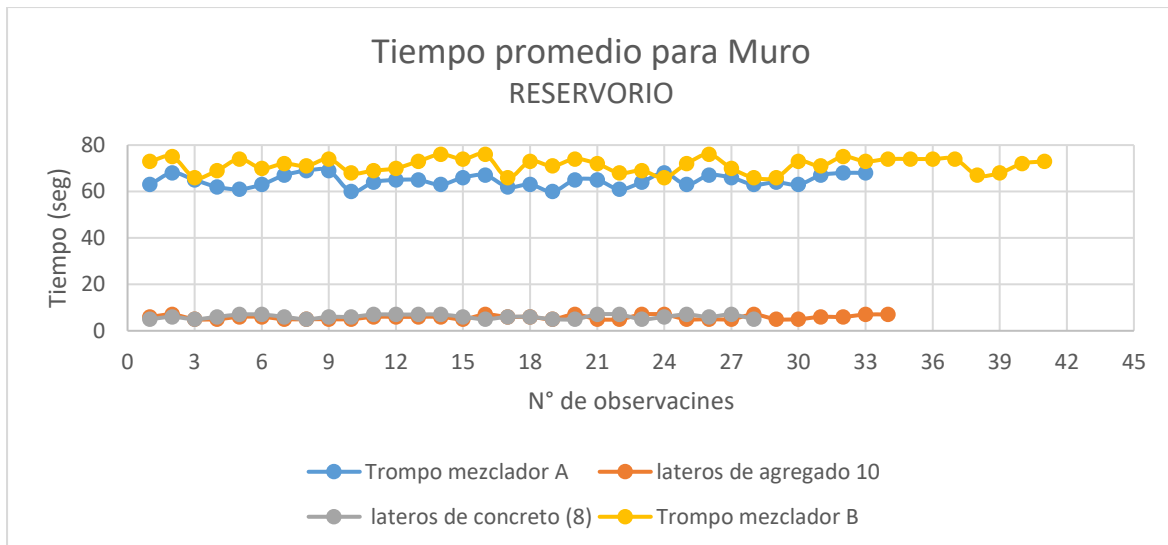


Figura 28: Tiempo promedio para Muro – RESERVORIO

El trabajo total se realizó en 4h = 240 min

- ❖ Del trompo mezclador
  - ✓ Tiempo productivo =  $(84) \times (1.13\text{min}) = \mathbf{95.20 \text{ min}}$
  - ✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $240 - 95.20 = \mathbf{192.40 \text{ min}}$
- ❖ De los 10 peones que transportan el concreto
  - ✓ Esta actividad se realizó en 0.10min por peón
  - ✓ Tiempo contributorio =  $84 \times 0.10\text{min} \times 10 = \mathbf{84 \text{ min}}$
- ❖ De los 8 peones que trasportan la piedra y la arena
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.10min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $48 \times 0.10\text{min} \times 8 = \mathbf{67.20 \text{ min}}$
- ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla y realizó el vibrado de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{7.46\text{min.}}$
- ❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $192.40\text{min} - 160.72\text{min} = \mathbf{31.68\text{min.}}$

Tabla 32 : Distribución de la productividad

Tipo de Trabajador	Distribución de la productividad			Total
	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	47.60			<b>47.60</b>
lateros de concreto		84.00		<b>84.00</b>
lateros de material		67.20		<b>67.20</b>
recepción		4.76		<b>4.76</b>
Vibrador		4.76		<b>4.76</b>
<b>Total</b>	<b>47.60</b>	<b>160.72</b>	<b>31.68</b>	<b>240.00</b>
<b>%</b>	<b>20%</b>	<b>67%</b>	<b>13%</b>	<b>100%</b>

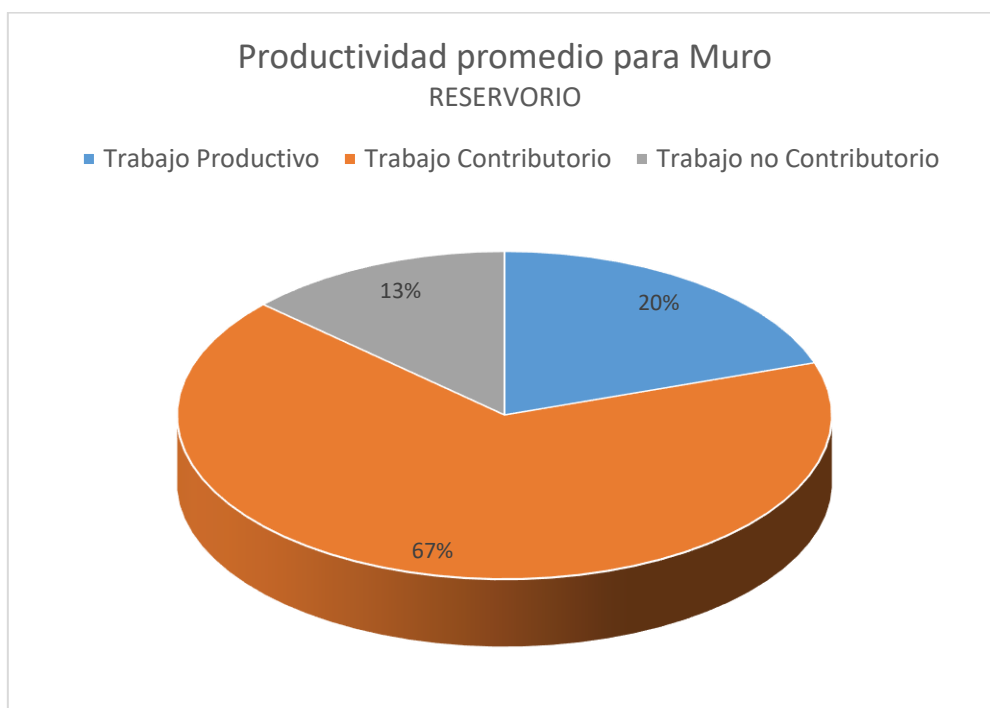


Figura 29 : Productividad promedio para muro – RESERVORIO

#### Cálculo del rendimiento del muro

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la ejecución de esta partida.
- Para el muro se realizó el cálculo teniendo en cuenta su circunferencia externa, tomando así la longitud media de esta por medio metro de altura, con ayuda de un marcador se señaló en el encofrado; del cálculo se obtuvo una medida de 1.5m<sup>3</sup>.

- Para saber que el concreto llego a dicha medida, se hizo uso de un martillo de goma.
- El tiempo para esta actividad fue calculado con un cronómetro digital de mano.

Tabla 33: Cálculo del rendimiento del muro

ACTIVIDAD N°3: MURO								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	1.5	0.42	00:25:12	3	3	20	10.83	7.22
2	1.5	0.33	00:20:24	3	3	20	8.67	5.78
3	1.5	0.37	00:22:53	3	3	20	9.53	6.36
4	1.5	0.38	00:23:45	3	3	20	9.97	6.64
5	1.5	0.30	00:18:52	3	3	20	7.80	5.20
6	1.5	0.42	00:25:16	3	3	20	10.83	7.22
7	1.5	0.37	00:22:42	3	3	20	9.53	6.36
8	1.5	0.40	00:24:24	3	3	20	10.40	6.93

Rendimiento Promedio 6.464 HH/m3

**Desviación Estandar 0.781**

**Coefficiente de Variación 0.121**

**Factor de Incremento 0.152**

Rendimiento real 7.447 HH/m3

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Producción diaria}}$$

#### Actividad N° 04: Cúpula del reservorio

- La actividad se realizó el día 17/04/21 desde las 11:15 am hasta las 3:45pm.
- El vaciado de concreto se hace con ayuda de un trompo mezclador, una retroexcavadora y herramientas manuales como palanas, reglas de aluminio y badilejos.
- Para facilitar el trabajo se contó la disposición de la retroexcavadora, la cual cumplía la función de trasportar los baldes de concreto hacia la parte alta de la estructura, ahorrando tiempo y el uso de andamios.
- El concreto se vierte, recepciona y distribuye por los lateros de concreto desde el trompo mezclador hacia la lampa de la retroexcavadora, colocándolo de forma ordenada.
- Mediante la observación directa en campo, se necesitó 35 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.58min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calculó el tiempo promedio de los 10 lateros de concreto y 8 lateros de material que son: 8seg c/u, 6seg c/u respectivamente.

- Dicha actividad se terminó después de 2h 30min.
- Se debe mencionar que durante la actividad se tuvo descanso para almorzar de 1h 30min.

### **✚ Cálculo de la productividad de la cúpula**

Para esta actividad se necito 6.8 m<sup>3</sup> de concreto armado con proporción c: a: p = 1:2:2  
f'c= 210kg/cm<sup>2</sup>.

De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.

### **Análisis por cuadrilla**

*Tabla 34: tiempo promedio de las cuadrillas*

<u>Trompo mezclador</u>			<u>lateros de agregado (10)</u>			<u>lateros de concreto (8)</u>		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	98	98	1	10	10	1	7	7
2	99	197	2	7	17	2	5	12
3	94	291	3	9	26	3	7	19
4	94	385	4	10	36	4	5	24
5	98	483	5	8	44	5	7	31
6	100	583	6	7	51	6	5	36
7	91	674	7	9	60	7	6	42
8	93	767	8	10	70	8	6	48
9	91	858	9	7	77	9	5	53
10	94	952	10	10	87	10	5	58
11	91	1043	11	7	94	11	5	63
12	98	1141	12	6	100	12	6	69
13	96	1237	13	10	110	13	5	74
14	96	1333	14	7	117	14	6	80
15	96	1429	15	6	123	15	7	87
16	95	1524	16	6	129	16	6	93
17	100	1624	17	10	139	17	6	99
18	97	1721	18	10	149	18	7	106
19	92	1813	19	8	157	19	5	111
20	92	1905	20	9	166	20	6	117
21	99	2004	21	7	173	Prom.	6 seg	
22	95	2099	22	8	181			
23	91	2190	23	7	188			
24	95	2285	24	7	195			
25	92	2377	25	10	205			
26	99	2476	26	7	212			
27	90	2566	Promedio	8 seg				
28	92	2658						
29	95	2753						
30	99	2852						
31	91	2943						
prom	95 seg							

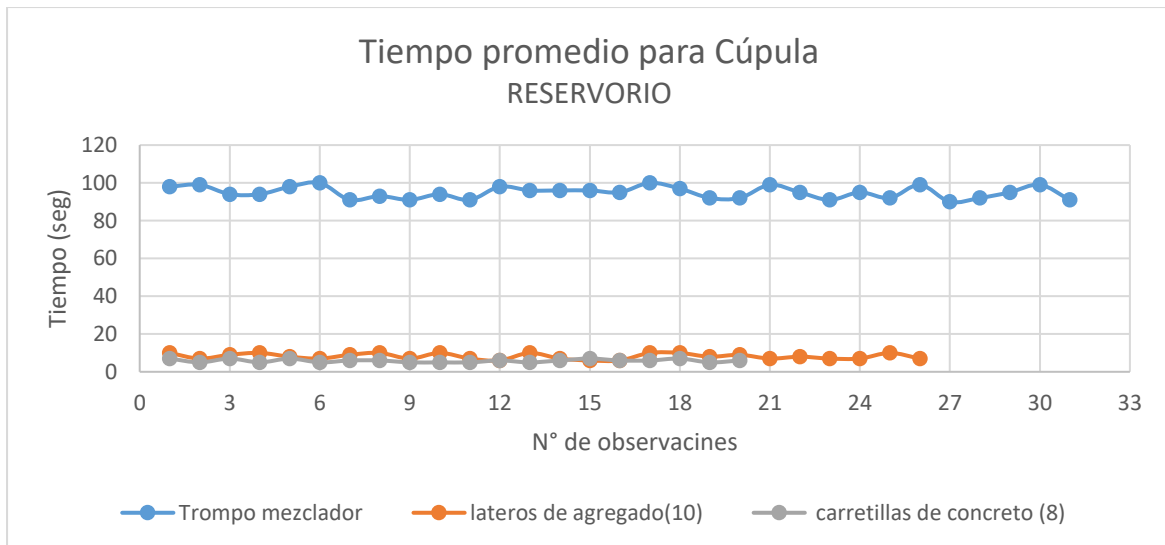


Figura 30 : Tiempo promedio para cúpula – RESERVORIO

El trabajo total se realizó en 3h 30min = 150 min

- ❖ Del trompo mezclador
  - ✓ Tiempo productivo =  $(35) \times (1.58\text{min}) = \mathbf{55.42 \text{ min}}$
  - ✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $180 - 55.42 = \mathbf{94.58 \text{ min}}$
- ❖ De los 10 peones que transportan el concreto
  - ✓ Esta actividad se realizó en 0.13min por peón
  - ✓ Tiempo contributorio =  $35 \times 0.13\text{min} \times 10 = \mathbf{46.67 \text{ min}}$
- ❖ De los 8 peones que trasportan la piedra y la arena
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.10min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $35 \times 0.10\text{min} \times 8 = \mathbf{28 \text{ min}}$
- ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla y realizó el nivelado de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{5.54\text{min}}$
- ❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $94.58\text{min} - 80.21\text{min} = \mathbf{14.38\text{min}}$

Tabla 35: Distribución de la productividad

Tiem.Total 150 min		Distribución de la productividad		
Tipo de Trabajador	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	55.42			55.42
lateros de concreto		46.67		64.62
lateros de material		28.00		41.88
recepción y nivelado		5.54		11.67
<b>total</b>	<b>55.42</b>	<b>80.21</b>	<b>14.38</b>	<b>150.00</b>
<b>%</b>	<b>37%</b>	<b>53%</b>	<b>10%</b>	<b>100%</b>

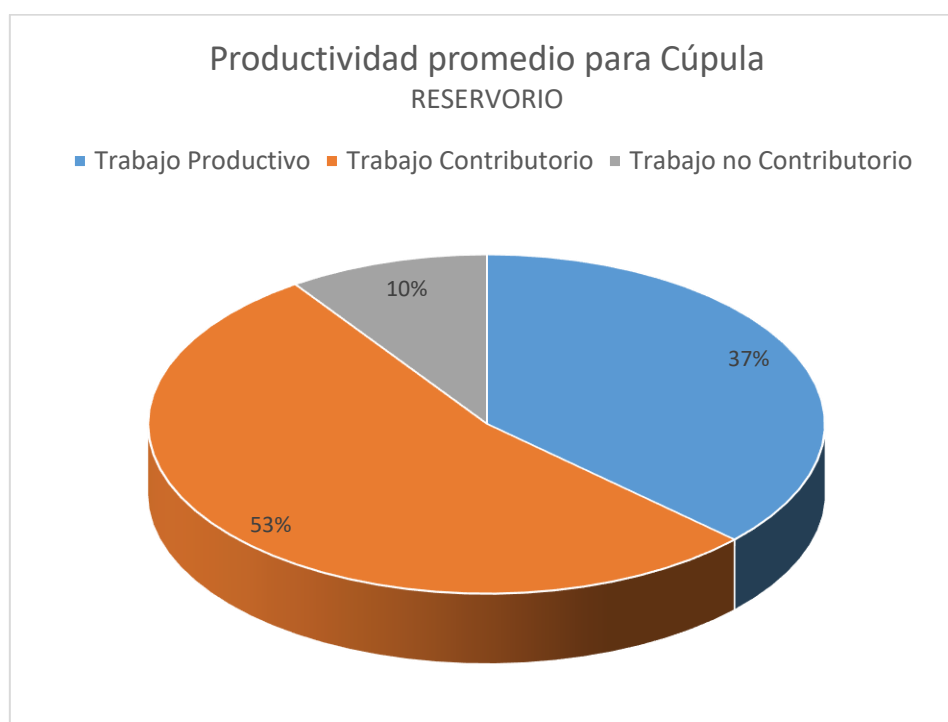


Figura 31 : Productividad promedio para cúpula – RESERVORIO

#### **Cálculo del Rendimiento de la cúpula**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la ejecución de esta partida.
- La cúpula se calculó teniendo en cuenta la circunferencia de la estructura y la distancia del borde externo al centro, dividiendo esta última cada medio metro, así se obtiene el volumen en forma degradada.
- El tiempo para cada una de las medidas se calculó con un cronómetro digital de mano.



Tabla 36: Calculo del rendimiento de la cúpula

ACTIVIDAD N°3: CUPULA								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	2.2	0.68	00:41:12	3	1	22	17.77	8.08
2	1.2	0.38	00:23:34	3	3	22	10.73	8.94
3	1.12	0.35	00:21:45	3	3	22	9.80	8.75
4	1.04	0.32	00:19:49	3	3	22	8.87	8.53
5	0.96	0.28	00:17:56	3	3	22	7.93	8.26

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio 8.512 HH/m3

**Desviación Estandar 0.352**

**Coeficiente de Variación 0.041**

**Factor de Incremento 0.106**

Rendimiento real 9.414 HH/m3

### Estructura N° 03: Tanque Imhoff

#### Actividad N°01: Solado 4" del tanque imhoff

- Para esta actividad se realiza el acarreo de material (cemento y agregados) días previos al vaciado de concreto.
- La actividad se realiza el día 16/02/21 desde las 8:45am hasta las 11:37am.
- El vaciado de concreto se hizo con ayuda de un tropo mezclador, carretillas y herramientas manuales tales como reglas de aluminio, badilejos, cordel y palanas.
- El concreto fue recepcionado y distribuido en las carretillas.
- Mediante observación directa, se necesitó 43 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 95seg. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calcula el tiempo promedio de los 8 lateros, 3 carretilleros y 2 llenadores de material que son: 10seg c/u, 9seg c/u y 7seg c/u respectivamente.
- Dicha actividad se terminó después de 2h 52min

#### Cálculo de la productividad del solado 4"

Para esta partida se necesitó 76m<sup>2</sup> de concreto con un espesor de 0.1m lo que se tiene 7.6m<sup>3</sup> de concreto con proporción c: h = 1: 16

De acuerdo a la proporción y resistencia del concreto, por cada tanda, se colocó media bolsa de cemento por 8 baldes de hormigón y 1 balde de agua.

### Análisis por cuadrilla

Tabla 37: tiempo promedio de las cuadrillas

Trompo Mezclador			lateros de agregado (8)		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	97	97	1	10	10
2	99	196	2	8	18
3	95	291	3	8	26
4	90	381	4	12	38
5	95	476	5	11	49
6	92	568	6	10	59
7	92	660	7	8	67
8	95	755	8	10	77
9	95	850	9	10	87
10	100	950	10	10	97
11	97	1047	11	8	105
12	91	1138	12	9	114
13	96	1234	13	10	124
14	98	1332	14	9	133
15	93	1425	15	12	145
16	91	1516	16	12	157
17	100	1616	17	11	168
18	100	1716	18	10	178
19	95	1811	19	11	189
20	91	1902	20	12	201
21	92	1994	21	12	213
22	100	2094	22	11	224
23	99	2193	23	9	233
24	95	2288	24	9	242
25	99	2387	Promedio	10 seg	
26	98	2485			
27	93	2578			
28	100	2678			
29	90	2768			
Prom.	95 seg				

carretillas de concreto (3)			llenado de material (2)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	6	6	1	7	7
2	10	16	2	5	12
3	6	22	3	9	21
4	10	32	4	8	29
5	12	44	5	6	35
6	10	54	6	9	44
7	12	66	7	9	53
8	7	73	8	8	61
9	7	80	9	8	69
10	8	88	10	6	75
11	10	98	11	6	81
12	7	105	12	5	86
13	8	113	13	7	93
14	10	123	14	6	99
15	12	135	Prom.	7 seg	
16	6	141			
17	6	147			
18	9	156			
Prom.	9 seg				

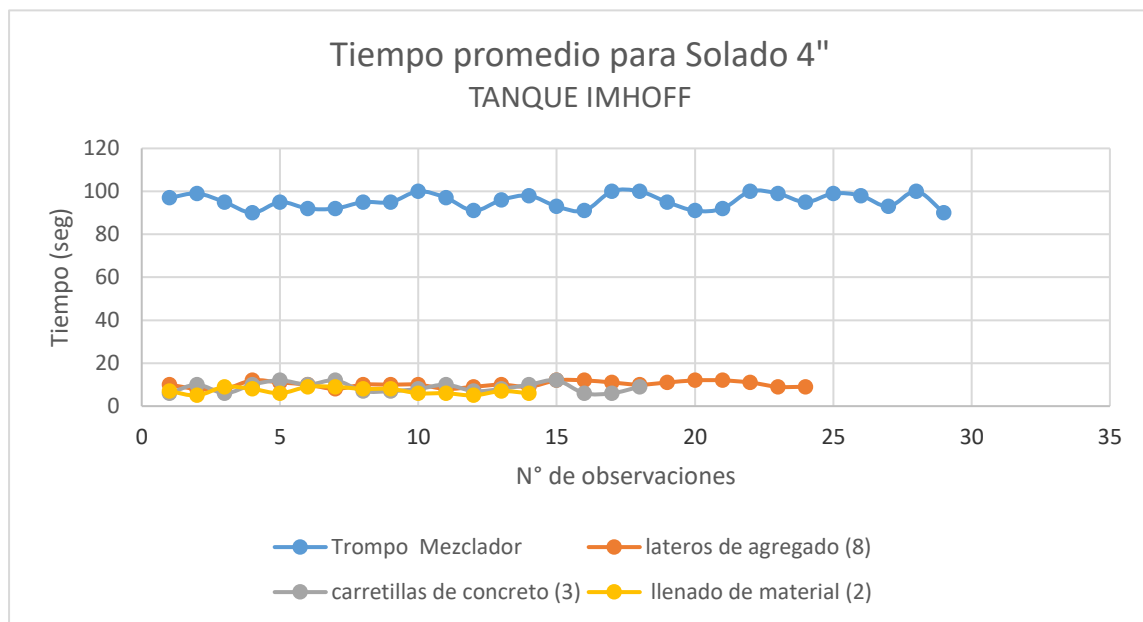


Figura 32 : Tiempo promedio para solado 4" – TANQUE IMHOFF

El trabajo total se realizó en 2h 52min = 172 min

❖ Del trompo mezclador

✓ Tiempo productivo = (43) x (1.58min) = **68.08 min**

✓ Tiempo contributorio y no contributorio = 172 – 68.08 = **103.92 min**

❖ De los 8 peones que transportan la arena y la piedra

✓ Esta actividad se realizó en 0.17min por peón

✓ Tiempo contributorio = 43 x 0.17min x 8 = **57.33min**

- ❖ De los 3 carretilleros que llevan la mezcla de concreto
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.15min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $43 \times 0.15\text{min} \times 3\text{carretillas} = \mathbf{19.35 \text{ min}}$
- ❖ De los 2 llenadores de material
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.12min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $43 \times 0.12\text{min} \times 2 = \mathbf{10.03 \text{ min}}$
- ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó la nivelación, y recepción de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{6.81\text{min}}$
- ❖ El trabajo no contributorio es =  $10.92\text{min} - 93.53\text{min} = \mathbf{10.39 \text{ min}}$

Tabla 38: Distribución de la productividad

Tiem. Total		Distribución de la productividad		
172 min				
Tipo de Trabajador	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	68.08			<b>68.08</b>
Lateros		57.33		<b>57.33</b>
Carretilleros		19.35		<b>19.35</b>
Llenadores de material		10.03		<b>10.03</b>
Nivelación y reglado		6.81		<b>6.81</b>
<b>Total</b>	<b>68.08</b>	<b>93.53</b>	<b>10.39</b>	<b>172.00</b>
<b>%</b>	<b>40%</b>	<b>54%</b>	<b>6%</b>	<b>100%</b>

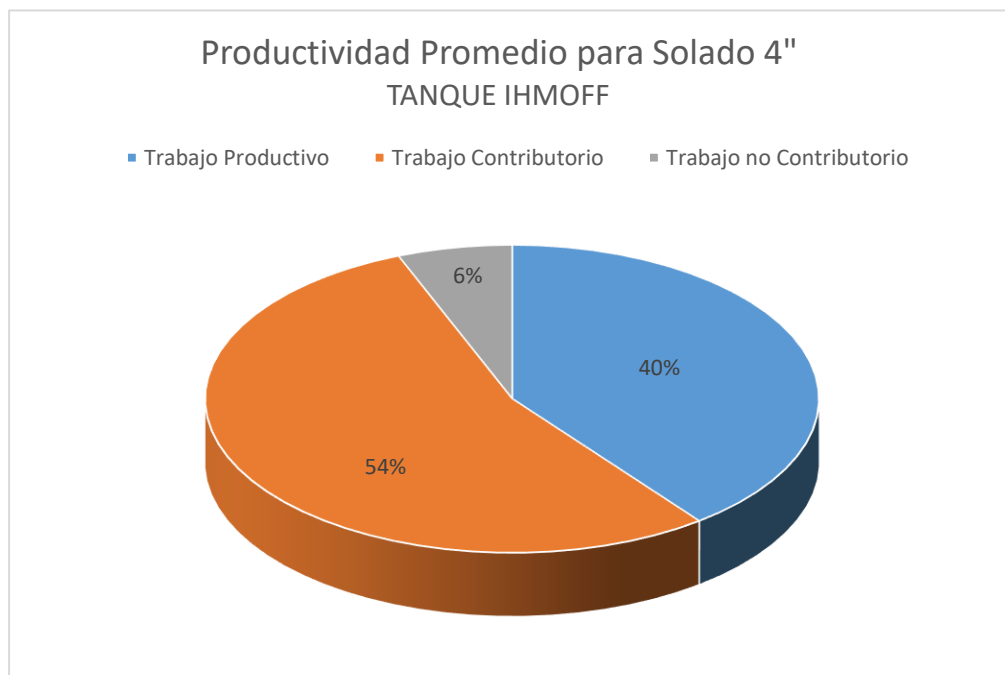


Figura 33 : Productividad promedio para solado 4" – TANQUE IMHOFF

### ✚ Cálculo del Rendimiento del solado 4”

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la actividad.
- Esta actividad se calculó tomando en cuenta el lado más largo de la estructura, dividiéndola en partes iguales de 1m cada una, teniendo así una medida de 6.20m2.
- El tiempo para cada una de las medidas, se calculó con un cronometro digital de mano.

Tabla 39: Calculo del rendimiento del solado 4”

ACTIVIDAD N°1: SOLADO E=4"								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m2)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m2)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	6.20	0.25	00:15:25	1	1	14	4.00	0.65
2	6.20	0.28	00:17:26	1	1	14	4.53	0.73
3	6.20	0.22	00:13:51	1	1	14	3.47	0.56
4	6.20	0.27	00:16:12	1	1	14	4.27	0.69
5	6.20	0.25	00:15:08	1	1	14	4.00	0.65
6	6.20	0.27	00:16:27	1	1	14	4.27	0.69
7	6.20	0.23	00:14:38	1	1	14	3.73	0.60
8	6.20	0.22	00:13:49	1	1	14	3.47	0.56
9	6.20	0.27	00:16:05	1	1	14	4.27	0.69
10	6.20	0.23	00:14:38	1	1	14	3.73	0.60

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N° de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

Rendimiento Promedio 0.641 HH/m2

**Desviación Estandar 0.059**

**Coficiente de Variación 0.092**

**Factor de Incremento 0.064**

Rendimiento real 0.682 HH/m2

### **Actividad N°02: losa del tanque imhoff**

- La actividad se realiza el día 01/03/21 desde las 8:20 am hasta las 12:30pm.
- El vaciado de concreto se hizo con ayuda de dos trompos mezclador, un vibrador de concreto y herramientas manuales como palanas, cordel, badilejo y reglas de aluminio.
- El concreto se vierte, en una rampa de madera que va directo al piso de la estructura, se recepciona y distribuye mediante las carretillas.
- Mediante la observación directa en campo, se necesitó 126 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.05min. en mezclar y vaciar el concreto.

- También con observación directa se calculó el tiempo promedio de los 8 lateros de concreto, 2 lateros de material y un carretillero que son: 7seg c/u, 5seg c/u, y 6seg c/u respectivamente.
- Dicha actividad se terminó después de 4h 10min.

### **Cálculo de la productividad de la losa**

Para esta actividad se necesitó 24.70 m<sup>3</sup> de concreto armado con proporción c: a: p = 1:2:2 f'c= 210kg/cm<sup>2</sup> De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.

### **Análisis por cuadrilla**

*Tabla 40: tiempo promedio de las cuadrillas*

<u>llenado de agregado (2)</u>			<u>carretillas de concreto (1)</u>		
<u>N° de obs.</u>	<u>tiempo (seg)</u>	<u>acumulado</u>	<u>N° de obs.</u>	<u>tiempo (seg)</u>	<u>acumulado</u>
1	5	5	1	5	5
2	5	10	2	7	12
3	6	16	3	5	17
4	5	21	4	7	24
5	5	26	5	6	30
6	6	32	6	5	35
7	5	37	7	7	42
8	6	43	8	5	47
9	5	48	9	7	54
10	5	53	10	5	59
11	6	59	11	6	65
12	5	64	12	6	71
13	5	69	13	7	78
14	5	74	14	7	85
15	6	80	15	5	90
16	5	85	16	5	95
17	5	90	17	5	100
18	6	96	18	7	107
19	5	101	19	7	114
20	5	106	20	7	121
21	6	112	21	5	126
22	5	117	22	5	131
23	6	123	Prom.	6 seg	
24	6	129		6	
25	6	135			
26	5	140			
27	6	146			
28	5	151			
29	5	156			
Prom.	5 seg				

Trompo mezclador A		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado
1	62	62
2	64	126
3	58	184
4	64	248
5	56	304
6	62	366
7	58	424
8	61	485
9	55	540
10	57	597
11	62	659
12	60	719
13	61	780
14	55	835
15	53	888
16	63	951
17	54	1005
18	55	1060
19	55	1115
20	61	1176
21	59	1235
22	55	1290
23	63	1353
24	59	1412
25	60	1472
26	65	1537
27	53	1590
28	61	1651
29	60	1711
30	57	1768
31	59	1827
32	64	1891
33	58	1949
34	56	2005
35	62	2067
36	55	2122
37	65	2187
38	56	2243
39	59	2302
40	53	2355
41	61	2416
42	65	2481
43	56	2537
44	59	2596
prom	59 seg	

Trompo mezclador B		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado
1	73	73
2	73	146
3	62	208
4	70	278
5	61	339
6	63	402
7	69	471
8	67	538
9	62	600
10	63	663
11	66	729
12	69	798
13	65	863
14	64	927
15	70	997
16	70	1067
17	63	1130
18	73	1203
19	68	1271
20	72	1343
21	63	1406
22	73	1479
23	69	1548
24	62	1610
25	71	1681
26	64	1745
27	72	1817
28	67	1884
29	64	1948
30	68	2016
31	66	2082
32	71	2153
33	66	2219
34	61	2280
35	72	2352
prom	67 seg	

lateros de agregado (8)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	8	8
2	7	15
3	6	21
4	8	29
5	8	37
6	7	44
7	6	50
8	6	56
9	8	64
10	6	70
11	8	78
12	6	84
13	8	92
14	8	100
15	8	108
16	7	115
17	6	121
18	7	128
19	6	134
20	6	140
21	8	148
22	8	156
23	7	163
24	8	171
25	6	177
26	7	184
27	6	190
28	7	197
29	6	203
30	7	210
31	8	218
32	6	224
33	7	231
34	7	238
35	6	244
36	7	251
37	6	257
38	8	265
39	8	273
Promedio	7 seg	

**Tiempo promedio mezcladoras 63seg**

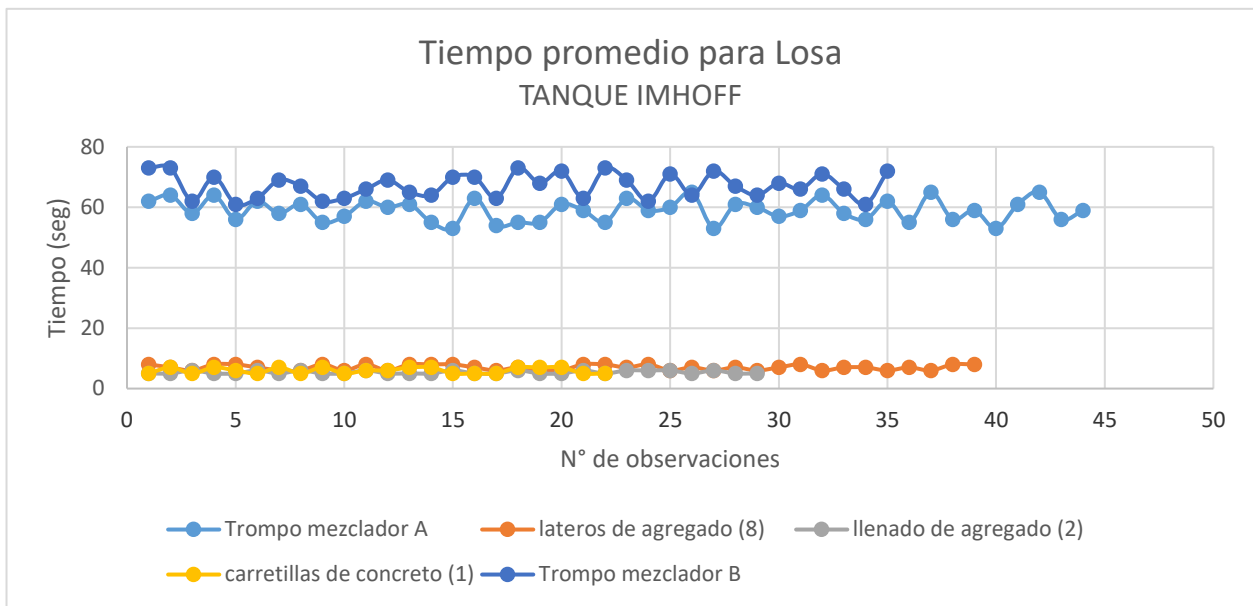


Figura 34: Tiempo promedio para losa – TANQUE IMHOFF

El trabajo total se realizó en 4h 10min = 250 min.

- ❖ Del trompo mezclador
  - ✓ Tiempo productivo =  $(126) \times (1.05\text{min}) = \mathbf{66.15 \text{ min}}$
  - ✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $250 - 66.15 = \mathbf{183.85 \text{ min}}$
- ❖ De los 8 peones que transportan el agregado
  - ✓ Esta actividad se realizó en 0.12min por peón
  - ✓ Tiempo contributorio =  $126 \times 0.12\text{min} \times 8 = \mathbf{117.60 \text{ min}}$
- ❖ De los 2 peones que llenan material
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.08min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $126 \times 0.08\text{min} \times 2 = \mathbf{21 \text{ min}}$
- ❖ Del peón que traslada el concreto en carretilla
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.10min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $126 \times 0.10\text{min} \times 1 = \mathbf{12.60 \text{ min}}$
- ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó la nivelación, realiza el vibrado y recepción de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{6.62 \text{ min}}$
- ❖ El trabajo no contributorio total para esta actividad es =  $183.85 \text{ min} - 164.43\text{min} = \mathbf{19.42\text{min}}$



Tabla 41 : Distribución de la productividad

Tiem.Total	250 min	Distribución de la productividad		
		Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio
		66.15		66.15
			117.60	117.60
			21.00	21.00
			12.60	12.60
			6.62	6.62
			6.62	6.62
		<b>66.15</b>	<b>164.43</b>	<b>19.42</b>
		<b>26%</b>	<b>66%</b>	<b>8%</b>
				<b>250.00</b>

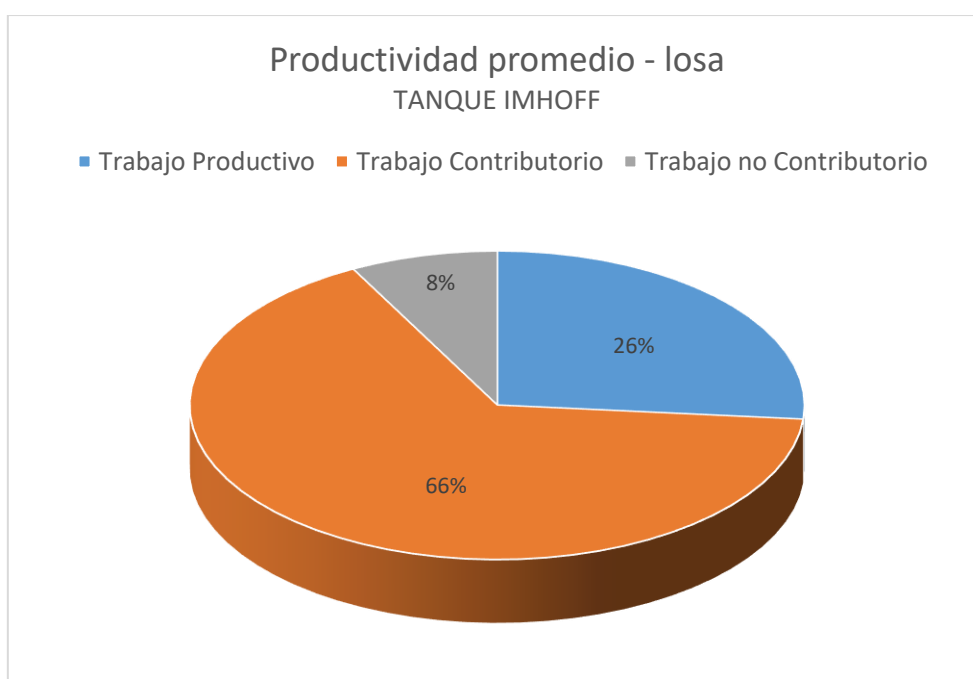


Figura 35: Productividad promedio para losa – TANQUE IMHOFF

#### 🔧 Cálculo del rendimiento de la losa

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la ejecución de esta actividad.
- En la losa se realizó el cálculo de concreto en la zapata de cada lado de la estructura, hasta nivel de la losa, luego se calcula el mismo dividiendo en partes iguales de 1m todo el largo de la losa.
- El tiempo para cada una de las observaciones, se calculó con un cronometro digital de mano.

Tabla 42: Cálculo del rendimiento de la losa

ACTIVIDAD N°2: LOSA								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	3	0.50	00:30:35	2	2	15	9.50	3.17
2	3	0.53	00:32:21	2	2	15	10.13	3.38
3	3	0.47	00:28:29	2	2	15	8.87	2.96
4	1.5	0.28	00:15:44	2	2	15	5.38	3.59
5	3.1	0.55	00:31:58	2	2	15	10.45	3.37
6	3.1	0.53	00:32:32	2	2	15	10.13	3.27
7	3.1	0.50	00:30:46	2	2	15	9.50	3.06
8	3.1	0.52	00:31:28	2	2	15	9.82	3.17

Rendimiento Promedio 3.245 HH/m3

Desviación Estandar 0.200

Coeficiente de Variación 0.062

Factor de Incremento 0.084

Rendimiento real 3.518 HH/m3

$$Rendimiento = \frac{N^{\circ} \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

### Actividad N° 03: Muro del tanque imhoff

- La actividad se realiza el día 06/03/21 desde las 8:25 am hasta las 12:15m.
- Al vaciado de concreto se hizo con ayuda de un tropo mezclador, un vibrador de concreto, carretillas y herramientas manuales como palanas y badilejos.
- El concreto se vierte, recepciona y distribuye mediante carretillas las cuales recorrían una rampa de madera que va directo a la estructura.
- Mediante la observación directa en campo, se necesitó 96 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 0.95min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calcula el tiempo promedio de los 8 lateros de agregado, 5 carretilleros y 4 llenadores de material que son: 6seg c/u, 7seg c/u, y 5seg c/u respectivamente.
- Se tuvo retrasos en la actividad debido al desabastecimiento de bolsas de cemento
- Dicha actividad se terminó después de 3h 50min.

### Cálculo de la productividad del muro

Para esta actividad se necesito 18.80 m3 de concreto armado con proporción c: a: p = 1:2:2 f'c= 210kg/cm2.

De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.

### Análisis por cuadrilla

Tabla 43: tiempo promedio de las cuadrillas

Trompo mezclador A			Trompo mezclador B			Lateros de agregado (8)		
Nº de tandas	tiempo (seg)	acumulado	Nº de tandas	tiempo (seg)	acumulado	Nº de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	54	54	1	62	62	1	6	6
2	59	113	2	58	120	2	5	11
3	56	169	3	59	179	3	6	17
4	55	224	4	60	239	4	6	23
5	56	280	5	55	294	5	7	30
6	57	337	6	54	348	6	7	37
7	50	387	7	58	406	7	5	42
8	51	438	8	55	461	8	5	47
9	53	491	9	64	525	9	5	52
10	50	541	10	61	586	10	6	58
11	59	600	11	56	642	11	6	64
12	56	656	12	57	699	12	7	71
13	57	713	13	60	759	13	7	78
14	59	772	14	56	815	14	5	83
15	60	832	15	60	875	15	6	89
16	54	886	16	58	933	16	5	94
17	57	943	17	62	995	17	7	101
18	51	994	18	59	1054	18	7	108
19	58	1052	19	56	1110	19	6	114
20	57	1109	20	62	1172	20	7	121
21	53	1162	21	64	1236	21	5	126
22	53	1215	22	64	1300	22	6	132
23	57	1272	23	57	1357	23	7	139
24	50	1322	24	56	1413	24	7	146
25	57	1379	25	64	1477	Prom.	6 seg	
26	59	1438	26	54	1531			
27	56	1494	27	62	1593			
28	57	1551	prom.	59 seg				
29	55	1606						
30	52	1658						
31	53	1711						
32	59	1770						
prom.	55 seg							

**Tiempo promedio mezcladoras 57seg**

carretillas de concreto (5)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	6	6
2	7	13
3	8	21
4	6	27
5	8	35
6	8	43
7	6	49
8	6	55
9	8	63
10	6	69
11	6	75
12	7	82
13	8	90
14	8	98
15	6	104
16	7	111
17	6	117
Prom.	7 seg	

llenado de agregado (4)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	4	4
2	6	10
3	4	14
4	6	20
5	4	24
6	5	29
7	5	34
8	4	38
9	6	44
10	6	50
11	5	55
12	6	61
13	6	67
14	5	72
15	4	76
16	6	82
17	4	86
Prom.	5 seg	

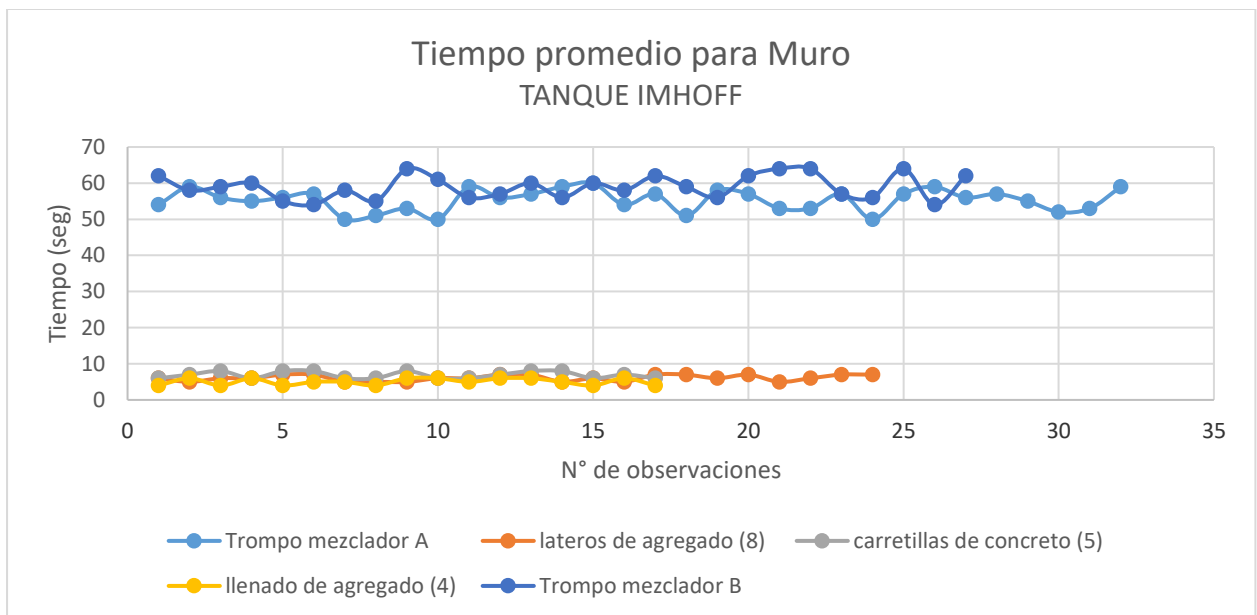


Figura 36 : Tiempo promedio para Muro – TANQUE IMHOFF

El trabajo total se realizó en 3h 50min= 230 min

❖ Del trompo mezclador

✓ Tiempo productivo = (96) x (0.95min) = **45.60 min**

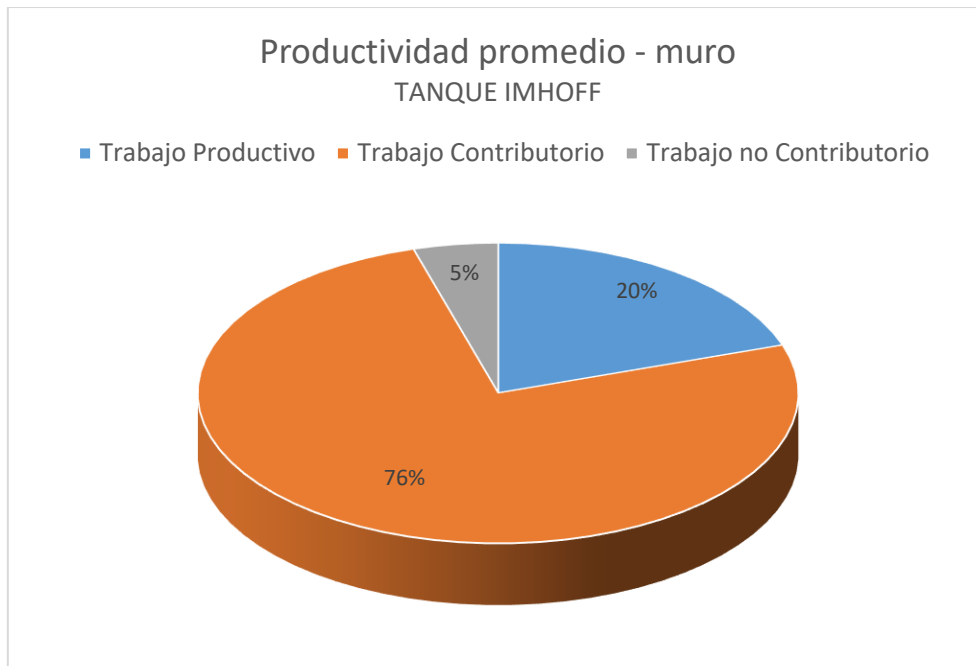
✓ Tiempo contributorio y no contributorio = 230– 45.60 = **184.40min**

❖ De los 8 peones que transportan el agregado

- ✓ Esta actividad se realizó en 0.10min por peón
- ✓ Tiempo contributorio =  $96 \times 0.10\text{min} \times 8 = 76.80 \text{ min}$
- ❖ De los 5 peones carretilleros
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.12min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $96 \times 0.12\text{min} \times 5 = 56.00 \text{ min}$
- ❖ De los 4 peones llenadores de material
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.08min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $96 \times 0.08\text{min} \times 4 = 32.00\text{min}$
- ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó el vibrado y recepción de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio = **5.56min**
- ❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $184.40\text{min} - 173.92\text{min} = 10.48\text{min}$

*Tabla 44: Distribución de la productividad*

<i>Tiem.Total</i>	<b>Distribución de la productividad</b>			
230 min	<b>Trabajo Productivo</b>	<b>Trabajo Contributorio</b>	<b>Trabajo no Contributorio</b>	
Mezcladora	45.60			<b>45.60</b>
lateros		76.80		<b>76.80</b>
carretillero		56.00		<b>56.00</b>
llenadores de material		32.00		<b>32.00</b>
nivelación y reglado		4.56		<b>4.56</b>
vibrador y recepción		4.56		<b>4.56</b>
<b>Total</b>	<b>45.60</b>	<b>173.92</b>	<b>10.48</b>	<b>230.00</b>
<b>%</b>	<b>20%</b>	<b>76%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>



*Figura 37: Productividad promedio para muro – TANQUE IMHOFF*

#### **✚ Cálculo del rendimiento del muro**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la ejecución de esta actividad.
- En el muro se realiza la medida de concreto por cada cara de la estructura, tomando 1m de altura por cada una de ellas, con uso de un marcador se señaló la altura medida.
- Con la ayuda de un martillo de goma se precisa dicha medida.
- El tiempo para cada una de las observaciones, se calculó con un cronometro digital de mano.

Tabla 45 : Calculo del rendimiento del muro

ACTIVIDAD N°3: MURO								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
7	2.61	0.50	00:30:28	2	1	20	11.50	4.41
8	1.3	0.28	00:17:42	2	1	20	6.52	5.01
9	2.61	0.52	00:31:21	2	1	20	11.88	4.55
10	1.3	0.25	00:15:48	2	1	20	5.75	4.42
11	2.61	0.48	00:29:47	2	1	20	11.12	4.26
12	1.3	0.23	00:14:28	2	1	20	5.37	4.13
13	2.61	0.53	00:32:12	2	1	20	12.27	4.70
14	1.3	0.27	00:16:20	2	1	20	6.13	4.72

Rendimiento Promedio 4.525 HH/m3

**Desviación Estandar 0.283**

**Coefficiente de Variación 0.062**

**Factor de Incremento 0.048**

Rendimiento real 4.741 HH/m3

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N° de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Produccion diaria}}$$

### Estructura N° 04: Filtro biológico

#### Partida N°01: Solado 4" del filtro biológico

- Para esta actividad se realizó el acarreo de material (cemento y agregados) días previos al vaciado de concreto.
- La actividad se realizó el día 18/02/21 desde las 3:50pm hasta las 5.05pm.
- El vaciado de concreto se hizo con ayuda de un tropo mezclador, carretillas y herramientas manuales tales como reglas de aluminio, badilejos y palanas.
- El concreto fue vertido en una rampa de madera que va directo a la estructura, donde es recepcionado y distribuido en las carretillas a los puntos alejados del solado.
- Mediante observación directa, se necesitó 18 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.75min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calculó el tiempo promedio de los 8 lateros, 3 carretilleros y 2 llenadores de material que son: 10seg c/u, 9seg c/u y 8seg c/u respectivamente.
- Existió retrasos en esta actividad por la extracción de agua con motobomba debido a las excesivas lluvias.
- Dicha actividad se terminó después de 1h 15min.

#### Cálculo de la productividad del solado 4"

Para esta partida se necesitó 32.80m<sup>3</sup> de concreto con un espesor de 0.1m lo que se tiene 3.28m<sup>3</sup> de concreto con proporción c: h = 1: 16

De acuerdo a la proporción y resistencia del concreto, por cada tanda, se colocó media bolsa de cemento por 8 baldes de hormigón y 1 balde de agua.

### Análisis por cuadrilla

Tabla 46: tiempo promedio de las cuadrillas

Trompo Mezclador			lateros de agregado (8)		
Nº de tandas	tiempo (seg)	acumulado	Nº de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	103	103	1	8	8
2	103	206	2	10	18
3	105	311	3	11	29
4	102	413	4	10	39
5	104	517	5	8	47
6	110	627	6	11	58
7	108	735	7	9	67
8	108	843	8	10	77
9	107	950	9	8	85
10	105	1055	10	10	95
11	106	1161	16	8	103
12	103	1264	17	12	115
13	110	1374	18	9	124
14	99	1473	19	8	132
15	111	1584	20	12	144
16	100	1684	21	12	156
Prom.	105		22	8	164
	seg		23	12	176
			Prom.	10 seg	

carretillas de concreto (3)			llenado de agregado (2)		
Nº de obs.	tiempo (seg)	acumulado	Nº de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	11	11	1	8	8
2	10	21	2	8	16
3	7	28	3	6	22
4	8	36	4	8	30
5	10	46	5	8	38
6	8	54	6	8	46
7	10	64	7	7	53
8	10	74	8	6	59
9	8	82	9	6	65
10	10	92	10	7	72
11	7	99	11	10	82
12	7	106	12	6	88
Prom.	9 seg		13	10	98
			14	7	105
			15	10	115
			16	10	125
			17	8	133
			Prom.	8 seg	



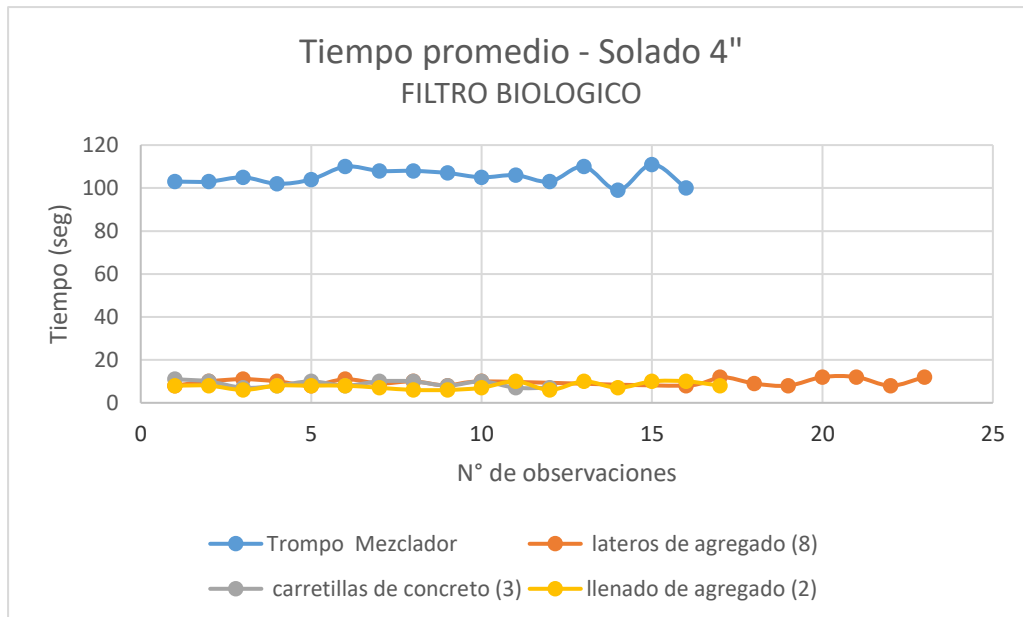


Figura 38 : Tiempo promedio para solado 4” – FILTRO BIOLÓGICO

El trabajo total se realizó en 1h 25min = 75 min

❖ Del trompo mezclador

✓ Tiempo productivo =  $(18) \times (1.75\text{min}) = \mathbf{31.50 \text{ min}}$

✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $75 - 31.50 = \mathbf{43.50 \text{ min}}$

❖ De los 8 peones que transportan la arena y la piedra

✓ Esta actividad se realizó en 0.17min por peón

✓ Tiempo contributorio =  $18 \times 0.17\text{min} \times 8 = \mathbf{24\text{min}}$

❖ De los 3 carretilleros que llevan la mezcla de concreto

✓ El trabajo se realizó en 0.15min por carretillero

✓ Tiempo contributorio =  $18 \times 0.15\text{min} \times 3\text{carretillas} = \mathbf{8.10 \text{ min}}$

❖ De los 2 llenadores de material

✓ El trabajo se realizó en 0.13min por carretillero

✓ Tiempo contributorio =  $18 \times 0.13\text{min} \times 2 = \mathbf{4.80 \text{ min}}$

❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó el nivelado, y recepción de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.

✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{3.15\text{min}}$

❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $43.50\text{min} - 40.05\text{min} = \mathbf{3.45\text{min}}$

Tabla 47: Distribución de la productividad

Tiem.Total 75 min		Distribución de la productividad		
Tipo de Trabajador	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	31.50			<b>31.50</b>
Lateros		24.00		<b>24.00</b>
Carretilleros		8.10		<b>8.10</b>
Llenadores de material		4.80		<b>4.80</b>
Nivelación y reglado		3.15		<b>3.15</b>
<b>Total</b>	<b>31.50</b>	<b>40.05</b>	<b>3.45</b>	<b>75.00</b>
<b>%</b>	<b>42%</b>	<b>53%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>

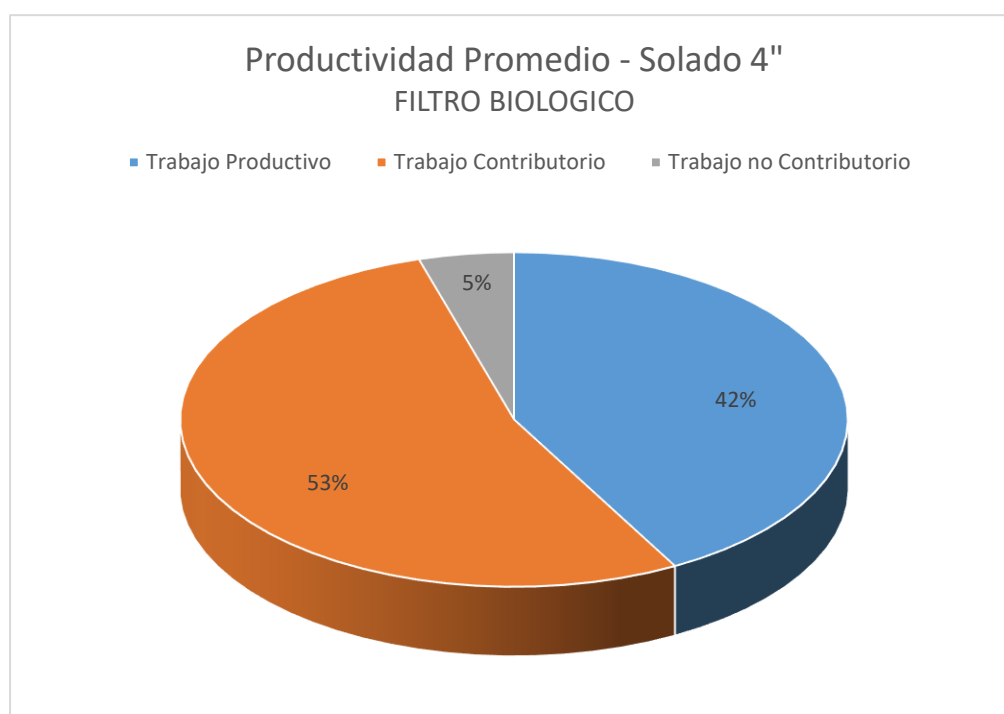


Figura 39 : Productividad promedio para solado 4'' – FILTRO BIOLÓGICO

#### 🔧 Cálculo del Rendimiento para solado 4''

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la actividad.
- Esta actividad se calcula por el lado más largo de la estructura, dividiéndola en partes iguales de 1m cada una, teniendo así una medida de 4.90m<sup>2</sup>.
- El tiempo para cada una de las medidas, se calculó con un cronometro digital de mano.

Tabla 48: Cálculo del rendimiento para solado 4''

ACTIVIDAD N°1: SOLADO E=4''								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m2)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m2)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	4.90	0.17	00:10:12	1	1	14	2.67	0.54
2	4.90	0.18	00:11:31	1	1	14	2.93	0.60
3	4.90	0.20	00:12:41	1	1	14	3.20	0.65
4	4.90	0.17	00:10:29	1	1	14	2.67	0.54
5	4.90	0.22	00:13:05	1	1	14	3.47	0.71
6	4.90	0.15	00:09:24	1	1	14	2.40	0.49

01:07:22

Rendimiento Promedio

0.590 HH/m2

**Desviación Estandar**

**0.073**

**Coefficiente de Variación**

**0.124**

**Factor de Incremento**

**0.048**

Rendimiento real

0.618 HH/m2

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{N}^\circ \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{\text{Producción diaria}}$$

### Actividad N°02: losa del filtro biológico

- La actividad se realizó el día 01/03/21 desde las 4:15pm hasta las 6:20pm.
- El vaciado de concreto se hizo con ayuda de dos trompos mezclador, un vibrador de concreto y herramientas manuales como palanas y reglas de concreto.
- El concreto se vierte, en una rampa de madera que va directo al piso de la estructura, se recibe y distribuye mediante palanas.
- Mediante la observación directa en campo, se necesitó 51 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.12min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calcula el tiempo promedio de los 8 lateros de concreto y 2 lateros de material que son: 6seg c/u, 6seg c/u, respectivamente.
- Dicha actividad se terminó después de 2h 5min.

### Cálculo de la productividad de la losa

Para esta actividad se necesitó 9.7 m3 de concreto armado con proporción c: a: p = 1:2:2 f'c= 210kg/cm2

De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.

## Análisis por cuadrilla

*Tabla 49: tiempo promedio de las cuadrillas*

Trompo mezclador			lateros de agregado (8)			llenado de agregado (2)		
N° de tandas	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	66	66	1	5	5	1	6	6
2	65	131	2	7	12	2	6	12
3	69	200	3	6	18	3	5	17
4	67	267	4	6	24	4	7	24
5	62	329	5	5	29	5	7	31
6	70	399	6	5	34	6	6	37
7	63	462	7	5	39	7	5	42
8	71	533	8	7	46	8	5	47
9	72	605	9	7	53	9	6	53
10	71	676	10	5	58	10	6	59
11	67	743	11	7	65	11	5	64
12	66	809	12	6	71	12	5	69
13	68	877	13	5	76	13	6	75
14	62	939	14	7	83	14	5	80
15	64	1003	15	6	89	15	7	87
16	63	1066	16	6	95	16	5	92
17	66	1132	17	5	100	17	5	97
18	69	1201	18	6	106	18	6	103
19	64	1265	19	7	113	19	6	109
20	62	1327	20	7	120	20	7	116
21	67	1394	21	6	126	<hr/>		
22	69	1463	22	5	131	Prom.	6 seg	
23	70	1533	23	7	138	<hr/>		
24	69	1602	Promedio 6 seg					
25	66	1668						
26	71	1739						
27	65	1804						
28	63	1867						
29	68	1935						
<hr/>								
prom	67 seg							

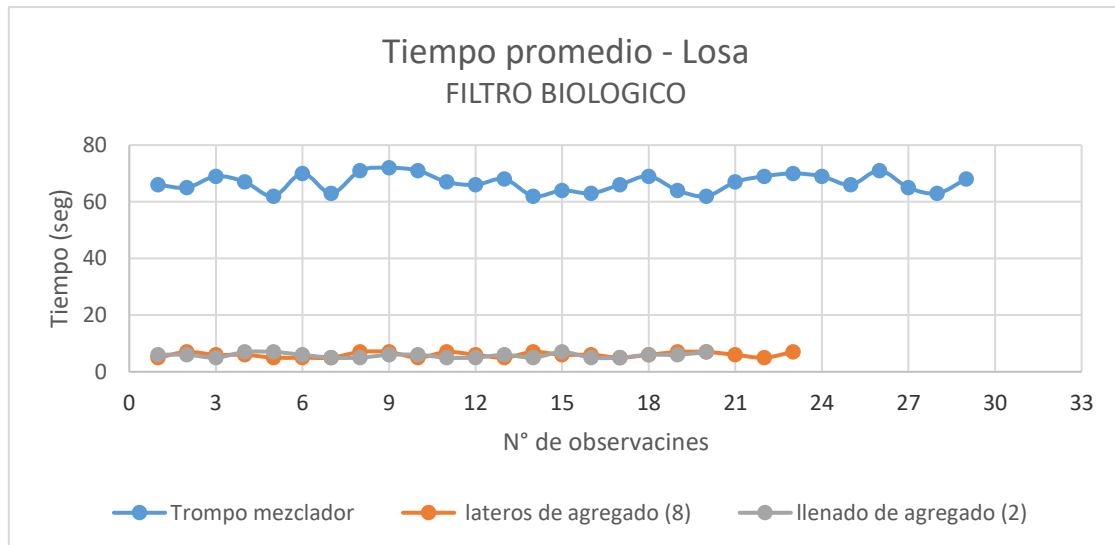


Figura 40: Tiempo promedio para losa – FILTRO BIOLÓGICO

El trabajo total se realizó en 2h 5min = 125 min.

❖ Del trompo mezclador

✓ Tiempo productivo =  $(51) \times (1.12\text{min}) = \mathbf{56.95 \text{ min}}$

✓ Tiempo contributorio y no contributorio =  $125 - 56.95 = \mathbf{68.05 \text{ min}}$

❖ De los 8 peones que transportan el agregado

✓ Esta actividad se realizó en 0.10min por peón

✓ Tiempo contributorio =  $51 \times 0.10\text{min} \times 8 = \mathbf{40.80 \text{ min}}$

❖ De los 2 peones que llenan material

✓ El trabajo se realizó en 0.10min por carretillero

✓ Tiempo contributorio =  $51 \times 0.10\text{min} \times 2 = \mathbf{10.20 \text{ min}}$

❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla y realizó la nivelación de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.

✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{5.70\text{min}}$

❖ El trabajo no contributorio total para esta actividad es =  $68.05\text{min} - 62.39\text{min} = \mathbf{5.66\text{min}}$

Tabla 50 : Distribución de la productividad

Tiem.Total 125 min		Distribución de la productividad		
Tipo de Trabajador	Trabajo Productivo	Trabajo Contributorio	Trabajo no Contributorio	
Mezcladora	56.95			<b>56.95</b>
Lateros		40.80		<b>40.80</b>
llenadores de material		10.20		<b>10.20</b>
nivelación y reglado		5.70		<b>5.70</b>
vibrador y recepción		5.70		<b>2.70</b>
<b>Total</b>	<b>56.95</b>	<b>62.39</b>	<b>5.66</b>	<b>125.00</b>
<b>%</b>	<b>46%</b>	<b>50%</b>	<b>5%</b>	<b>100%</b>

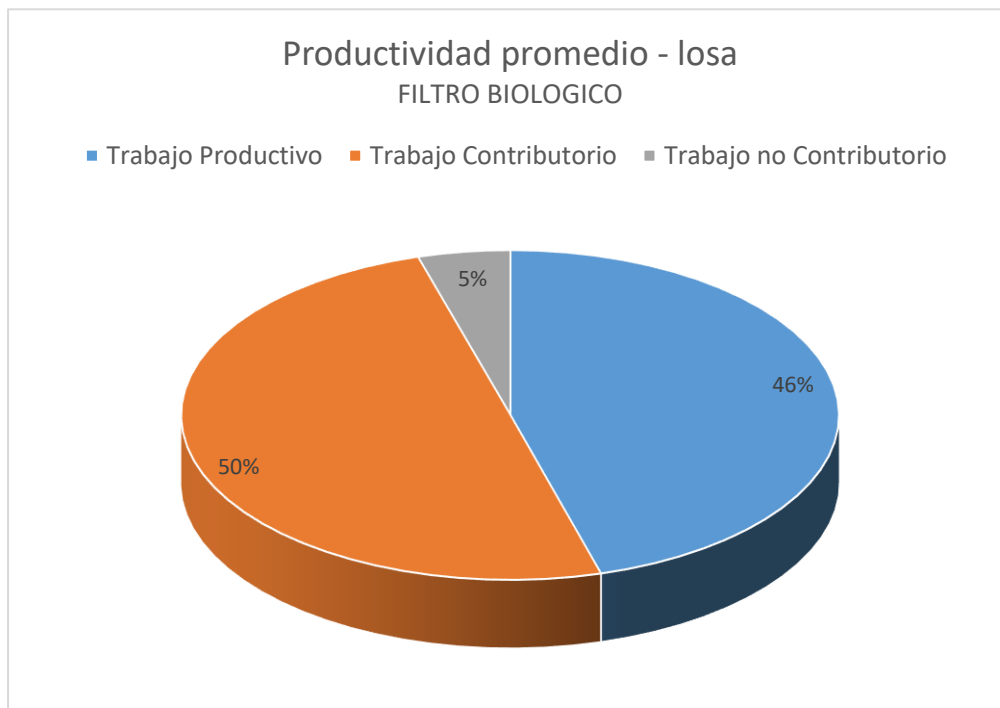


Figura 41: Productividad promedio para losa – FILTRO BIOLÓGICO

#### **+ Cálculo del rendimiento de la losa**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la ejecución de esta actividad.
- En la losa se realiza el cálculo de concreto en la zapata de cada lado de la estructura, hasta nivel de la losa, luego se calcula el mismo dividiendo en partes iguales de 1m todo el largo de la losa.

- El tiempo para cada una de las observaciones, se calculó con un cronometro digital de mano.

Tabla 51: Cálculo de rendimiento de la losa

ACTIVIDAD N°2: LOSA								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
1	1.95	0.40	00:24:46	2	2	14	7.20	3.69
2	0.83	0.15	00:09:12	2	2	14	2.70	3.25
3	1.95	0.40	00:24:15	2	2	14	7.20	3.69
4	0.83	0.17	00:10:47	2	2	14	3.00	3.61
5	0.49	0.10	00:06:39	2	2	14	1.80	3.67
6	0.49	0.12	00:07:25	2	2	14	2.10	4.29
7	0.49	0.10	00:06:56	2	2	14	1.80	3.67
8	0.49	0.08	00:05:16	2	2	14	1.50	3.06
Rendimiento Promedio							3.618 HH/m3	
<b>Desviación Estandar</b>							<b>0.337</b>	
<b>Coficiente de Variación</b>							<b>0.093</b>	
<b>Factor de Incremento</b>							<b>0.047</b>	
Rendimiento real							3.790 HH/m3	

### Actividad N° 03: Muro del filtro biológico

- La actividad se realizó el día 08/03/21 desde las 3:30 pm hasta las 5:45pm.
- Al vaciado de concreto se hizo con ayuda de un tropo mezclador, un vibrador de concreto, carretillas y herramientas manuales como palanas.
- El concreto se vierte, recepciona y distribuye mediante carretillas por una rampa de madera que va directo a la estructura.
- Mediante la observación directa en campo, se necesitó 44 tandas de concreto para realizar la tarea.
- Se observó que, por cada tanda de preparación de concreto, se necesitó en promedio 1.17min. en mezclar y vaciar el concreto.
- También con observación directa se calcula el tiempo promedio de los 8 lateros de agregado, 2 llenadores de material y 3 carretilleros que son: 6seg c/u, 5seg c/u, y 9seg c/u respectivamente.
- Dicha actividad se terminó después de 2h 15min.

## ✚ Cálculo de la productividad del muro

Para esta actividad se necito 8.5 m<sup>3</sup> de concreto armado con proporción c: a: p = 1:2:2

$f'c = 210 \text{ kg/cm}^2$

De acuerdo a la proporción y resistencia requerida, por cada tanda se necesitó: 1 bolsa de cemento, 4 baldes de arena, 4 baldes de piedra y 1 balde de agua.

### Análisis por cuadrilla

Tabla 52: tiempo promedio de las cuadrillas

Trompo mezclador			lateros de agregado (8)		
Nº de tandas	tiempo (seg)	acumulado	Nº de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	72	72	1	5	5
2	67	139	2	7	12
3	66	205	3	5	17
4	73	278	4	6	23
5	66	344	5	5	28
6	69	413	6	7	35
7	75	488	7	6	41
8	67	555	8	7	48
9	66	621	9	6	54
10	71	692	10	5	59
11	71	763	11	6	65
12	71	834	12	6	71
13	72	906	13	6	77
14	65	971	14	6	83
15	65	1036	15	6	89
16	68	1104	16	5	94
17	66	1170	17	6	100
18	67	1237	18	5	105
19	73	1310	19	6	111
20	75	1385	20	7	118
21	70	1455	21	6	124
22	73	1528	22	7	131
23	71	1599	23	6	137
24	75	1674	24	5	142
25	70	1744	25	7	149
26	73	1817			
27	72	1889	Promedio	6 seg	
28	72	1961			
29	69	2030			
30	71	2101			
31	67	2168			
32	68	2236			
33	68	2304			
34	74	2378			
35	73	2451			
36	68	2519			
37	73	2592			
prom	70 seg				



llenado de agregado (2)			carretillas de concreto (3)		
N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado	N° de obs.	tiempo (seg)	acumulado
1	5	5	1	9	9
2	6	11	2	8	17
3	6	17	3	11	28
4	4	21	4	9	37
5	5	26	5	8	45
6	5	31	6	9	54
7	5	36	7	11	65
8	4	40	8	8	73
9	6	46	9	7	80
10	6	52	10	11	91
11	6	58	11	10	101
12	5	63	12	8	109
13	6	69	13	7	116
14	6	75	14	11	127
15	6	81	15	11	138
16	6	87	16	7	145
17	5	92	17	10	155
18	6	98	Prom.	9 seg	
19	6	104			
20	6	110			
21	4	114			
Prom.	5 seg				

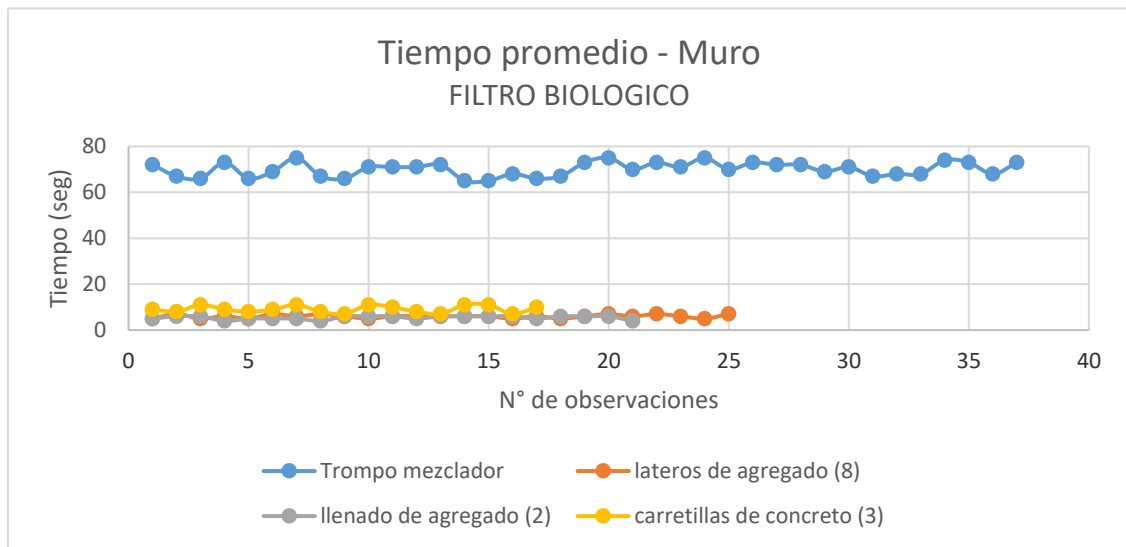


Figura 42 : Tiempo promedio para Muro – FILTRO BIOLÓGICO

El trabajo total se realizó en 2h 15min= 135 min

❖ Del trompo mezclador

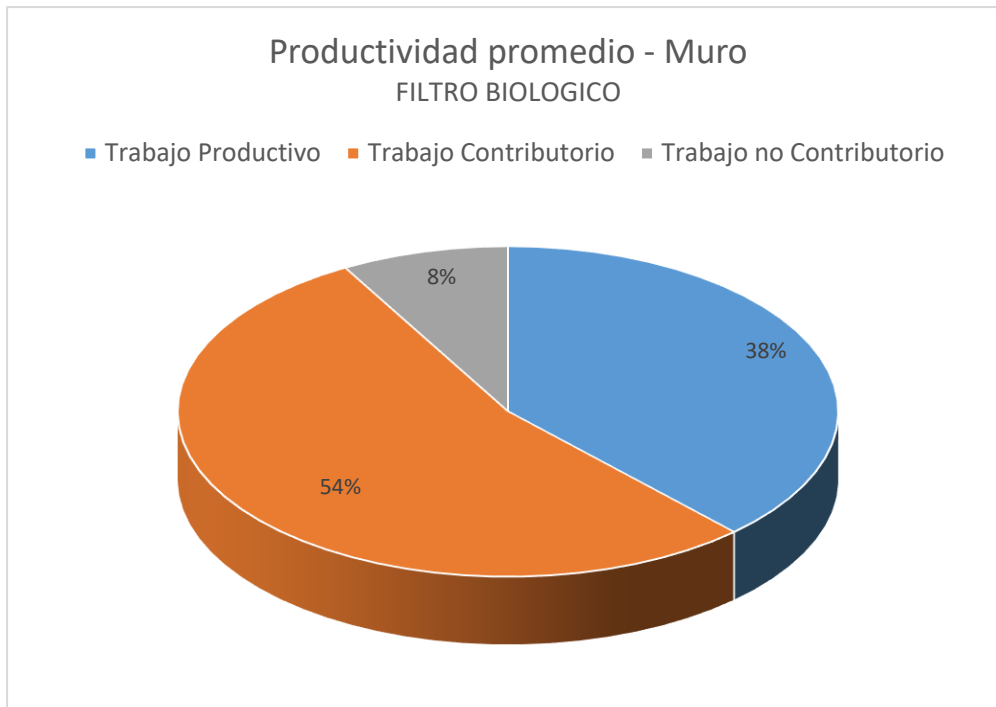
✓ Tiempo productivo = (44) x (1.17min) = **51.33 min**

✓ Tiempo contributorio y no contributorio = 135– 51.33 = **83.67min**

- ❖ De los 8 peones que transportan el agregado
  - ✓ Esta actividad se realizó en 0.10min por peón
  - ✓ Tiempo contributorio =  $44 \times 0.10\text{min} \times 8 = \mathbf{35.20 \text{ min}}$
- ❖ De los 2 peones llenadores de material
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.08min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $44 \times 0.08\text{min} \times 2 = \mathbf{7.33 \text{ min}}$
- ❖ De los 3 peones carretilleros
  - ✓ El trabajo se realizó en 0.15min por carretillero
  - ✓ Tiempo contributorio =  $44 \times 0.15\text{min} \times 3 = \mathbf{19.80 \text{ min}}$
- ❖ El trabajo del personal que recibió la mezcla, realizó el vibrado y recepción de la misma, se tiene de la observación directa que es aproximadamente un 10% del trabajo productivo.
  - ✓ Tiempo contributorio =  $\mathbf{5.13\text{min}}$
- ❖ El tiempo no contributorio total para esta actividad es =  $83.67\text{min} - 72.60\text{min} = \mathbf{11.07\text{min}}$

*Tabla 53: Distribución de la productividad*

<i>Tiem.Total</i> 135 min		<b>Distribución de la productividad</b>		
<b>Tipo de Trabajador</b>	<b>Trabajo Productivo</b>	<b>Trabajo Contributorio</b>	<b>Trabajo no Contributorio</b>	
Mezcladora	51.33			<b>51.33</b>
lateros		35.20		<b>35.20</b>
llenadores de material		7.33		<b>7.33</b>
carretillero		19.80		<b>19.80</b>
nivelación y reglado		5.13		<b>5.13</b>
vibrador y recepción		5.13		<b>5.13</b>
<b>Total</b>	<b>51.33</b>	<b>72.60</b>	<b>11.07</b>	<b>135.00</b>
<b>%</b>	<b>38%</b>	<b>54%</b>	<b>8%</b>	<b>100%</b>



*Figura 43: Productividad promedio para muro – FILTRO BIOLÓGICO*

#### **✚ Cálculo del rendimiento del muro**

- El rendimiento se calculó mediante observación directa en la obra, durante toda la ejecución de esta actividad.
- En el muro se realizó la medida de concreto por cada cara de la estructura, tomando 1m de altura por cada una de ellas, con uso de un marcador se señaló la altura medida.
- Con la ayuda de un martillo de goma se precisa dicha medida.
- El tiempo para cada una de las observaciones, se calculó con un cronometro digital de mano.

Tabla 54 : Calculo del rendimiento del muro

ACTIVIDAD N°3: MURO								
N° de muestras	Metrado ejecutado (m3)	Tiempo		Cuadrilla			Horas Hombre (HH)	RENDIMIENTO (HH/m3)
		Tiempo Neto	Minutos	Operario	Oficial	Peón		
7	0.78	0.20	00:12:12	1	2	14	3.40	4.36
8	0.98	0.25	00:15:58	1	2	14	4.25	4.34
9	0.78	0.18	00:11:24	1	2	14	3.12	4.00
10	0.98	0.23	00:14:26	1	2	14	3.97	4.05
11	0.78	0.22	00:13:17	1	2	14	3.68	4.72
12	0.98	0.27	00:16:38	1	2	14	4.53	4.63
13	0.78	0.20	00:12:45	1	2	14	3.40	4.36
14	0.98	0.28	00:17:11	1	2	14	4.82	4.91

Rendimiento Promedio 4.420 HH/m3

**Desviación Estandar 0.318**

**Coefficiente de Variación 0.072**

**Factor de Incremento 0.089**

Rendimiento real 4.815 HH/m3

$$Rendimiento = \frac{N^{\circ} \text{ de personal} \times \text{Jornada laboral diaria}}{Produccion \text{ diaria}}$$

## Anexo III: Rendimientos del expediente y CAPECO

### Expediente

#### Estructura 01: Sedimentador

Partida	01.03.03.01	SOLADO E=4" MEZCLA C:H=1:12 SIN MEZCLADORA					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			65.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.94	6.38	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	18.53	4.94	
0147010004	PEON	hh	4.0000	1.0667	16.76	17.88	
							<b>29.20</b>
<b>Materiales</b>							
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (BLS. 42.5KG)	BOL		0.4500	27.00	12.15	
0238000000	HORMIGON	m3		0.1200	100.00	12.00	
0239050000	AGUA	m3		1.0625	1.00	1.06	
							<b>25.21</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.20	0.88	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.0000	0.2667	25.00	6.67	
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.2667	15.00	4.00	
							<b>11.55</b>

$$\text{Rendimiento} = \frac{6 h \times 8 h}{30 m^2} = 1.6 \text{hh/m}^2$$

Figura 44: Rendimiento del solado del sedimentador – EXPEDIENTE

Partida	01.03.04.01	CONCRETO F'C=210 KG/CM2 P/LOSAS Y MUROS					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m3			561.51
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.8000	23.94	19.15	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.8000	18.53	14.82	
0147010004	PEON	hh	8.0000	6.4000	16.76	107.26	
							<b>141.23</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7600	110.00	83.60	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	70.00	36.40	
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (BLS. 42.5KG)	BOL		9.7400	27.00	262.98	
0239050000	AGUA	m3		1.0625	1.00	1.06	
							<b>384.04</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	141.23	4.24	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.0000	0.8000	25.00	20.00	
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00	
							<b>36.24</b>

$$\text{Rendimiento} = \frac{10 h \times 8 h}{10 m^3} = 8 \text{hh/m}^3$$

Figura 45: Rendimiento de la losa y el muro del sedimentador - EXPEDIENTE

## Estructura 02: Reservorio

Partida	01.05.03.01	CONCRETO F' C 100 KG/CM2 P/SOLADO					
Rendimiento	m2/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m2			65.96
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.2667	23.94	6.38	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	18.53	4.94	
0147010004	PEON	hh	4.0000	1.0667	16.76	17.88	
							<b>29.20</b>
<b>Materiales</b>							
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (BLS. 42.5KG)	BOL		0.4500	27.00	12.15	
0238000000	HORMIGON	m3		0.1200	100.00	12.00	
0239050000	AGUA	m3		1.0625	1.00	1.06	
							<b>25.21</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	29.20	0.88	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.0000	0.2667	25.00	6.67	
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50*	hm	1.0000	0.2667	15.00	4.00	
							<b>11.55</b>

$$Rendimiento = \frac{6h \times 8h}{30m^2} = 1.6hh/m^2$$

Figura 46: Rendimiento del solado del reservorio – EXPEDIENTE

Partida	01.05.04.01	CONCRETO F' C=210 KG/CM2 PARA LOSAS Y MUROS					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3			566.81
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.6667	23.94	15.96	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	18.53	24.71	
0147010004	PEON	hh	10.0000	6.6667	16.76	111.73	
							<b>152.40</b>
<b>Materiales</b>							
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.7600	110.00	83.60	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	70.00	36.40	
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (BLS. 42.5KG)	BOL		9.7400	27.00	262.98	
0239050000	AGUA	m3		0.1850	1.00	0.19	
							<b>383.17</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	152.40	4.57	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.0000	0.6667	25.00	16.67	
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50*	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
							<b>31.24</b>

$$Rendimiento = \frac{13h \times 8h}{12m^3} = 8.67hh/m^3$$

Figura 47: Rendimiento de la losa y el muro del reservorio - EXPEDIENTE

### Estructura 03: Tanque Imhoff

Partida	02.01.02.03.01 SOLADO e=4"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2			38.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	23.94	4.79	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	18.53	1.85	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.6000	16.76	10.06	
<b>16.70</b>							
<b>Materiales</b>							
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (BLS. 42.5KG)	BOL		0.3600	27.00	9.72	
0238000000	HORMIGON	m3		0.1150	100.00	11.50	
0243160052	REGLA DE MADERA	p2		0.1000	4.50	0.45	
<b>21.67</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.70	0.50	
<b>0.50</b>							

$$Rendimiento = \frac{9h \times 8h}{80m^2} = 0.9hh/m^2$$

Figura 48: Rendimiento del solado del tanque imhoff - EXPEDIENTE

Partida	02.01.02.04.01 CONCRETO f 'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3			560.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	23.94	31.92	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	18.53	24.71	
0147010004	PEON	hh	9.0000	6.0000	16.76	100.56	
<b>157.19</b>							
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	70.00	36.40	
0205030005	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.6600	110.00	72.60	
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (BLS. 42.5KG)	BOL		9.7300	27.00	262.71	
0239050000	AGUA	m3		0.1850	1.00	0.19	
<b>371.90</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	157.19	4.72	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.0000	0.6667	25.00	16.67	
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
<b>31.39</b>							

$$Rendimiento = \frac{13h \times 8h}{12m^3} = 8.67hh/m^3$$

Figura 49: Rendimiento de la losa y el muro del tanque imhoff - EXPEDIENTE

## Estructura 04: Filtro Biológico

Partida	02.01.04.03.01 SOLADO e=4"						
Rendimiento	m2/DIA	MO. 80.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m2			38.87
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	23.94	4.79	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	18.53	1.85	
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.6000	16.76	10.06	
<b>16.70</b>							
<b>Materiales</b>							
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (BLS. 42.5KG)	BOL		0.3600	27.00	9.72	
0238000000	HORMIGON	m3		0.1150	100.00	11.50	
0243160052	REGLA DE MADERA	p2		0.1000	4.50	0.45	
<b>21.67</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	16.70	0.50	
<b>0.50</b>							

$$Rendimiento = \frac{9h \times 8h}{80m^2} = 0.9hh/m^2$$

Figura 50: Rendimiento del solado del filtro biológico – EXPEDIENTE

Partida	02.01.04.04.01 CONCRETO f 'c=210 kg/cm2						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 12.0000	EQ. 12.0000	Costo unitario directo por : m3			560.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio \$/.	Parcial \$/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	1.3333	23.94	31.92	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	1.3333	18.53	24.71	
0147010004	PEON	hh	9.0000	6.0000	16.76	100.56	
<b>157.19</b>							
<b>Materiales</b>							
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	70.00	36.40	
0205030005	PIEDRA CHANCADA DE 3/4"	m3		0.6600	110.00	72.60	
0221000002	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (BLS. 42.5KG)	BOL		9.7300	27.00	262.71	
0239050000	AGUA	m3		0.1850	1.00	0.19	
<b>371.90</b>							
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	157.19	4.72	
0348010011	MEZCLADORA DE CONCRETO DE 9 -11P3	hm	1.0000	0.6667	25.00	16.67	
0349070003	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 1.50"	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00	
<b>31.39</b>							

$$Rendimiento = \frac{13h \times 8h}{12m^3} = 8.67hh/m^3$$

Figura 51: Rendimiento de la losa y el muro del filtro biológico - EXPEDIENTE



Tabla 55: Cuadro resumen de rendimientos - EXPEDIENTE

CUADRO RESUMEN DE RENDIMINETOS - EXPEDIENTE					
	UNID	SEDIMENTADOR	RESERVORIO	TANQUE IHMOFF	FILTRO BIOLÓGICO
SOLADO	hh/m2	1.60	1.60	0.90	0.90
CONCRETO 210kg/cm2	Hh/m3	8.00	8.67	8.67	8.67

### CAPECO

2.04	Solado de 3" para zapatas	m <sup>2</sup>	80,00	0,2	2	1	6	1 mezcladora (9-11p3)
------	---------------------------	----------------	-------	-----	---	---	---	-----------------------

$$\text{Rendimiento} = \frac{9 \text{ h} \times 8 \text{ h}}{80 \text{ m}^2} = 0.9 \text{ hh/m}^2$$

Figura 52: Rendimiento para solado – CAPECO

4.04	Muros de sostenimiento (0,20 m. o más) Curado	m <sup>3</sup>	10,00	0,2	2	2	10	1 mezcladora (9-11p <sup>3</sup> )
		m <sup>3</sup>	30,00	0,1	—	—	1	1 vibrador 1 winche

$$\text{Rendimiento} = \frac{14 \text{ h} \times 8 \text{ h}}{10 \text{ m}^3} = 11.2 \text{ hh/m}^3$$

Figura 53: Rendimiento para muro – CAPECO

4.03	Losas de cimentación, Curado	m <sup>3</sup>	22,00	0,2	2	2	8	1 mezcladora (9-11p <sup>3</sup> )
		m <sup>3</sup>	88,00	0,1	—	—	1	1 vibrador transp. en boogie

$$\text{Rendimiento} = \frac{12 \text{ h} \times 8 \text{ h}}{22 \text{ m}^3} = 4.36 \text{ hh/m}^3$$

Figura 54: Rendimiento para losa – CAPECO

Tabla 56: Cuadro resumen de rendimientos – CAPECO

RENDIMIENTO CAPECO		
SOLADO	hh/m2	0.90
LOSA	Hh/m3	4.36
MURO	Hh/m3	11.20

#### Anexo IV: Fotos

FOTO N° 01.- Vaciado de concreto 210kg/cm2 en losa del sedimentador de agua



FOTO N° 02.- Vaciado de concreto 210kg/cm2 en la cúpula del reservorio



FOTO N° 03.- Vaciado de concreto 210kg/cm2 en el muro del tanque imhoff



FOTO N° 04.- Vaciado de concreto 210kg/cm2 en la losa del filtro biológico



## **Anexo V: Planos**











## **Anexo VI: Ubicación del proyecto**