

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

---

**Mejoramiento de productividad aplicando carta balance en  
proyecto de construcción Botadero Fase 5B en Unidad  
Minera La Arena – Huamachuco – 2023**

---

**Línea de Investigación:** Ingeniería De La Construcción, Ingeniería Urbana,  
Ingeniería Estructural.

**Sub Línea de Investigación:** Gestión de proyectos de Construcción

**Autor:**

Vallejos Piminchumo, Angela Gianella

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Durand Orellana, Rocío del Pilar

**Secretario:** Farfán Córdova, Marlon Gastón

**Vocal:** Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

**Asesor:**

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**TRUJILLO - PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación:** 2024/05/02



**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO  
FACULTAD DE INGENIERÍA**



**PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA CIVIL  
TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO CIVIL**

---

**Mejoramiento de productividad aplicando carta balance en  
proyecto de construcción Botadero Fase 5B en Unidad  
Minera La Arena – Huamachuco – 2023**

---

**Línea de Investigación:** Ingeniería De La Construcción, Ingeniería Urbana,  
Ingeniería Estructural.

**Sub Línea de Investigación:** Gestión de proyectos de Construcción

**Autor:**

Vallejos Piminchumo, Angela Gianella

**Jurado Evaluador:**

**Presidente:** Durand Orellana, Rocío del Pilar

**Secretario:** Farfán Córdova, Marlon Gastón

**Vocal:** Burgos Sarmiento, Tito Alfredo

**Asesor:**

Medina Carbajal, Lucio Sigifredo

**Código Orcid:** <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>

**TRUJILLO - PERÚ**

**2024**

**Fecha de sustentación:** 2024/05/02

# Mejoramiento de la productividad aplicando carta balance en proyecto de construcción botadero fase 5B en UM La Arena - Huamachuco - 2023 .docx

---

## INFORME DE ORIGINALIDAD

---

0%

INDICE DE SIMILITUD

0%

FUENTES DE INTERNET

0%

PUBLICACIONES

4%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

---

## FUENTES PRIMARIAS

---

Excluir citas

Excluir coincidencias <

Apagado Excluir bibliografía

Apagado

  
CIP 76691-

## DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD

Yo Lucio Sigifredo Medina Carbajal docente del Programa de Estudio de Ingeniería Civil de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada **“Mejoramiento de productividad aplicando carta balance en proyecto de construcción Botadero Fase 5B en Unidad Minera La Arena – Huamachuco – 2023”**, del autor Vallejos Piminchumo, Angela Gianella dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud del 0%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el día 25 de abril del 2024
- He revisado con detalle dicho reporte de la tesis **“Mejoramiento de productividad aplicando carta balance en proyecto de construcción Botadero Fase 5B en Unidad Minera La Arena – Huamachuco – 2023”**, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Ciudad y fecha: Trujillo, 25 de abril del 2024



Vallejos Piminchumo Angela Gianella  
DNI: 70077351



Lucio Sigifredo Medina Carbajal  
DNI: 40534510  
ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5207-4421>



## **DEDICATORIA**

*A Dios, por guiarme e iluminarme día a día. A mis padres, abuelitos, tías y hermanas, por su esfuerzo y apoyo incondicional en el camino de mi desarrollo profesional. Su dedicación y amor han sido el motor que me impulsa a perseguir mis sueños con perseverancia y determinación.*

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer en primer lugar a Dios, por protegerme y darme fuerzas para superar obstáculos y dificultades.

Agradecer a mi casa de Estudios, la Universidad Privada Antenor Orrego por forjarme durante mi vida universitaria.

Al Ing. Lucio Sigifredo Medina Carbajal, por su paciencia, consejos e invaluable apoyo, el cual fue vital para la elaboración de la presente tesis.

## RESUMEN

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo implementar el uso de la Carta Balance, la cual es una herramienta utilizada para identificar, optimizar y/o eliminar aquellos factores que ocasionan la productividad sea deficiente. La Carta Balance, consiste en la toma de datos de las actividades que realiza cada obrero durante tiempos cortos (2 minutos), para después agruparlas en tres clases: Trabajo productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC). La metodología de estudio es de tipo descriptiva, diseño no experimental, en la que se comparará los datos obtenidos antes y después de aplicadas las estrategias de mejora con la finalidad de reducir los trabajos no contributorios identificados. Con el análisis de estas partidas se busca aumentar la productividad reduciendo y/o eliminando los tiempos contributorios y tiempos no contributorios, implementando las estrategias de mejora planteadas y que, en un futuro, se ponga en práctica en otros proyectos en los que se busque mejorar su productividad.

Palabras clave: Carta balance, productividad, Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y Trabajo no Contributorio

## **ABSTRACT**

The objective of this research work is to implement the use of the Balanced Scorecard, which is a tool used to identify, optimize and/or eliminate those factors that cause poor productivity. This tool consists of collecting data on the activities carried out by each worker for short periods of time (2 minutes), and then grouping them into three classes: Productive Work (TP), Contributory Work (TC) and Non-Contributory Work (TNC). The study methodology is descriptive, non-experimental in design, in which the data obtained before and after applying the improvement strategies will be compared in order to reduce the non-contributory work identified. The analysis of these items seeks to increase productivity by reducing and/or eliminating non-contributory time, implementing the proposed improvement strategies and, in the future, putting it into practice in other projects that seek to improve productivity.

Keywords: Carte Balance, productivity, Productive Work, Contributory Work and Non-Contributory Work

## PRESENTACIÓN

Señores miembros del jurado:

De conformidad con las disposiciones establecidas en el reglamento de grados y títulos de la Universidad Privada Antenor Orrego y lo determinado por la facultad, entrego a vuestra consideración la presente tesis con el fin de optar por el Título de Ingeniero Civil, titulado:

***“Mejoramiento de productividad aplicando carta balance en proyecto de construcción Botadero Fase 5B en Unidad Minera La Arena – Huamachuco – 2023”***

La presente tesis ha sido organizada y desarrollada poniendo en práctica todos los conocimientos adquiridos durante mi etapa universitaria.

Es mi deseo señores miembros del jurado que este informe de tesis, el cual es fruto de todo mi esfuerzo y dedicación, alcance sus expectativas y sea significativo para la institución.

## ÍNDICE

I. INTRODUCCIÓN .....	1
1.1. Problema de investigación .....	1
1.3. Objetivos .....	2
1.4. Justificación del estudio.....	3
II. MARCO DE REFERENCIA .....	4
2.1. Antecedentes del estudio .....	4
2.2. Marco teórico.....	7
2.2.1. Especificar el valor .....	9
2.2.2. Flujo o cadena de valor .....	9
2.2.3. Asegurarse que el valor y producción sea constante .....	10
2.2.4. Sistema pull.....	10
2.2.5. Perseguir la perfección.....	10
2.2.1. Sobreproducción .....	11
2.2.2. Esperas .....	11
2.2.3. Transporte innecesario.....	12
2.2.4. Sobreprocesamiento .....	12
2.2.5. Movimientos no útiles de personas .....	12
2.2.6. Defectos en la calidad .....	13
2.2.7. Exceso de inventario .....	13
2.2.1. Procedimiento de implementación .....	14
2.2.2. Parámetros para la implementación de la herramienta carta balance ....	15
2.2.2.1. Cantidad de personal.....	15
2.2.2.2. Tiempo de medición.....	15
2.2.2.3. Cantidad de mediciones.....	15
2.3. Marco conceptual .....	17
2.4. Sistema de hipótesis .....	19

2.5. Variables e indicadores .....	19
III. METODOLOGÍA EMPLEADA .....	21
3.1. Tipo y nivel de investigación.....	21
3.2. Población y muestra de estudio.....	21
3.3. Diseño de investigación.....	21
3.4. Técnicas e instrumentos de investigación .....	21
3.5. Procesamiento y análisis de datos .....	22
IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS .....	24
4.1. Análisis e interpretación de resultados .....	24
4.1..1. Instalación de geotextil (capa N° 1).....	24
4.1..1.1. Identificación de procesos.....	24
4.1..1.2. Resultados y gráficos por trabajador .....	25
4.1..2. Instalación de geomembrana .....	32
4.1..2.1. Identificación de procesos.....	32
4.1..2.2. Resultados y gráficas por trabajador .....	32
4.1..3. Instalación de geotextil (capa N° 2).....	39
4.1..3.1. Identificación de procesos.....	39
4.1..3.2. Resultados y gráficos por trabajador .....	39
4.1..1. Instalación de geotextil (Capa N°1).....	46
4.1..2. Instalación de geomembrana .....	46
4.1..3. Instalación de geotextil (Capa N°2).....	47
4.1..1. Instalación de geotextil (Capa N°1).....	47
4.1..2. Instalación de geomembrana .....	53
4.1..3. Instalación de geotextil (Capa N°2).....	59
4.1..1. Instalación de geotextil (Capa N°1).....	66
4.1..2. Instalación de geomembrana .....	67
4.1..3. Instalación de geotextil (Capa N°2).....	69

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	71
VI. CONCLUSIONES.....	74
VII. RECOMENDACIONES .....	75
VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	76
IX. ANEXOS .....	78
Anexo 1: Datos del proyecto .....	78
Anexo 2: Panel fotográfico .....	80
Anexo 3: Encuesta .....	83
Anexo 4: Cartas balance de partidas analizadas .....	88

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Matriz de Operacionalidad de variables dependientes .....	19
Tabla 2. Matriz de Operacionalidad de variable independiente.....	19
Tabla 3: Identificación de TP, TC y TNC en la instalación de geotextil .....	24
Tabla 4: Identificación de TP, TC y TNC en instalación de geomembrana .....	32
Tabla 5: Identificación de TP, TC y TNC en instalación de geotextil .....	39
Tabla 6: Optimización por tipo de trabajo, primera muestra instalación de geotextil .....	66
Tabla 7: Optimización por tipo de trabajo, segunda muestra instalación de geotextil.....	66
Tabla 8: Optimización por tipo de trabajo, tercera muestra instalación de geotextil .....	67
Tabla 9: Promedio de las muestras obtenidas .....	67
Tabla 10: Optimización por tipo de trabajo, primera muestra instalación de geomembrana .....	67
Tabla 11: Optimización por tipo de trabajo, segunda muestra instalación de geomembrana .....	68
Tabla 12: Optimización por tipo de trabajo, tercera muestra instalación de geomembrana .....	68
Tabla 13: Promedio de las muestras obtenidas .....	68
Tabla 14: Optimización por tipo de trabajo, primera muestra instalación de geotextil.....	69
Tabla 15: Optimización por tipo de trabajo, segunda muestra instalación de geotextil.....	69
Tabla 16: Optimización por tipo de trabajo, tercera muestra instalación de geotextil .....	69
Tabla 17: Promedio de las muestras obtenidas .....	70
Tabla 18: Costo incurrido sin la implementación de la carta balance.....	70
Tabla 19: Costo incurrido con la implementación de la carta balance.....	70

## INDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Productividad del trabajador: Inst. geotextil muestra N°1 .....	26
<b>Figura 2</b>	Distribución general del trabajo: Inst. geotextil muestra N°1 .....	26
<b>Figura 3</b>	Distribución TC - Inst. geotextil muestra N°1 .....	27
<b>Figura 4</b>	Distribución TNC - Inst. geotextil muestra N°1 .....	27
<b>Figura 5</b>	Productividad del trabajador: Inst. geotextil muestra N°2 .....	28
<b>Figura 6</b>	Distribución general del trabajo: Inst. geotextil muestra N°2 .....	28
<b>Figura 7</b>	Distribución TC - Inst. geotextil muestra N°2.....	29
<b>Figura 8</b>	Distribución TNC - Inst. geotextil muestra N°2 .....	29
<b>Figura 9</b>	Productividad del trabajador: Inst. geotextil muestra N°3 .....	30
<b>Figura 10</b>	Distribución general del trabajo: Inst. geotextil muestra N°3 .....	30
<b>Figura 11</b>	Distribución TC - Inst. geotextil muestra N°3.....	31
<b>Figura 12</b>	Distribución TNC - Inst. geotextil muestra N°3 .....	31
<b>Figura 13</b>	Productividad del trabajador: Inst. de geomembrana muestra N°1 .....	33
<b>Figura 14</b>	Distribución general del trabajo: Inst. de geomembrana muestra N°1 .....	33
<b>Figura 15</b>	Distribución TC - Inst. geomembrana muestra N°1 .....	34
<b>Figura 16</b>	Distribución TNC - Inst. geomembrana muestra N°1 .....	34
<b>Figura 17</b>	Productividad del trabajador: Inst. geomembrana muestra N°2 .....	35
<b>Figura 18</b>	Distribución general del trabajo: Inst. geomembrana muestra N°2 .....	35
<b>Figura 19</b>	Distribución TC - Inst. geomembrana muestra N°2 .....	36
<b>Figura 20</b>	Distribución TNC - Inst. geomembrana muestra N°2 .....	36
<b>Figura 21</b>	Productividad del trabajador: Inst. geomembrana muestra N°3 .....	37
<b>Figura 22</b>	Distribución general del trabajo: inst. geomembrana muestra N°3.....	37
<b>Figura 23</b>	Distribución TC - Inst. geomembrana muestra N°3 .....	38
<b>Figura 24</b>	Distribución TNC - Inst. geomembrana muestra N°3 .....	38
<b>Figura 25</b>	Productividad del trabajador: 2da inst. geotextil muestra N°1 .....	40
<b>Figura 26</b>	Distribución general del trabajo: 2da inst. de geotextil muestra N°1 ...	40
<b>Figura 27</b>	Distribución TC - 2da capa inst. geotextil muestra N°1 .....	41
<b>Figura 28</b>	Distribución TNC - 2da inst. geotextil muestra N°1.....	41
<b>Figura 29</b>	Productividad del trabajador: 2da capa inst. geotextil muestra N°2 ....	42
<b>Figura 30</b>	Distribución general del trabajo: 2da inst. geotextil muestra N°2 .....	42
<b>Figura 31</b>	Distribución TC - 2da inst. geotextil muestra N°2 .....	43
<b>Figura 32</b>	Distribución TNC - 2da inst. geotextil muestra N°2 .....	43

<b>Figura 33</b> Productividad del trabajador: 2da inst. geotextil muestra N°3 .....	44
<b>Figura 34</b> Distribución general del trabajo: 2da inst. geotextil muestra N°3 .....	44
<b>Figura 35</b> Distribución TC - 2da inst. geotextil muestra N°3 .....	45
<b>Figura 36</b> Distribución TNC - 2da inst. geotextil muestra N°3 .....	45
<b>Figura 37</b> Implementación estrategias de mejora: Inst. geotextil Muestra N°1 ....	48
<b>Figura 38</b> Distribución general del trabajo - Imp. estrategias de mejora en muestra N°1 .....	48
<b>Figura 39</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°1 .....	49
<b>Figura 40</b> Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°1 .....	49
<b>Figura 41</b> Implementación estrategias de mejora: Inst. geotextil Muestra N°2 ....	50
<b>Figura 42</b> Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora N°2 .....	50
<b>Figura 43</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°2 .....	51
<b>Figura 44</b> Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°2 .....	51
<b>Figura 45</b> Implementación estrategias de mejora: Inst. geotextil Muestra N°3 ...	52
<b>Figura 46</b> Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora N°3 .....	52
<b>Figura 47</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°3 .....	53
<b>Figura 48</b> Distribución TNC: Imp. Estrategias de mejora muestra N°3 .....	53
<b>Figura 49</b> Implementación estrategias de mejora: Inst. geomembrana Muestra N°1 .....	54
<b>Figura 50</b> Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. geomembrana N°1 .....	54
<b>Figura 51</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°2 .....	55
<b>Figura 52</b> Distribución TNC – Imp. Estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°3 .....	55
<b>Figura 53</b> Implementación estrategias de mejora: Inst. geomembrana Muestra N°2 .....	56
<b>Figura 54</b> Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. geomembrana N°2 .....	56
<b>Figura 55</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°2 .....	57
<b>Figura 56</b> Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°2 .....	57

<b>Figura 57</b> Implementación estrategias de mejora: Inst. geomembrana Muestra N°3 .....	58
<b>Figura 58</b> Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. geomembrana N°3.....	58
<b>Figura 59</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°3 .....	59
<b>Figura 60</b> Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°3 .....	59
<b>Figura 61</b> Implementación estrategias de mejora: 2da Inst. geotextil Muestra N°1 .....	60
<b>Figura 62</b> Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. 2da geotextil N°1 .....	60
<b>Figura 63</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°1 .....	61
<b>Figura 64</b> Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en inst. 2da inst. geotextil muestra N°1 .....	61
<b>Figura 65</b> Implementación estrategias de mejora: 2da Inst. geotextil Muestra N°2 .....	62
<b>Figura 66</b> Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. 2da geotextil N°2.....	62
<b>Figura 67</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°2 .....	63
<b>Figura 68</b> Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°2 .....	63
<b>Figura 69</b> Implementación estrategias de mejora: 2da Inst. geotextil Muestra N°3 .....	64
<b>Figura 70</b> Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. 2da geotextil N°3.....	64
<b>Figura 71</b> Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°3 .....	65
<b>Figura 72</b> Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°3 .....	65

## **I. INTRODUCCIÓN**

### **1.1. Problema de investigación**

En el mundo, la minería tiene un rol muy importante en el sector económico de todos los países generando grandes ingresos que, posteriormente, ayudarán al desarrollo y crecimiento de cada uno. Para ello, las empresas mineras tienen la urgencia de culminar sus proyectos de construcción tales como: PAD de Lixiviación y Depósito de Desmonte en la fecha necesitada para así poder tener área donde depositar el mineral y desmonte y darles continuidad a los procesos. Sin embargo, en la mayoría de casos no se termina la construcción de los proyectos en las fechas necesitadas y, además, no se tiene identificado qué es lo que genera los retrasos en la ejecución del proyecto que a su vez impacta en el costo contractual.

Lo mismo sucede en nuestro país, la mayoría de empresas contratistas que se dedican al rubro de la construcción en el sector minero se enfocan únicamente en entregar el proyecto que están ejecutando, esto debido a la urgente necesidad que tiene el área de operaciones mina de tener zonas habilitadas para poder darle continuidad a sus procesos y cumplir con su plan de minado estipulado para el año.

Por lo anteriormente mencionado, la mayoría de empresas no llevan un control antes, durante y después de la ejecución y esto se debe a, comúnmente, el escaso conocimiento sobre las nuevas herramientas de gestión y planificación de obras que cuentan los profesionales que están a cargo de la ejecución, ya que al no estar actualizados sobre las nuevas metodologías en el mercado, no son conscientes de todos los beneficios que pueden implementar en su proyecto y con ello reducir los problemas comunes presentes en el sector tales como: no cumplimiento con fecha de finalización del proyecto, generando retrasos y problemas para el área de operaciones mina, sobrecostos, reclamos por la baja calidad del producto terminado, etc.

Así mismo, al inicio de los proyectos se cuentan con unos rendimientos esperados y en base a eso los profesionales realizan la programación de la obra, pero en cualquier área del rubro de la construcción, la productividad es comúnmente afectada por factores internos tales como: esperas, retrabajos, excesos de inventarios, defectos en la calidad, etc. A esto mencionado anteriormente, se le conoce como desperdicios y, al no llevar un control en

campo, no se tiene identificado si las actividades que se están realizando añaden valor o no al proceso de producción. Así mismo, al no tener identificado los trabajos productivos de los no contributivo o contributivo, no se tiene una idea clara de cuál es el costo real que se está incurriendo y los factores que, en algunos casos, generan desviaciones de los montos contractuales.

Por esta situación problemática, es necesario la implementación de una herramienta que nos asiste en llevar el control de la ejecución del proyecto en campo y para ello se tiene una de las herramientas de la filosofía Lean Construction llamada Carta Balance que, con su formato nos ayuda a poder identificar qué tipo de actividades se están realizando en campo y si estas añaden valor o no al proceso de producción para así, una vez teniendo identificadas las actividades que no generan valor, poder implementar planes de acción para reducirlas y aumentar la productividad del proyecto.

El proyecto en estudio: Construcción del Botadero Fase 5B Etapa 2 en la mina La Arena – Huamachuco tiene una duración de 150 días que corresponde a 3 meses de ejecución con un presupuesto de \$754,220.34.

Geográficamente, el proyecto se sitúa en la unidad minera Pan American Silver, la cual se encuentra ubicada a una altura promedio entre 3,265 y 3,360 m.s.n.m en el caserío La Arena, distrito de Huamachuco, provincia de Sánchez Carrión, región de La Libertad. Así mismo, el caserío se localiza a aproximadamente 164.5 km de la ciudad de Trujillo y 188 km de la ciudad de Cajamarca lo que corresponde a 4 y 5 horas respectivamente.

## **1.2. Pregunta de investigación**

¿La implementación de la carta balance mejorará la productividad de la instalación de geosintéticos del proyecto de construcción Botadero Fase 5B en Unidad Minera La Arena?

## **1.3. Objetivos**

- **Objetivo general**

Realizar la implementación de la carta balance para mejorar la productividad en la instalación de geosintéticos del proyecto de construcción del botadero Etapa 3 en la mina La Arena-Huamachuco

- **Objetivos específicos**

Reconocer los tiempos productivos en la instalación de geosintéticos del proyecto de construcción Botadero Fase 5B Etapa 3 mediante la aplicación de la carta balance.

Identificar el tiempo empleado en los trabajos contributorios de la instalación de geosintéticos del proyecto de construcción del Botadero Fase 5B Etapa 3 mediante la aplicación de la carta balance.

Distinguir el tiempo utilizado en los trabajos no contributorios en la instalación de geosintéticos del proyecto de construcción del botadero Fase 5B Etapa 3 mediante la aplicación de la carta balance.

Determinar si la Carta Balance aumenta la productividad en la instalación de geosintéticos del proyecto de construcción del Botadero Fase 5B Etapa 2.

#### **1.4. Justificación del estudio**

El presente trabajo de investigación tiene como finalidad dar a conocer cómo es que mediante la correcta aplicación de una de las herramientas de Lean Construction, Carta Balance, se puede minimizar y hasta eliminar los desperdicios que se generan en los procesos constructivos disipando los principales problemas en el sector construcción que se han mencionado en el punto anterior.

El uso de esta herramienta tiene como única finalidad aumentar la productividad evaluando el desempeño de la mano de obra y cuáles son las actividades que se están realizando en campo y poder clasificarlas, según lo que estén realizando, en trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio.

Al tener identificado las actividades que generan y no generan valor en el proceso de producción, se puede lograr que el personal realice sus actividades de manera eficaz y eficiente y así se optimizaría la mano de obra teniendo como consecuencia una reducción en los costos y mayores ganancias para la empresa.

## **II. MARCO DE REFERENCIA**

### **2.1. Antecedentes del estudio**

- **Antecedentes internacionales**

Lobatón (2020), con la tesis “Implementación de la metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa arquitectura y construcciones S.A.S.” plantea como objetivo general la optimización de tiempo, recursos, costos de ejecución, etc. Desde la planificación y control gerencial con el fin de aprovechar los recursos disponibles para los diferentes proyectos. El desarrollo del trabajo de investigación se basó en intentar reducir la duración de las actividades a ejecutar y con ello evitar que se generen ampliaciones de plazo, aunque se tenga que incurrir en más recursos, esto con la finalidad de lograr avanzar las principales actividades que mueven todo el proyecto y así acortar los plazos para así evitar multas o sanciones por parte del ente regulador. Se obtuvo como resultado que con la implementación de esta filosofía se consiguió reducir las actividades que no añaden valor, concentrando y ejecutando solo las actividades importantes y así poder reducir tiempos y minimizar los desperdicios que se encuentran normalmente en la ejecución de las obras. Así mismo, lo que se ha aplicado en este proyecto puede servir como base y/o guía en la ejecución de los nuevos proyectos por parte de la empresa.

Castillo y Zúñiga (2023), en su investigación “Mejoramiento de la productividad en la construcción del mercado municipal San Gregorio en la ciudad de Guayaquil, aplicando la metodología Lean Construction” plantean como objetivo analizar la productividad en la construcción del mercado municipal San Gregorio en la ciudad de Guayaquil para lo cual hicieron uso de la carta balance y brindaron una serie de técnicas de recolección de datos, entre ellos: verificar cada proceso de ejecución, crear un diagrama de desarrollo y que el muestreo será cada 3 minutos con un mínimo de 100 muestras por partida. Para el desarrollo de la investigación, lo realizaron durante un tiempo de alrededor un mes y medio dando seguimiento a las actividades de los trabajadores para obtener el rendimiento que cada uno tiene antes de la implementación de la herramienta. Como parte de sus resultados, obtuvieron que las principales causas que afectan la productividad son las distracciones de los empleados dentro de la jornada laboral, considerado como pérdida de tiempo. Así como también la espera de material y paros por retraso.

- **Antecedentes nacionales**

Huapaya y Torres (2021), en su investigación “Implementación de la metodología Lean Construction y las herramientas de la calidad para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización en la institución educativa N°21508 ubicado en el distrito imperial – provincia de Cañete – departamento de Lima” tiene como objetivo aplicar la filosofía Lean Construction y herramientas de calidad para aumentar el rendimiento en la construcción de su lugar de estudio. Su desarrollo consiste en implementar algunas de las herramientas de la filosofía Lean Construction tales como la Carta Balance, el análisis de restricciones, el diagrama de flujo y el diagrama de Ishikawa para mejorar el rendimiento en la reconstrucción del colegio N°21508. Para ello, los tesisistas realizaron 3 mediciones de cómo se desenvolvía el personal obrero en la ejecución de la obra antes de implementar las herramientas de la filosofía. Obtuvieron como resultado que se tenía un mayor porcentaje de trabajo no contributivo que de trabajo productivo, esto debido a los desperdicios que se encontraban en obra por la mala planificación y organización de las cuadrillas al momento de ejecutar las actividades. Pero ya con la implementación de las herramientas de Lean Construction obtuvieron que hubo una mejoría del 23% en el aumento de la productividad aplicando la filosofía en mención y los instrumentos de calidad.

Guerreros (2020), con la tesis “Mejora de la productividad en los trabajos de conformación y compactación de relleno en carretera con la aplicación de la metodología Lean Construction en Mina Bayóvar – Perú” tiene como finalidad ocasionar la mejora de la productividad y su rendimiento de los trabajos de conformación y compactación de relleno en carreteras de la mina Bayóvar con la implementación de la filosofía Lean Construction. El desarrollo de esta tesis consistió en, primero conocer el estado actual en el que se encontraba la obra, es decir, antes de implementar la filosofía lean Construction y posterior a ello empezar a evaluar sus partidas seleccionadas y los frentes que lo conforman clasificando los trabajos que realizan en trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo para lo cual implementaron el uso de la herramienta llamada carta balance con la que realizaban las mediciones en campo para que al final obtengan los porcentajes que corresponden a cada clasificación ya antes mencionada. Al final obtuvieron que, con la implementación de esta filosofía, el

rendimiento de los trabajos de compactación y conformación de relleno mejoró pasando de 6300 m<sup>3</sup> en 19 días a 6300 m<sup>3</sup> en 14 días. De igual manera, con la ayuda del control de las actividades en campo mediante el uso de la herramienta carta balance, se disminuyó el trabajo no contributivo pasando de 38,44% a un 27.34% en la actividad de conformación de relleno y en la actividad de compactación de relleno se pasó de tener un porcentaje de 22,34% de trabajo no contributivo a obtener un porcentaje del 10.00% gracias a la intervención de la filosofía en mención.

- **Antecedentes locales**

Agreda y Pintado (2022), en su tesis “Aplicación de la herramienta carta balance para acrecentar la productividad en la construcción del Instituto Néstor Martos en Huancabamba - Piura” plantea como objetivo general acrecentar la productividad en la construcción del instituto mediante la implementación de la herramienta carta balance. El desarrollo del presente trabajo de investigación consistió en, primer lugar, agrupar y desglosar las sub partidas según sus características. Así mismo, también identificar las acciones de los obreros partícipes en la construcción. Posterior a ello se realizó la medición de 3 muestras de cómo se desenvolvía el personal durante el tiempo indicado para la ejecución de las actividades. Se identificaron las actividades que no generaron valor y se implementaron estrategias de mejora para posteriormente realizar las mediciones y obtener nuevos resultados. Se obtuvo como resultado que, con la implementación de la herramienta carta balance, el promedio del trabajo productivo se encontraba dentro del 59% aumentando en un 15% de lo primero encontrado, mientras que el trabajo contributivo abarcaba alrededor del 37%, de igual manera aumentando en un 6% y el tiempo no contributivo alrededor del 5%, disminuyendo en un 21%.

Paredes (2019), en su investigación “Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en obras de edificación en la ciudad de Trujillo” plantea como objetivo general determinar la influencia de la implementación de la filosofía lean Construction en la productividad de las obras de edificación que se ejecutan en la ciudad de Trujillo. El desarrollo de este trabajo de investigación consiste en aplicar herramientas de la filosofía a implementar, tales como la carta balance, nivel general de actividad de obra y la

prueba de cinco minutos, en las partidas con mayor incidencia en toda la ejecución del proyecto para así poder determinar de qué manera mejoraría y aumentaría la productividad en los proyectos de construcción en la ciudad de Trujillo. Se obtuvo como resultado que, con la aplicación de las herramientas antes mencionadas, se incrementó el trabajo productivo de 9% a 15%, el trabajo contributivo también se incrementó en un 17% pasando de un 29% a 46% y el trabajo no contributivo disminuyó, pasando de un 62% a un 39% logrando así reducir los desperdicios y mejorar la productividad en los procesos constructivos que se han tomado como muestra para este trabajo de investigación. Así mismo, con este trabajo, se comprobó que, haciendo uso de la teoría del nivel general de actividad de obra, la herramienta carta balance y la prueba de cinco minutos, la productividad de una de las partidas que se tomaron como muestra, que en este caso en específico fue el vaciado de columnas, aumentó en un orden de 36%. En conclusión, se comprobó que con la aplicación de las herramientas de lean Construction, la productividad aumentó eliminando los desperdicios que se generan al momento de ejecutar una obra.

## **2.2. Marco teórico**

- **Modelo tradicional de construcción**

Según Arévalo (2018), “El enfoque de gestión tradicional tiene un sistema reactivo (planea, ejecuta y controla).” (p. 26)

Este modelo tradicional se basa en convertir la materia prima en producto terminado, obviando todo el proceso de transformación que este conlleva y, así mismo, no refleja la existente variabilidad que estos procesos presentan y por consiguiente no se tiene conocimiento ni se mapean los desperdicios que se generan en la ejecución de la obra.

Al trabajar con este modelo tradicional se tiene como consecuencia los problemas que normalmente se observan en toda construcción tales como: ejecución de obra fuera de plazo, sobrecostos, baja calidad del producto terminado, falta de coordinación organizacional, baja productividad, poco conocimiento de los procesos constructivos a ejecutar, etc.

- **Lean Construction**

En el modelo de trabajo de la filosofía Lean Construction se analiza los procesos que añaden y no añaden valor al producto final, tal como se muestra en la figura 1, con la finalidad de disminuir los últimos mencionados para satisfacer las necesidades y solicitudes que el cliente exige.

Según Zambrano, Caballero y Ponce (2018) “Lean Construction es una filosofía que permite mejorar la productividad y la competitividad de las organizaciones en el momento de gestionar los proyectos de construcción” (p. 40).

La filosofía Lean Construction, también se conoce como la teoría de Construcción sin pérdidas y se basa en aumentar la productividad reduciendo, y hasta eliminando, los desperdicios que se encuentran al momento de ejecutar una obra.

Esta filosofía proviene de una adaptación de Lean Production al sector construcción, debido a que, buscando una solución a los problemas comunes presentados en el sector tales como: tiempos de espera, reprogramaciones, sobrecostos, etc., el ingeniero Lauri Koskela en el 1992 propaga un documento titulado: Application of the New Production Philosophy to Construction y es aquí donde se plasma las primeras ideas de cómo reducir las mermas y esto ocasionó que se reformule la manera tradicional en la que se venía trabajando.

Debido a lo mencionado anteriormente, se empezó su uso en el 1993 por el International Group for Lean Construction más conocido por sus iniciales IGLC, el cual es una red de investigadores en búsqueda de la renovación de las prácticas que se realizan en las áreas de arquitectura, ingeniería y construcción, con la finalidad de que puedan enfrentar y adaptarse a los nuevos desafíos que se pueden presentar en un futuro.

Teniendo como base el IGLC, en nuestro país se formó el Capítulo Peruano Lean Construction Institute en el 2011 con el objetivo de implementar esta filosofía en los profesionales peruanos logrando elevar su nivel y así poder ser más eficientes y eficaces al momento de desarrollar su trabajo en el sector construcción.

Según Pons (2014), “Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio” (p. 26).

- **Principios lean**

Según Pons (2014) “El pensamiento Lean tiene cinco principios básicos que fueron definidos por Womack y Jones en 1996.” (p. 20).

Estos cinco principios básicos se basan en la reducción y hasta eliminación de los desperdicios con la finalidad de aumentar el valor del producto terminado para con el cliente. Los principios de la filosofía lean son los siguientes:

### **2.2..1. Especificar el valor**

Según Pons (2014) “Se puede definir como el aprecio que un cliente o consumidor le da a un producto o servicio para satisfacer sus necesidades a un precio concreto, en un momento determinado” (p. 21)

Es decir, el valor es la capacidad de proporcionarle y entregarle al cliente sus necesidades en el plazo, costo y calidad pactada. Por ello es este principio es el punto de partida que se debe considerar para la producción Lean debido a que, desde un inicio se debe entender qué es lo que quiere el cliente y así ambas partes tienen los acuerdos claros de las necesidades con las especificaciones indicadas.

### **2.2..2. Flujo o cadena de valor**

Según Pons (2014), “Entendemos por cadena de valor todas las actividades actualmente necesarias para la transformación de materiales e información en un producto o servicio terminado y entregado al cliente, desde la concepción de su diseño hasta su lanzamiento y desde el pedido hasta la entrega.” (p. 21).

Para poder identificar este flujo o cadena de valor, es necesario tener conocimiento cual es el principio y final del proceso de transformación debido a que es en esta etapa de producción en los que se puede identificar y categorizar todas las actividades dependiendo si agregan valor o no al producto a lo que a esto último se le conoce como desperdicios y, al tenerlos mapeados, se pueden

implementar ciertas estrategias y uso de herramientas adecuadas para poder reducirlos y/o eliminarlos.

### **2.2..3. Asegurarse que el valor y producción sea constante**

Una vez que ya se tenga la cadena de valor identificada, es necesario que las actividades que la conforman se realicen de manera progresiva y sin interrupciones, es decir que su ejecución sea de manera fluida. Esto es posible debido a que, con los principios mencionados anteriormente, ya se tiene una idea más clara de qué actividades se realizarán y cuáles te generan valor y cuáles no. Así mismo, al mitigar los desperdicios encontrados en la cadena de valor también se estaría generando que el flujo sea continuo debido a que se evitaría los tiempos de espera, los trabajos rehechos, etc.

Según Pons (2014), “Eliminar desperdicio es también una forma de crear flujo continuo en toda la cadena de valor.” (p. 22)

### **2.2..4. Sistema pull**

Este sistema de control de producción se basa en producir de acuerdo a la demanda real que se requiera en el tiempo que se necesite, siendo así uno de los principales componentes del Just in Time. Debido a esto, este sistema Lean se basa en revisar la programación de las últimas actividades de la cadena de valor para dar aviso sobre los posibles obstáculos que se puedan presentar y así evitar que el flujo de producción se detenga. Así mismo, este sistema se encarga de que no se empiece ninguna actividad sin que se haya especificado las cantidades exactas y el tiempo en el que lo necesitan para que, de esta manera, se evite la sobreproducción y el exceso de inventario.

Según Pons (2014), “El sistema Pull es un componente fundamental del Just-In-Time y se esfuerza por eliminar el exceso de inventario y la sobreproducción” (p. 22).

### **2.2..5. Perseguir la perfección**

Con esta filosofía, se está en constante búsqueda de la perfección debido a que se evalúan los flujos de los procesos para poder identificar los desperdicios y mitigarlos con la finalidad de que todas las actividades generen valor para con el cliente. Este proceso de evaluación, identificación y mitigación es un ciclo

constante de mejora continua debido a que no todos los desperdicios se pueden eliminar si no, reducir.

Según Pons (2014) “Lean Lexicon define perfección como un proceso que proporciona puro valor tal y como ha sido definido por el cliente, sin ninguna muda o desperdicio de ninguna clase.” (p. 22).

- **Tipos de desperdicios**

Según Pons (2014), “Todo lo que no es valor para el cliente es muda o desperdicio que puede ser eliminado o minimizado” (p. 18)

Es decir, para esta filosofía, desperdicio es toda actividad humana que absorbe recursos, pero no genera ningún valor al producto, es más, por lo general ocasiona restricciones y obstáculos para que el flujo de la cadena de valor no sea continuo. Según variedad de autores, los desperdicios los han clasificado en 7 categorías.

### **2.2..1. Sobreproducción**

Según Arévalo (2018), “Producir más de lo que demanda el cliente porque ello genera el inventario.” (p. 44)

Este desperdicio hace referencia a realizar una mayor producción en comparación a la que se necesitaba sin tener la autorización del cliente. Así mismo, existen dos tipos: producir en mayores cantidades y producir con mucha anticipación sin que se necesite. Este conlleva a que se genere un exceso de inventario que también pertenece a la clasificación de los 7 desperdicios.

### **2.2..2. Esperas**

Este tipo de desperdicio es uno de los más comunes debido a que normalmente el personal no realiza actividades por falta de información, ya sea planos de detalle, especificaciones, etc.

Según Gómez (2020), “Se refiere al tiempo durante el proceso productivo en el que no se añade valor, es decir, es cualquier situación que detenga el proceso.” (p. 7).

Adicional a ellos, también se observa que en ocasiones el personal no tiene frente en donde trabajar y esto se debe a una mala planificación y distribución de los recursos y genera que el personal esté en stand by hasta que se los logre reubicar. Debido a la mala planificación, también suele suceder que

el personal no esté realizando sus actividades por la falta de materiales lo que genera que toda la programación del día, e incluso de la semana, se retrase y adicional a ello genere sobrecostos.

### **2.2..3. Transporte innecesario**

Este punto tiene relación con lo mencionado anteriormente, debido a que, se refiere específicamente al transporte que se realiza innecesariamente de los recursos internos, ya sea materiales, equipos etc. Esto, de igual manera que el punto anterior, se debe a la mala planificación de las actividades a realizar en el día y, en algunas ocasiones, es producto del escaso conocimiento del personal obrero sobre las herramientas que debe usar para la ejecución de las actividades que se les indica y esto ocasiona que se esté movilizándolo en reiteradas ocasiones para retirar las herramientas y material que necesita del almacén o del punto de acopio que se tiene en obra generando tiempos muertos y actividades no contributivas para la ejecución del proyecto.

Según Pons (2014) “Sus principales consecuencias son: pérdida de horas de trabajo, pérdida de energía, pérdida de espacio en la obra y la posibilidad de pérdidas de material durante el transporte.” (p. 19).

### **2.2..4. Sobreprocesamiento**

Hace referencia al uso innecesario de procesos adicionales debido al manejo de herramientas y materiales de mala calidad, así como también este desperdicio puede ser producto de un mal diseño y por ende mal proceso de producción. Al aparecer este desperdicio, involucra incurrir más en costo y tiempo de producción perjudicando notablemente el desenvolvimiento del proyecto en su plazo y económicamente hablando. Según Gómez (2020), “Esta forma de desperdicio es la más difícil de identificar y eliminar. Reducirlo implica eliminar elementos innecesarios del trabajo mismo.” (p. 7).

### **2.2..5. Movimientos no útiles de personas**

Según Arévalo (2018), “Cualquier movimiento que no es necesario para completar cualquier actividad o trabajo ya sean personas o máquinas.” (p. 44).

Esto puede ser ocasionado por mala distribución en el área de trabajo, métodos de trabajo incompetentes, doble desplazamiento en búsqueda de materiales, etc.

### **2.2..6. Defectos en la calidad**

Esto es principalmente ocasionado por la insatisfacción que presenta el cliente para con su producto debido a que no cuenta con las especificaciones técnicas requeridas por la repetición al momento de realizar los trabajos, la manera inadecuada de realizarlo, no usar los materiales y equipos que den los acabados requeridos, etc., ocasionando así que la producción resulte defectuosa y adicional a ello se genere sobreprocesamiento y retrabajos.

Según Arévalo (2018), “Estos trabajos mal ejecutados o elaborados generan consumo de materiales además del tiempo, atender las quejas de los clientes, etc.” (p. 44).

### **2.2..7. Exceso de inventario**

Según Gómez (2020), “Es la acumulación de productos y/o materiales en cualquier parte del proceso, ya sea como materia prima o como producto terminado.” (p. 7).

Este desperdicio vendría a ser una consecuencia del exceso de producción y el tener los materiales con mucho tiempo de anticipación ocasionaría que, en ciertas ocasiones, este material se llegue a deteriorar, este expuesto al robo, pérdidas, etc., lo que generaría que se incurra en costos adicionales para reponer la compra de los materiales malogrados y/o robados por comprarlos antes de que se vayan a utilizar.

- **Herramienta Carta Balance**

La carta balance según Serpell (1990), “Es un gráfico de barras verticales, que tiene una ordenada de tiempo y una abscisa en la que se le indican los recursos (hombres, máquina, etc. que participan en la actividad que se estudia, asignándole una barra vertical a cada recurso”. (p. 2).

Esta herramienta tiene como principal objetivo cuantificar el tiempo en minutos en función de los recursos que están involucrados en la realización de las actividades que van a ser evaluadas. Estas mediciones realizadas ayudan a poder tener mapeados todos los movimientos que realizan estos recursos, ya sean personal obreros o equipos, para tener en claro qué actividades están realizando y clasificarlas según cuáles son las que generan valor y cuáles no para posteriormente optimizarlas y/o eliminarlas.

Según Serpell (1990) “El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empelado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, si no de forma más inteligente” (p. 2)

En esta herramienta se clasifica las actividades que realizan en tres tipos: Trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio.

- **Trabajo productivo (TP):** Según Ghio (2000), “Trabajo que aporta de forma directa a la producción” (p. 23)

- **Trabajo contributorio (TC):** Según Ghio (2000), “Trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Actividad aparentemente necesaria, pero que no aporta valor.” (p. 23.)

- **Trabajo no contributorio (TNC):** Según Ghio (2000). “Cualquier actividad que no genere valor, y que caiga directamente en la categoría de pérdida. Son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor.” (p. 23).

### **2.2..1. Procedimiento de implementación**

Antes de comenzar la medición de los tiempos, se debe seleccionar qué actividad va a ser evaluada e identificar los sub procesos que integran los diferentes tipos de trabajo que han sido mencionados anteriormente.

Una vez que se tiene seleccionado la actividad e identificados los sub procesos, se debe especificar cuánto tiempo abarcará las mediciones que se van a realizar de los sub procesos. Posterior a ello se procede con el registro, en el formato de la carta balance, sobre los sub procesos que están realizando en el tiempo muestreado indicando qué recursos son los que están participando y qué tipo de trabajo pertenecen.

Finalmente, se procesa la información que se ha recolectado en un Excel, obteniendo un gráfico de barras en los que se podrá calcular los porcentajes obtenidos de cada tipo de trabajo y, posterior a ello, tomar las medidas correctivas con la finalidad de mejorar la productividad y la optimización de los recursos.

## **2.2..2. Parámetros para la implementación de la herramienta carta balance**

### **2.2..2.1. Cantidad de personal**

Según Castillo y Flores (2016), “El número de obreros que entran en la medición depende del tipo de actividad a medir. Por un lado, no deben ser pocos obreros, ya que los datos arrojados no mostrarían la realidad de toda la cuadrilla. Y por otro, intentar medir un número excesivo de obreros sería demasiado engorroso, difícil y seguramente terminará siendo imposible hacer una carta balance o termine arrojando datos incoherentes.” (p. 24).

Lo ideal vendría a ser una cantidad entre 6 a 10 de personal de mano de obra para poder realizar un correcto llenado del formato de la carta balance.

### **2.2..2.2. Tiempo de medición**

Según Castillo y Flores (2016), “Para obtener datos estadísticamente válidos, se debe cubrir las actividades de mayor cantidad de tiempo posible (300 minutos aproximados). Si bien esto es cierto, hay algunas actividades en las cuales no es necesario cubrir las ocho horas y media de actividad por el carácter repetitivo que estas tienen, hay otras actividades que varía mucho el tipo de actividades que realizan durante el día” (p. 24).

Es decir, para las actividades que tienen un mayor porcentaje de incidencia lo recomendable es realizar la carta balance por todo el tiempo que se esté realizando la actividad para así tener un mayor sinceramiento sobre lo que se está realizando.

Por otro lado, si las actividades realizadas son repetitivas, se recomienda finalizar la medición de la carta balance una vez se supere la cantidad de 5 repeticiones de la misma actividad.

Así mismo, mientras mayor sea el tiempo de medición, los resultados obtenidos serán más confiables y se podrá realizar mejores optimizaciones de tiempo en los procesos de producción.

### **2.2..2.3. Cantidad de mediciones**

Según Castillo y Flores (2016), “Una misma actividad necesita más de una medición, para ser más confiable. Se recomienda hacer como mínimo dos mediciones por cada actividad, si existe mucha variación entre los porcentajes obtenidos se deberá hacer una tercera medición. Lógicamente, a mayor número

de mediciones se tendrán resultados más confiables. Es muy importante mencionar que el día en el que se realice la medición no debe haber ninguna irregularidad en la cuadrilla, es decir, se debe hacer la medición cuando la cuadrilla trabaje bajo las mismas condiciones con las que trabaja siempre.” (p. 25).

- **Implementación de Lean Construction**

La implementación de esta filosofía se basa en un proceso que debe consistir en reducir y eliminar los desperdicios. Para esto, se muestra en la siguiente figura una serie de pasos recomendables para conseguir lo mencionado anteriormente.

- **Paso 1:**

Según la figura, se debe empezar realizando un diagnóstico actual de productividad de las actividades del proyecto cuantificando el tiempo que se invierte en las actividades netamente de construcción y el tiempo que se invierte en las pérdidas que ya han tenido que ser debidamente identificadas. Para esta medición se puede hacer uso de la prueba de 5 minutos que va de la mano de la aplicación de la herramienta carta balance.

- **Paso 2:**

Toda la información que se ha recolectado se debe registrar para posteriormente tabular y con ello, obtener estadísticas reales sobre las pérdidas que se han encontrado en la realización de cada uno de los procesos.

- **Paso 3:**

Una vez que ya se tiene mapeado todas las pérdidas encontradas, se debe reconocer e identificar la magnitud de las mismas para poder mitigarlas.

- **Paso 4:**

Se analiza la información obtenida y se llama a una reunión con todos los colaboradores para determinar las estrategias a implementar junto con los planes de acción para combatir los desperdicios encontrados.

- **Paso 5:**

Una vez ya determinadas las estrategias se procede con la aplicación de estas en la ejecución de las actividades y posteriormente, realizar nuevas mediciones para poder verificar si la aplicación de estas estrategias ha sido

efectiva. De no tener una máxima reducción de los desperdicios, se debe realizar el proceso varias veces hasta obtenerlo.

- **Productividad**

Según Ghio (2000), “Es el cociente de la división de la producción entre los recursos usados para lograr dicha producción.” (p. 22). Existe productividad de materiales, equipos y de mano de obra; para lograr una productividad alta es necesario que estos tres tipos trabajen eficientemente para lograr los rendimientos esperados de manera óptima.

Una de las principales razones para analizar la productividad es poder encontrar las causas que están impidiendo el cumplimiento de los rendimientos estimados teniendo como consecuencia la dilatación de los tiempos y, por ende, sobrecostos.

Como se ha mencionado anteriormente, existen 3 tipos de productividad que están involucrados en el proceso de producción y son los siguientes:

- **Productividad de los materiales:** Para este punto es importante eliminar los desperdicios tales como sobreproducción o sobreprocesamiento debido a que generaría aumento en el uso de los materiales y, por ende, los costos se dispararían.
- **Productividad de la mano de obra:** Este tipo es el más importante debido a que con la mano de obra se genera el avance del trabajo y de su uso depende la productividad y optimización de los demás recursos.
- **Productividad de la maquinaria:** Debido al costo elevado de tarifas por HM, es necesario racionalizar su uso reduciendo los tiempos muertos que generan los equipos que están detenidos. Así mismo, es recomendable evaluar los ciclos de transporte de los equipos con el fin de optimizarlos.

### 2.3. Marco conceptual

- **Costo:** Según Calvo y Flores (2020) “El costo de un producto es la suma de los valores monetarios que se le asignan a la producción de un bien o servicio.” (p. 36)

- **Cuadrilla:** Según Capeco (2003) “Se llamará cuadrilla al número de personas (sea sola o en grupo) necesarias según el procedimiento de construcción adoptado, para alcanzar el rendimiento establecido”. (p. 267).

- **Eficiencia** Según Chiavenato (2013) “Eficiencia es una relación entre costos y beneficios; así mismo, se refiere a la mejor forma de realizar las cosas (método) a fin de que los recursos (personas, máquinas, materias primas) se apliquen de la forma más racional posible.” (p. 22).

- **Efectividad:** Según Covey (2003) “Efectividad está en función de dos cosas: lo que se produce y los medios o bienes de producción y la capacidad para producir.” (p. 33).

- **Estrategia:** Según Contreras (2013) “Estrategia se entiende como patrones de objetivos que se han concebido e iniciado con el propósito de darle a la organización una dirección planificada”

- **Flujo:** Según Ghio (2000) “Es el movimiento de información y materiales a través de la red de unidades de producción.” (p. 22).

- **Implementar:** Significa poner en funcionamiento algunas estrategias, pasos, oportunidades de mejora en el proceso de producción.

- **Metodología:** Según Tamayo (2003) “Es un procedimiento general para lograr de manera precisa el objetivo de la investigación, por lo cual nos presenta los métodos y técnicas para la realización de la investigación.” (p. 45).

- **Pérdidas:** Según Ghio (2000) “Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no le agrega valor al producto terminado” (p. 22).

- **Planificación:** Según Ghio (2000) es el “Acto de definir el criterio para generar las estrategias de producción, así como las directivas para lograr que se cumplan con éxito dichos criterios”. (p. 22).

- **Producción:** Según Chauvel y Tawfik (1993) “Se entiende por producción a la adición de un valor a un bien producto o servicio por efecto de transformación.” (p. 4).

- **Productividad:** Según Hernández y Mejía (2007), es “Indicador de efectividad en un sistema o proceso, donde relaciona la eficacia y la eficiencia dentro de un efecto sinérgico”. (p. 47)

- **Rendimiento:** Según Botero (2002) “Se define rendimiento de mano de obra, como la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla.” (p. 11).

- **Valor:** Según Pons (2014) “Se puede definir como el aprecio que un cliente o consumidor le da a un producto o servicio para satisfacer sus necesidades a un precio concreto, en un momento determinado” (p. 21)

- **Variabilidad:** Según Dagnino (2014) “Es la dispersión de los valores de una variable en una distribución teórica o en una muestra” (p. 1)

## 2.4. Sistema de hipótesis

La aplicación de la carta balance mejora la productividad en el proyecto de construcción del Botadero 2 Fase 5B Etapa 2 en la Unidad Minera La Arena.

## 2.5. Variables e indicadores

- **Variable dependiente**

La variable dependiente del proyecto de investigación es: Mejoramiento de productividad

**Tabla 1**

*Matriz de Operacionalidad de variables dependientes*

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
Mejoramiento de productividad	Según Serpell, “La productividad es la relación entre lo producido y lo consumido o recursos utilizados”.	Cantidad que produce una cuadrilla en un determinado tiempo y con cantidad de recursos empleados.	Mano de obra	-Rendimientos -Cuadrillas -Movimientos
			Materiales	-Desperdicios -Metrados
			Equipos	-Rendimientos -Cuadrillas -Transporte

Fuente: Vallejos (2024)

- **Variable independiente**

La variable independiente del proyecto de investigación es: Carta Balance

**Tabla 2**

*Matriz de Operacionalidad de variable independiente*

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores
------------------------	-----------------------	------------------------	-------------	-------------



### **III. METODOLOGÍA EMPLEADA**

#### **3.1. Tipo y nivel de investigación**

- **Tipo de investigación:**  
De acuerdo a la orientación o finalidad: Aplicada
- **Nivel de investigación:**  
De acuerdo a la técnica de contrastación: Aplicativa

#### **3.2. Población y muestra de estudio**

- **Población**

La población del presente trabajo de investigación fue la construcción del proyecto Botadero Fase 5B en la mina La Arena – Huamachuco.

- **Muestra**

La muestra que se utilizó involucró a las partidas correspondientes a la instalación de geosintéticos del proyecto de construcción del sector Efluentes del proyecto Botadero 2 Fase 5B Etapa 3, tales como: instalación de geotextil (1 capa), instalación de geomembrana y la instalación de geotextil (2 capa). Así mismo, se utilizó como muestra al personal en campo que participaron en la realización de las partidas mencionadas, estos son: operarios, oficiales, capataces y sus respectivos ayudantes

#### **3.3. Diseño de investigación**

- **Diseño de contrastación:**

En la presente investigación, de diseño no experimental, las variables no sufrieron alteraciones al momento en el que son analizadas debido a que estos análisis se realizan en un estado único en el tiempo.

Mediante el uso de la herramienta carta balance, se realizó el análisis de la muestra en campo antes y después de la implementación de estrategias de mejora y, posteriormente se evaluó los resultados que esta implementación ocasionó. Esta recolección de datos se realizó de forma directa del escenario a evaluar.

#### **3.4. Técnicas e instrumentos de investigación**

- **Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

**Observación:** Esta técnica fue una de las mejores para hacer uso por la manera práctica, sencilla y directa de obtener lo que se estuvo buscando que fue evaluar el estado actual del proceso del proyecto.

**Encuesta:** Esta técnica sirvió para obtener datos de manera directa del personal que se evaluó y ayudó a tener una idea más amplia de cómo ejecutan los procesos grupalmente y, según su perspectiva, en qué están teniendo falencias.

**Recopilación documental:** Para este proyecto de investigación, se planteó utilizar esta técnica con el fin de saber cuáles son los rendimientos históricos que se han tenido en la ejecución de las actividades y, según las condiciones presentadas, compararlos con los rendimientos actuales y se analizó de qué manera se podría mejorar la productividad.

- **Instrumentos de recolección de datos**

**Ficha de observación:** Este instrumento se utilizó para registrar todo lo que se ha observado en la evaluación de los procesos de producción. Con este registro se facilitó la identificación de los problemas que se encuentran en el desarrollo y se propusieron planes de acción.

**Cuaderno de notas:** Este instrumento ayudó a tener mapeados todos los planes de acción y oportunidades de mejora que relucieron en el registro mencionado anteriormente.

**Cuestionario:** Se generó una serie de preguntas que se realizó específicamente a una o más personas y se analizó el conocimiento y/o métodos que usan para realizar los procesos constructivos.

**Microsoft Office:** Se hicieron uso principalmente los programas de Word y Excel para procesar toda la información recolectada y se graficó los resultados, en los cuales se analizó el comportamiento de los recursos en el desarrollo del proceso de producción.

### **3.5. Procesamiento y análisis de datos**

Primero se identificó las partidas con sus respectivas cuadrillas que se evaluaron y se implementaron las herramientas Lean. Se registró todos los recursos que están involucrados en la ejecución de estas partidas seleccionadas.

Posterior a ello se realizaron 3 mediciones, y se registraron en el formato de la carta balance a cada una de las partidas seleccionadas y se mapeó la situación actual del proceso de producción antes de la implementación de la filosofía Lean. Los datos obtenidos se graficaron y tabularon, posteriormente se realizó una comparación y se verificó los beneficios de trabajar con la filosofía Lean.

Una vez que se hayan realizado las mediciones de la situación actual, se propusieron las medidas correctivas, según lo que se obtuvo en las mediciones realizadas, con la finalidad de que se aumente la productividad y se reduzca los desperdicios encontrados en el proceso de producción. Se volvió a realizar las mediciones y se obtuvieron los resultados finales del proyecto de investigación y, así mismo, se verificó el beneficio que se obtuvo de trabajar con la herramienta carta balance.

Se realizó la comparación mediante gráficos y otras herramientas sobre la situación inicial en la que se encontró el proceso de producción y la situación final que se obtuvo con la ayuda de las herramientas Lean.

## IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

### 4.1. Análisis e interpretación de resultados

- **Descripción del proyecto**

El proyecto considerado para la presente tesis consiste en la construcción de un Depósito de Desmonte y así, asegurar la continuidad de la operación de la Mina según lo proyectado. Como parte de la construcción de este componente se tiene la instalación del sistema de revestimiento, el cual contempla la colocación de materiales geosintéticos para conformar una superficie de baja permeabilidad. Este sistema consiste en la instalación de una lámina de geomembrana LLDPE lisa de 1.5 mm de espesor y dos láminas de geotextil no tejido de 270 g/m<sup>2</sup>.

Este proyecto cuenta con un presupuesto de \$754,220.34 y con un plazo de obra de 150 días calendario que vendría a ser 3 meses.

- **Partidas a analizar:**

#### 4.1..1. Instalación de geotextil (capa N° 1)

##### 4.1..1.1. Identificación de procesos

El objetivo principal de esta herramienta es dar a conocer cómo se distribuye el tiempo que emplea el personal de obra en la ejecución de esta partida, ya sea de manera individual o grupal. Para lo cual es importante tener bien identificadas las actividades y clasificarlas dependiendo el valor que agreguen a la partida y posteriormente, analizar e implementar medidas correctivas.

La primera partida que se consideró para evaluación corresponde a la primera capa de Instalación de geotextil, para lo cual se han identificado y clasificado las actividades según su valor en trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC)

**Tabla 3**

*Identificación de TP, TC y TNC en la instalación de geotextil*

<b>TRABAJOS PRODUCTIVOS</b>	
<b>TP</b>	Despliegue de geotextil
<b>TRABAJOS CONTRIBUTORIOS</b>	
<b>TC1</b>	Soldadura

<b>TC2</b>	Habilitación de material
<b>TC3</b>	Colocación de sacos en plataforma
<b>TC4</b>	Colocación de sacos en zanja
<b>TC5</b>	Colocación de líneas de despliegue
<b>TC6</b>	Habilitación de líneas de despliegue

---

**TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS**

---

<b>TNC1</b>	Traslado de material
<b>TNC2</b>	Traslado de personal
<b>TNC3</b>	Espera por traslado de material
<b>TNC4</b>	Llenado de sacos
<b>TNC5</b>	Traslado de sacos
<b>TNC6</b>	Espera por condiciones climáticas
<b>TNC7</b>	Llenado de documentos seguridad
<b>TNC8</b>	Esperas por habilitación de frente
<b>TNC9</b>	Orden y limpieza

---

Fuente: (Vallejos, 2024)

#### **4.1..1.2. Resultados y gráficos por trabajador**

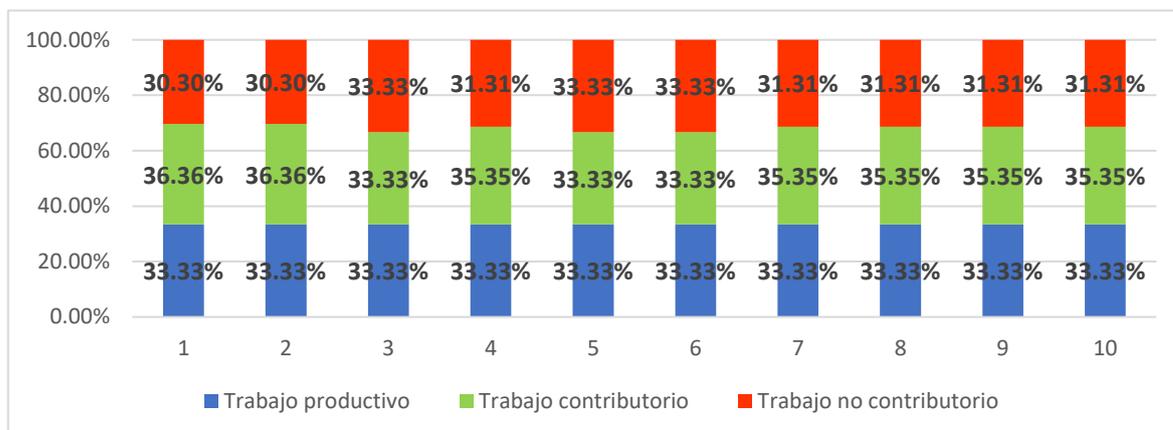
- **Primera muestra**

Se analizó la partida de instalación de primera capa de geotextil y se tomó el registro de las mediciones para conocer la productividad que se tenía en ese momento. Se tomaron 3 muestras con una duración de 198 minutos cada una. Estos registros obtenidos plasmados en el formato de la herramienta carta balance se pueden observar en los anexos.

En la siguiente gráfica se puede visualizar el resumen porcentual de los tiempos empleados por cada trabajador, evaluados en la primera muestra, identificando cuales tiene mejor productividad y cuáles no.

**Figura 1**

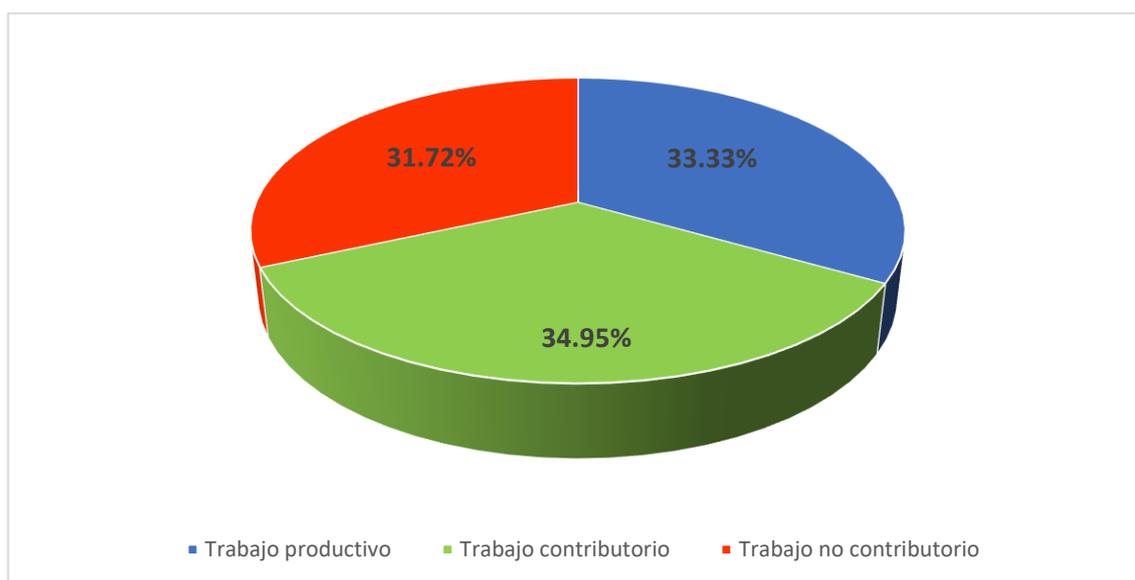
*Productividad del trabajador: Inst. geotextil muestra N°1*



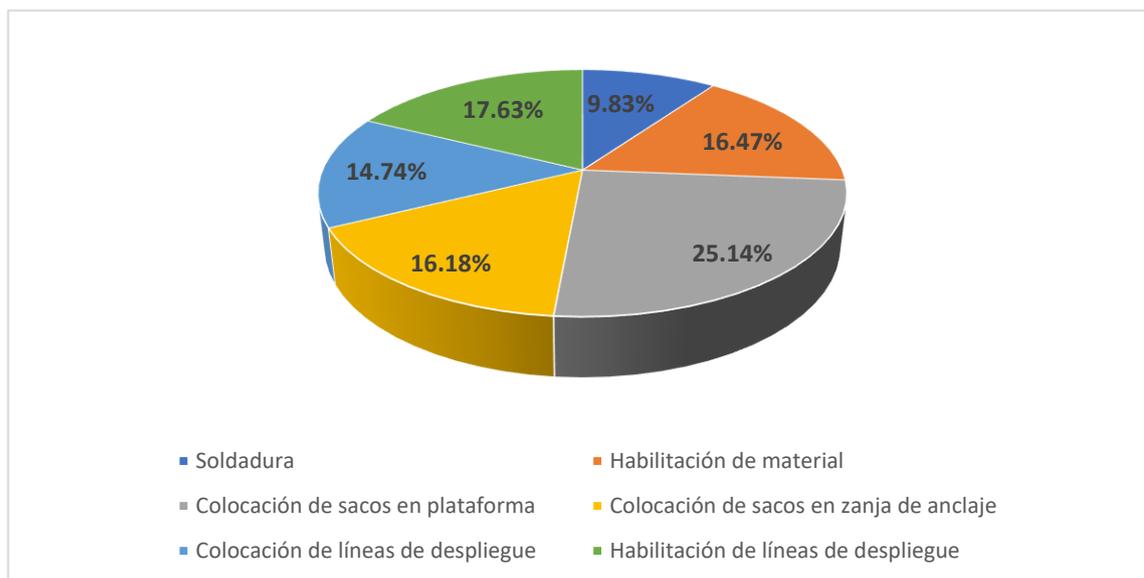
Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **33.33%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **34.95%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **31.72%** en trabajos no contributorios.

**Figura 2**

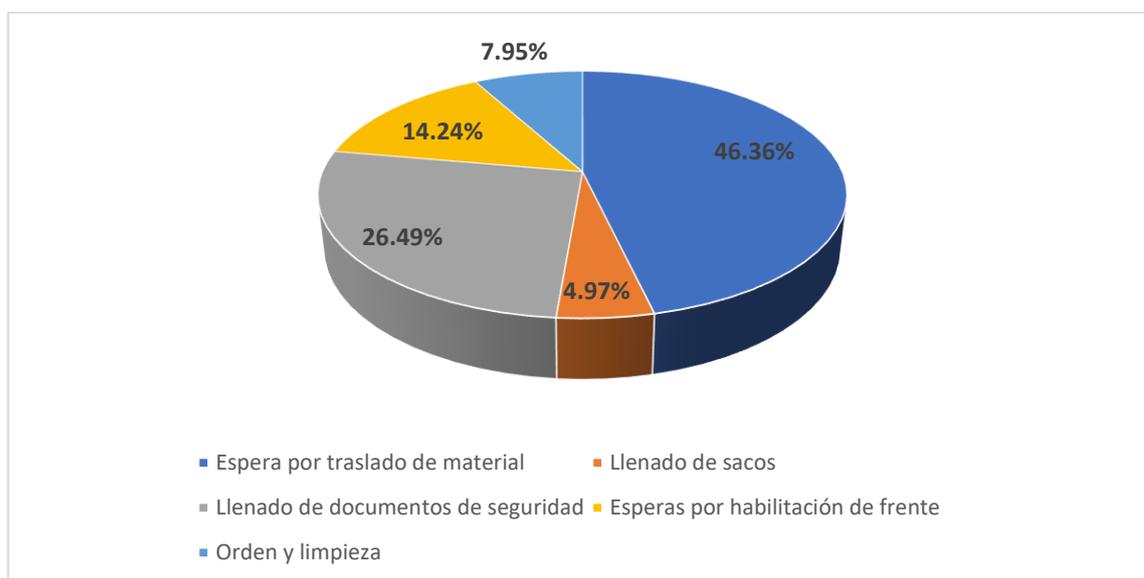
*Distribución general del trabajo: Inst. geotextil muestra N°1*



El **34.95%** correspondiente a trabajos contributorios se ha empleado según la distribución que se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 3***Distribución TC - Inst. geotextil muestra N°1*

Y el **31.72%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido de la siguiente manera

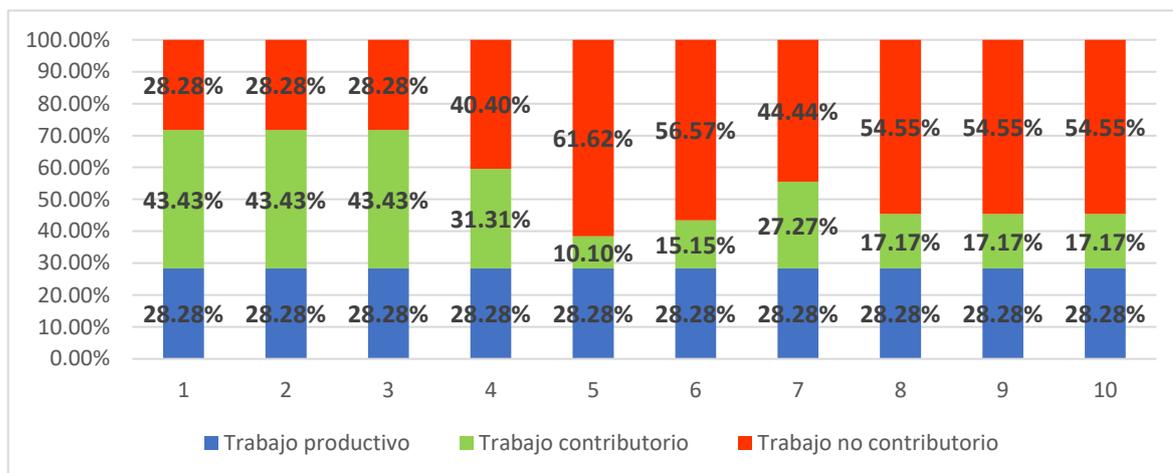
**Figura 4***Distribución TNC - Inst. geotextil muestra N°1*

- **Segunda muestra**

En la segunda evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

Figura 5

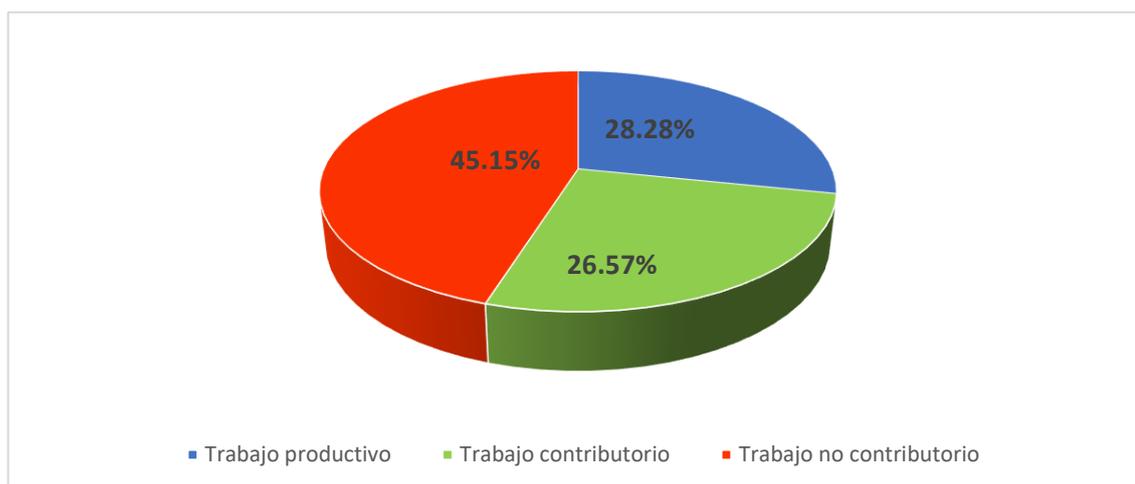
*Productividad del trabajador: Inst. geotextil muestra N°2*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **28.28%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **26.57%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **45.15%** en trabajos no contributorios.

Figura 6

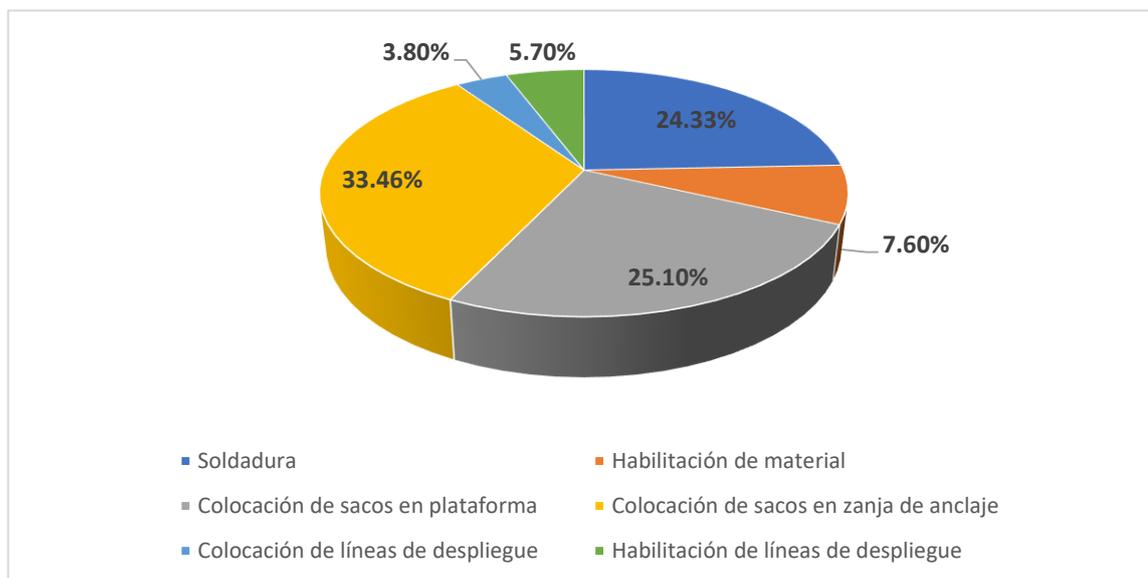
*Distribución general del trabajo: Inst. geotextil muestra N°2*



El **26.57%** correspondiente a trabajos contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 7**

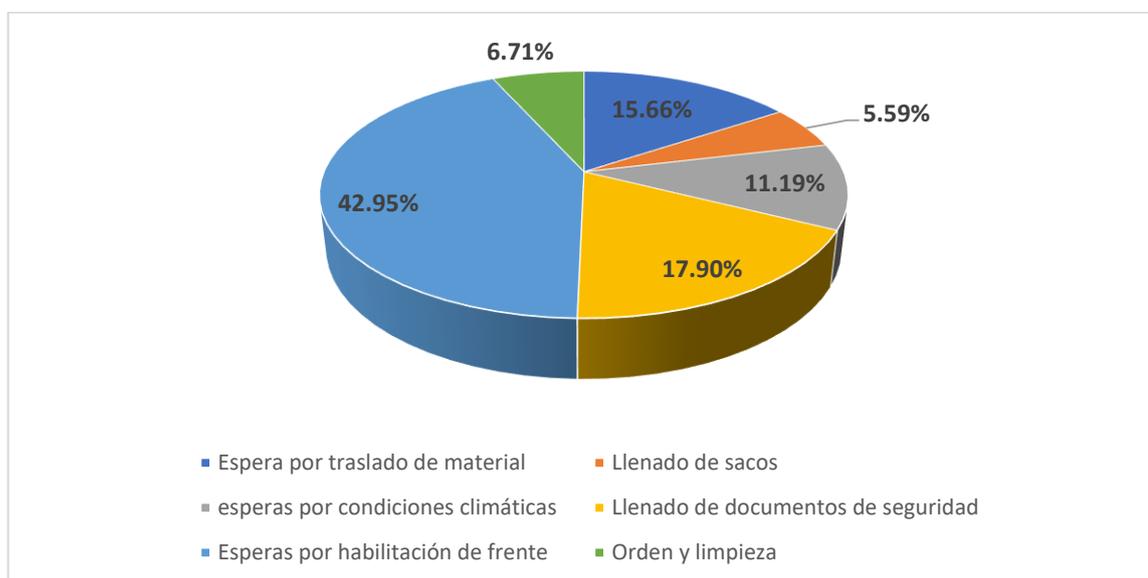
*Distribución TC - Inst. geotextil muestra N°2*



El 45.15% correspondiente a trabajos no contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 8**

*Distribución TNC - Inst. geotextil muestra N°2*

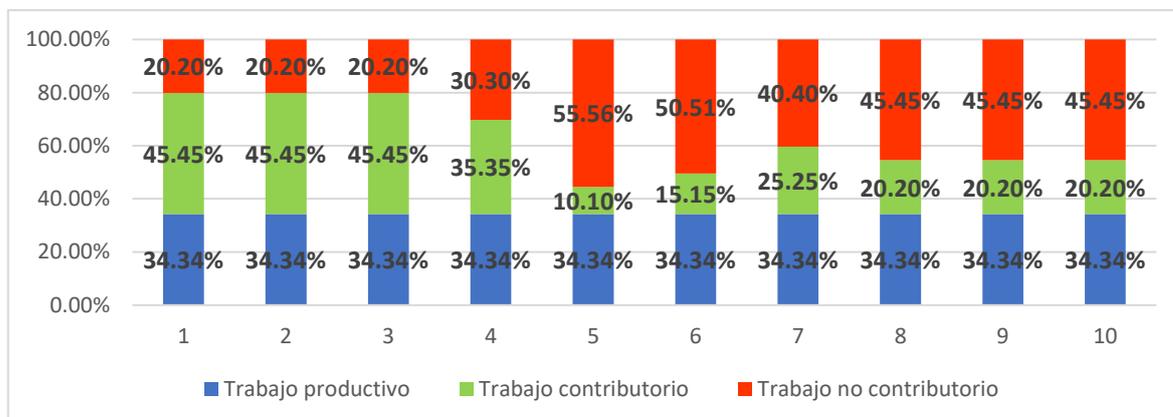


- **Tercera muestra**

En la tercera evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 9**

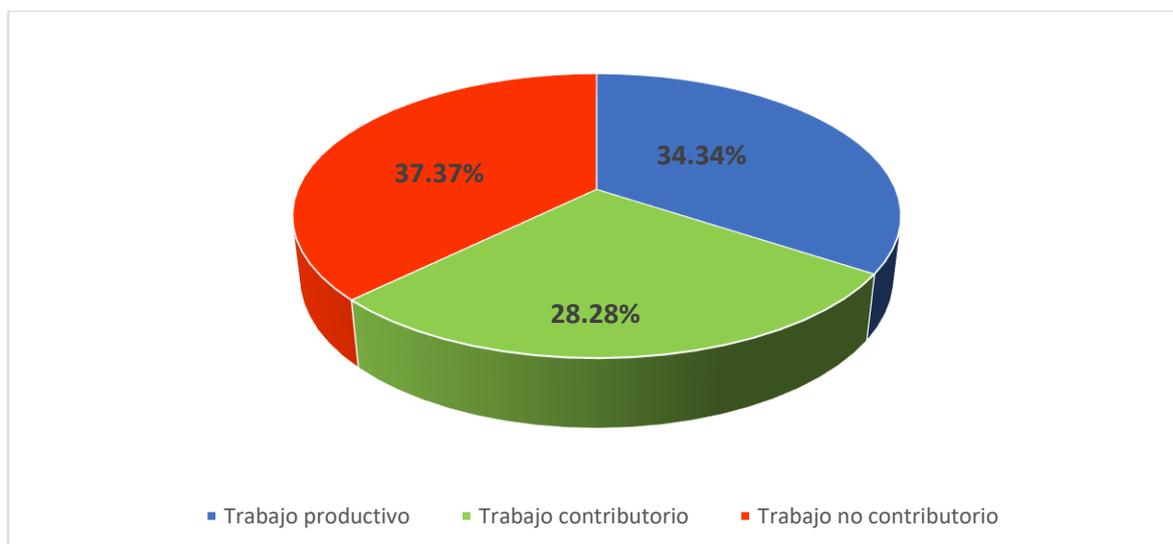
*Productividad del trabajador: Inst. geotextil muestra N°3*



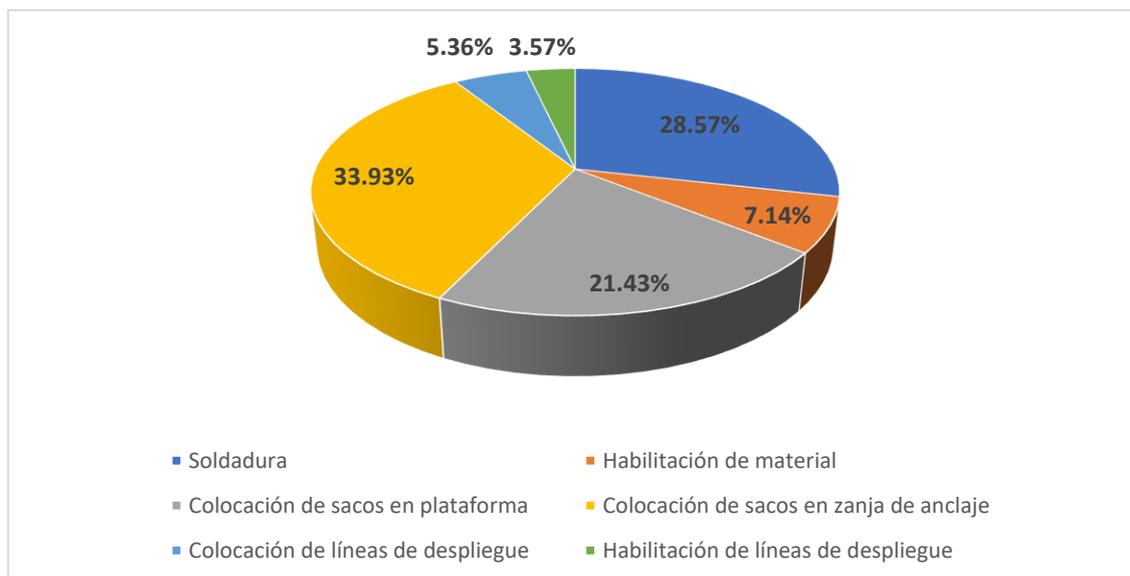
En la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **34.34%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **28.28%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **37.37%** en trabajos no contributorios.

**Figura 10**

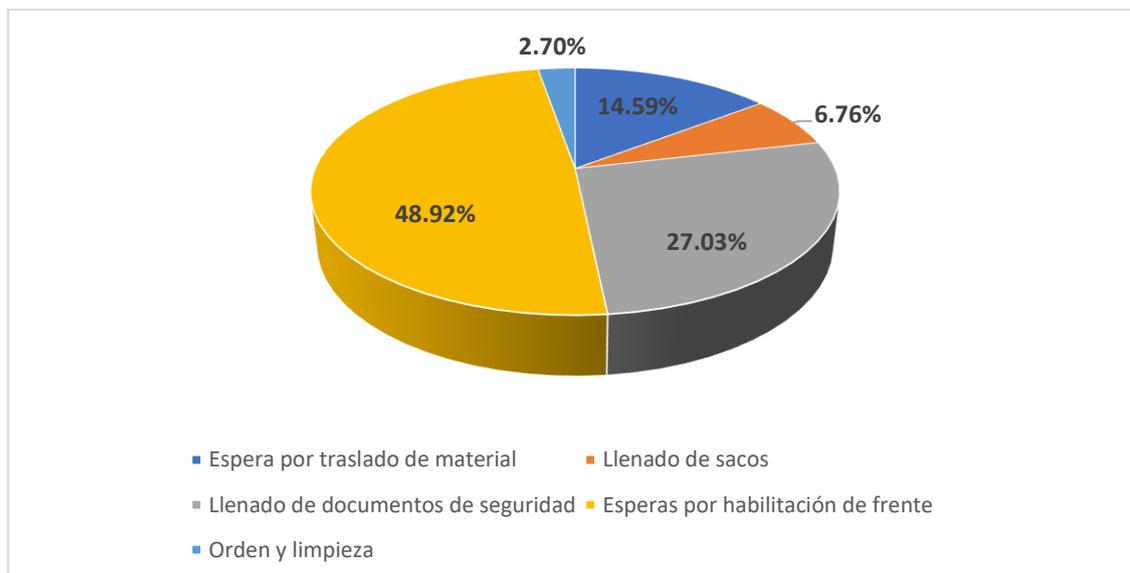
*Distribución general del trabajo: Inst. geotextil muestra N°3*



El **28.28%** correspondiente a trabajos contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 11***Distribución TC - Inst. geotextil muestra N°3*

El **37.37%** correspondiente a trabajos no contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 12***Distribución TNC - Inst. geotextil muestra N°3*

#### 4.1..2. Instalación de geomembrana

##### 4.1..2.1. Identificación de procesos

La siguiente partida que se consideró para evaluación corresponde a la Instalación de geomembrana, para lo cual se han identificado y clasificado las actividades según su valor en trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC) tal y como se muestra en la siguiente tabla.

**Tabla 4**

*Identificación de TP, TC y TNC en instalación de geomembrana*

<b>TRABAJOS PRODUCTIVOS</b>	
<b>TP</b>	Despliegue de geomembrana
<b>TRABAJOS CONTRIBUTORIOS</b>	
<b>TC1</b>	Soldadura
<b>TC2</b>	Habilitación de material
<b>TC3</b>	Colocación de sacos en plataforma
<b>TC4</b>	Colocación de sacos en zanja
<b>TC5</b>	Colocación de líneas de despliegue
<b>TC6</b>	Habilitación de líneas de despliegue
<b>TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS</b>	
<b>TNC1</b>	Traslado de material
<b>TNC2</b>	Traslado de personal
<b>TNC3</b>	Espera por traslado de material
<b>TNC4</b>	Llenado de sacos
<b>TNC5</b>	Traslado de sacos
<b>TNC6</b>	Espera por condiciones climáticas
<b>TNC7</b>	Llenado de documentos seguridad
<b>TNC8</b>	Esperas por habilitación de frente
<b>TNC9</b>	Orden y limpieza

Fuente: Vallejos (2024)

##### 4.1..2.2. Resultados y gráficas por trabajador

- **Primera muestra**

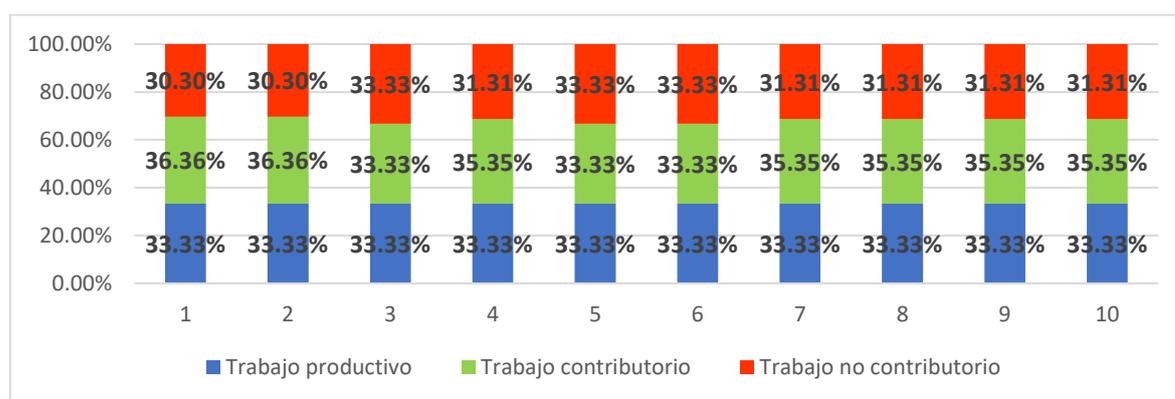
Se analizó la partida de instalación de geomembrana y se tomó el registro de las mediciones para conocer la productividad que se tenía en ese momento.

Al igual que en la instalación de geotextil, se tomaron 3 muestras con una duración de 198 minutos cada una. Estos registros obtenidos plasmados en el formato de la herramienta carta balance se pueden observar en los anexos.

En la siguiente gráfica se puede visualizar el resumen porcentual de los tiempos empleados por cada trabajador, evaluados en la primera muestra, identificando cuales tiene mejor productividad y cuáles no.

**Figura 13**

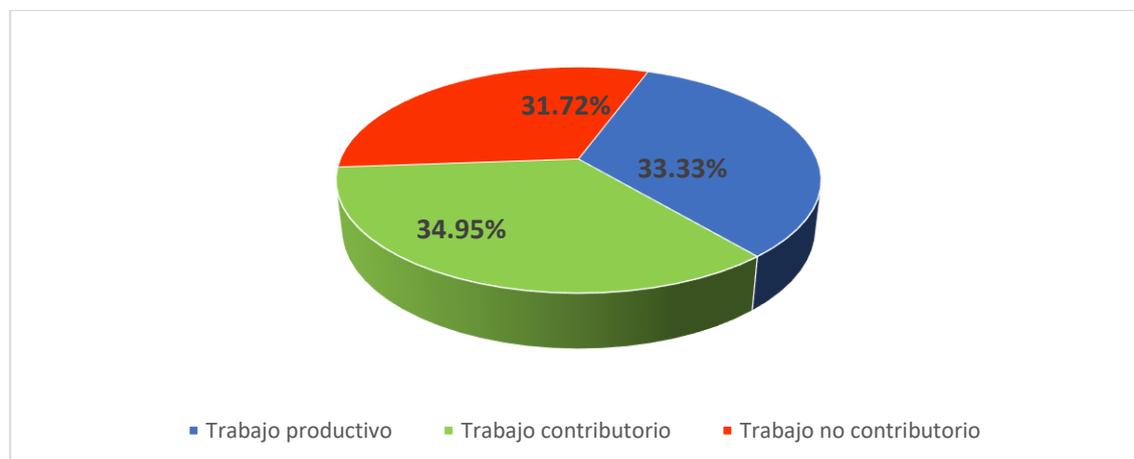
*Productividad del trabajador: Inst. de geomembrana muestra N°1*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **33.33%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **34.95%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **31.72%** en trabajos no contributorios.

**Figura 14**

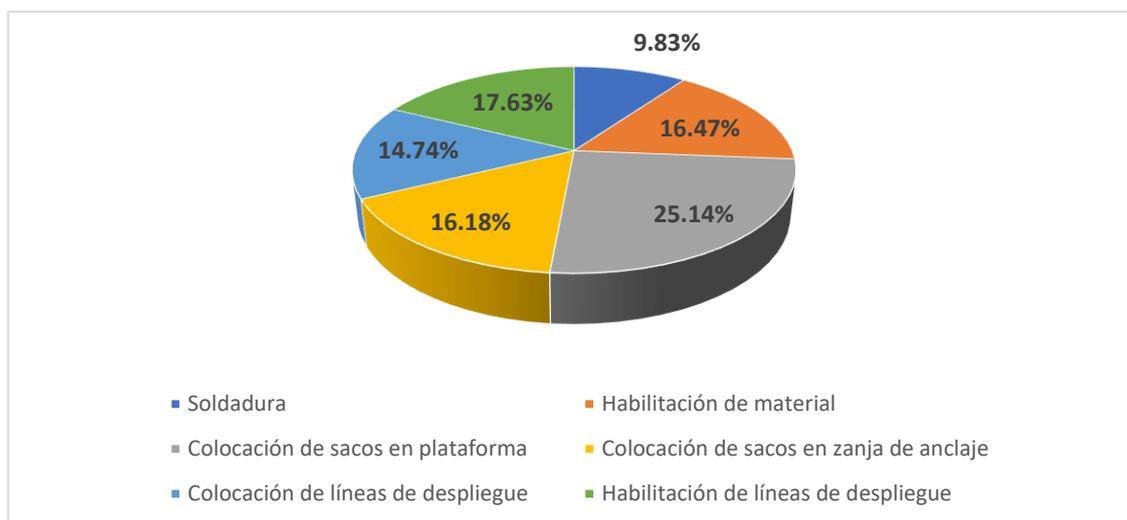
*Distribución general del trabajo: Inst. de geomembrana muestra N°1*



El **34.95%** correspondiente a trabajos contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 15**

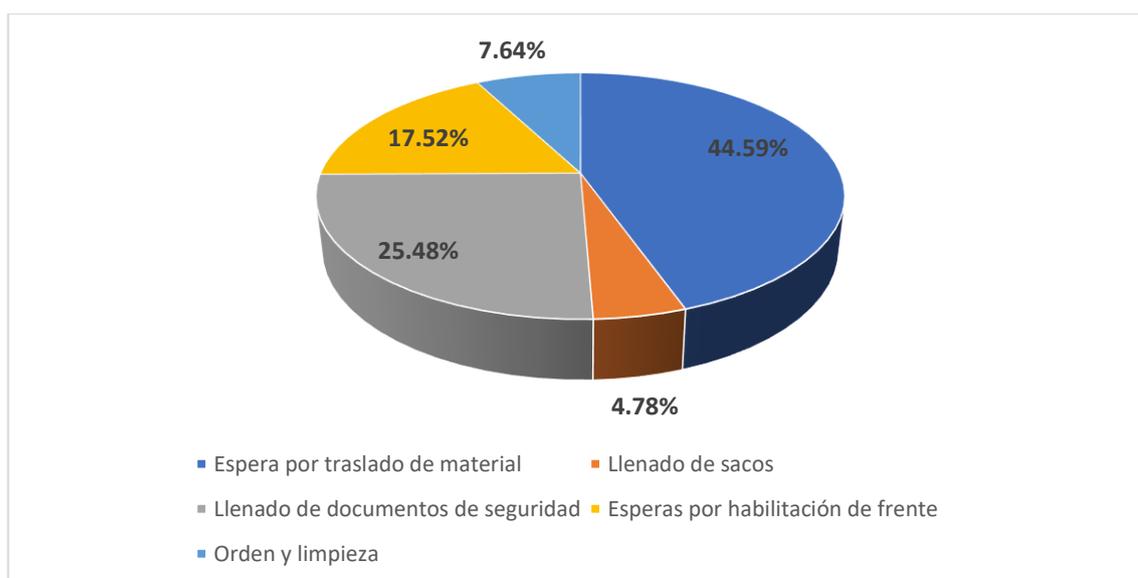
*Distribución TC - Inst. geomembrana muestra N°1*



El **31.72%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 16**

*Distribución TNC - Inst. geomembrana muestra N°1*

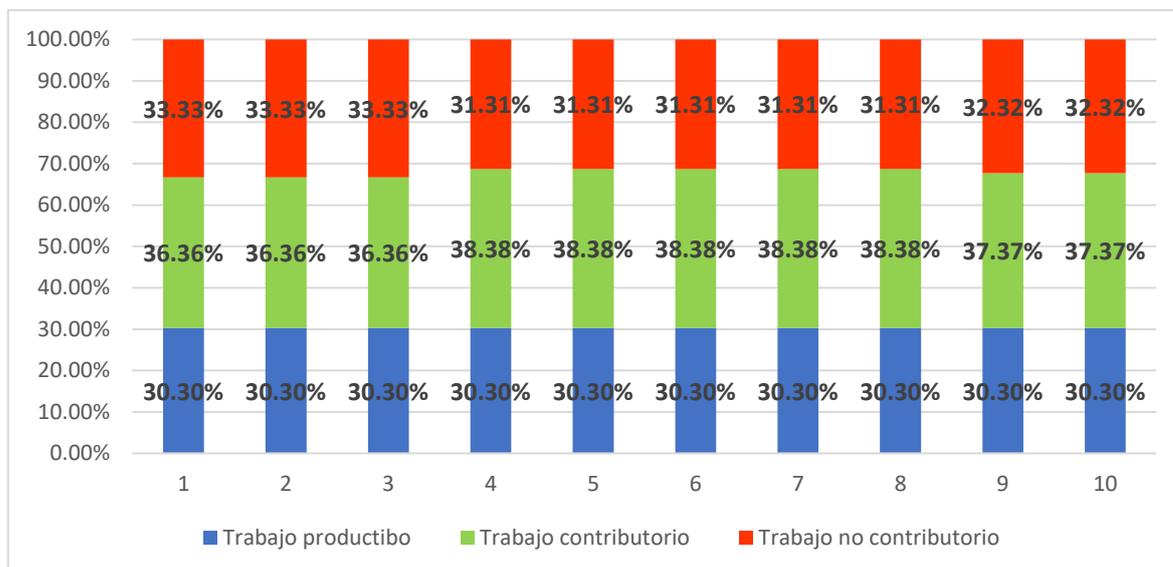


- **Segunda muestra**

En la segunda evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 17**

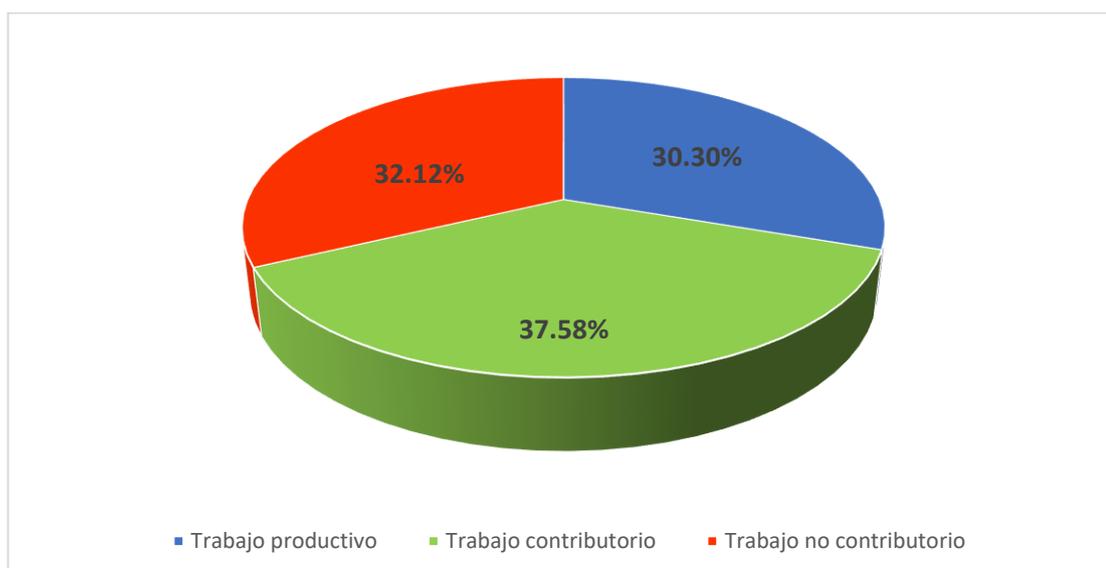
*Productividad del trabajador: Inst. geomembrana muestra N°2*



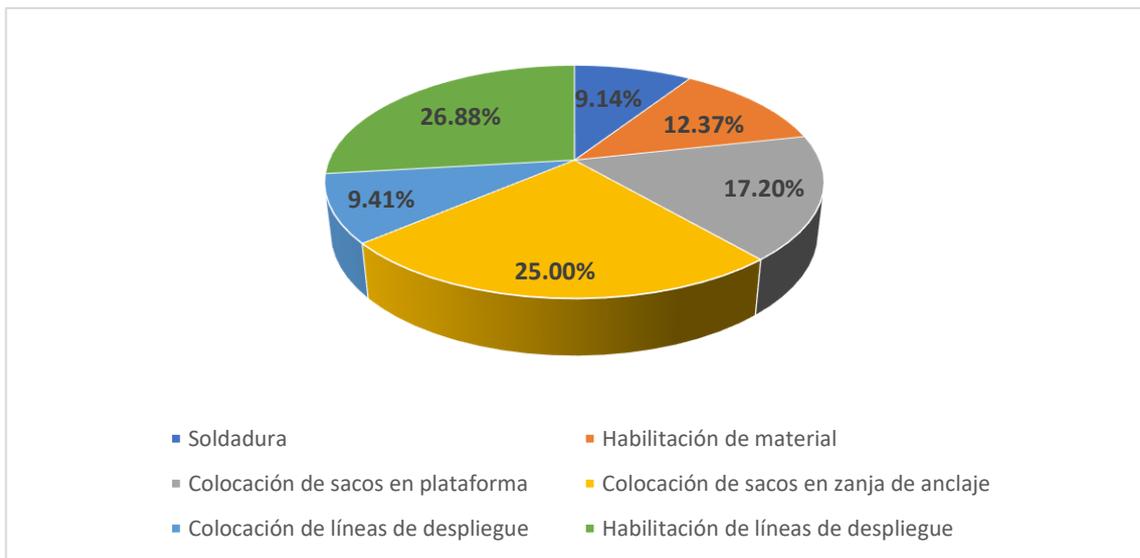
En la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **30.30%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **37.58%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **32.12%** en trabajos no contributorios.

**Figura 18**

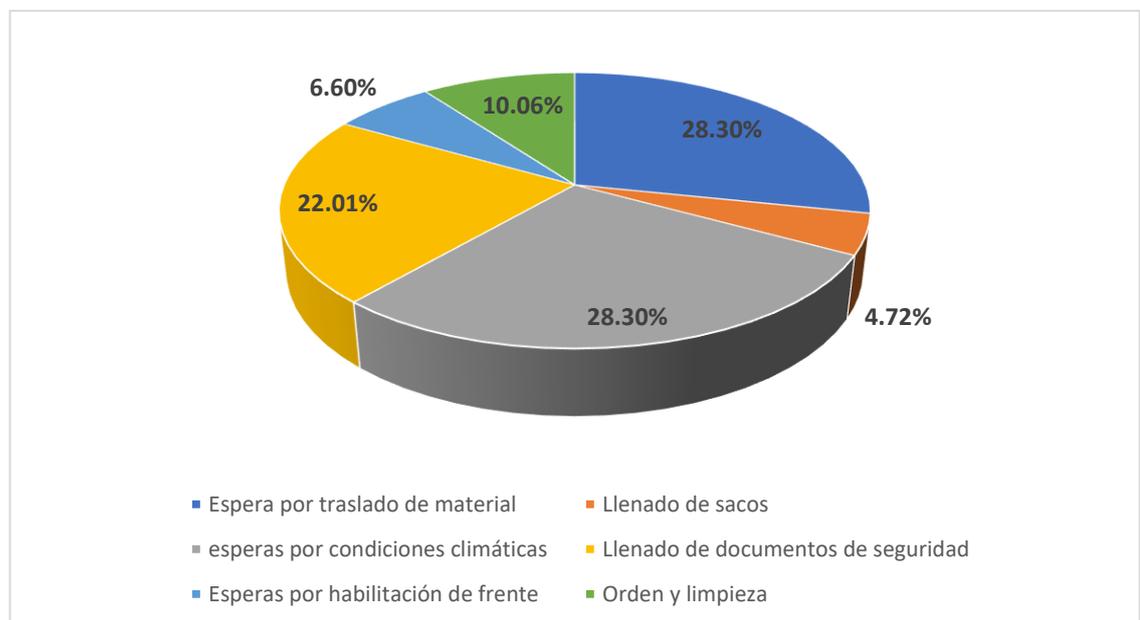
*Distribución general del trabajo: Inst. geomembrana muestra N°2*



El **37.58%** correspondiente a trabajos contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 19***Distribución TC - Inst. geomembrana muestra N°2*

El **32.12%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

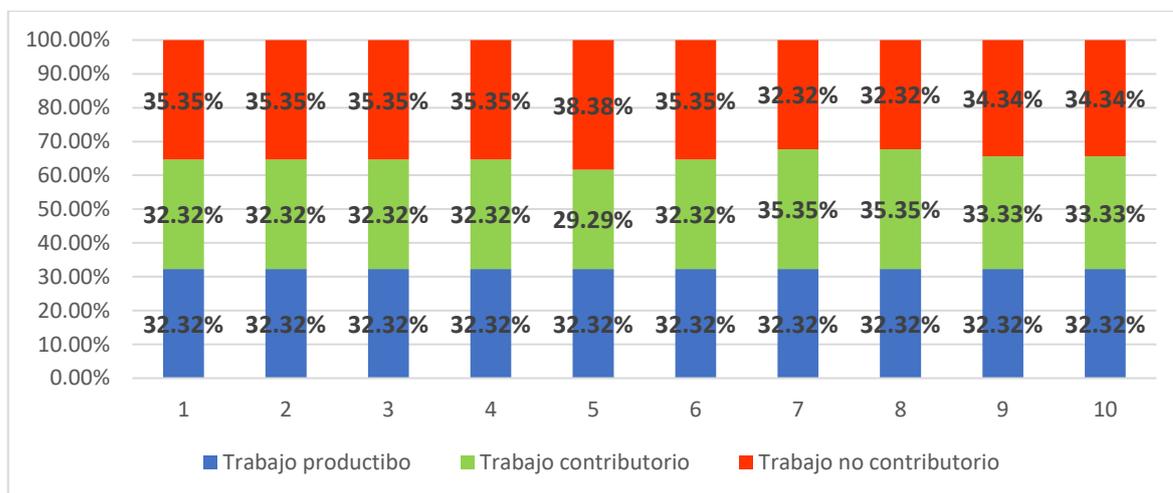
**Figura 20***Distribución TNC - Inst. geomembrana muestra N°2*

- **Tercera muestra**

En la tercera evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 21**

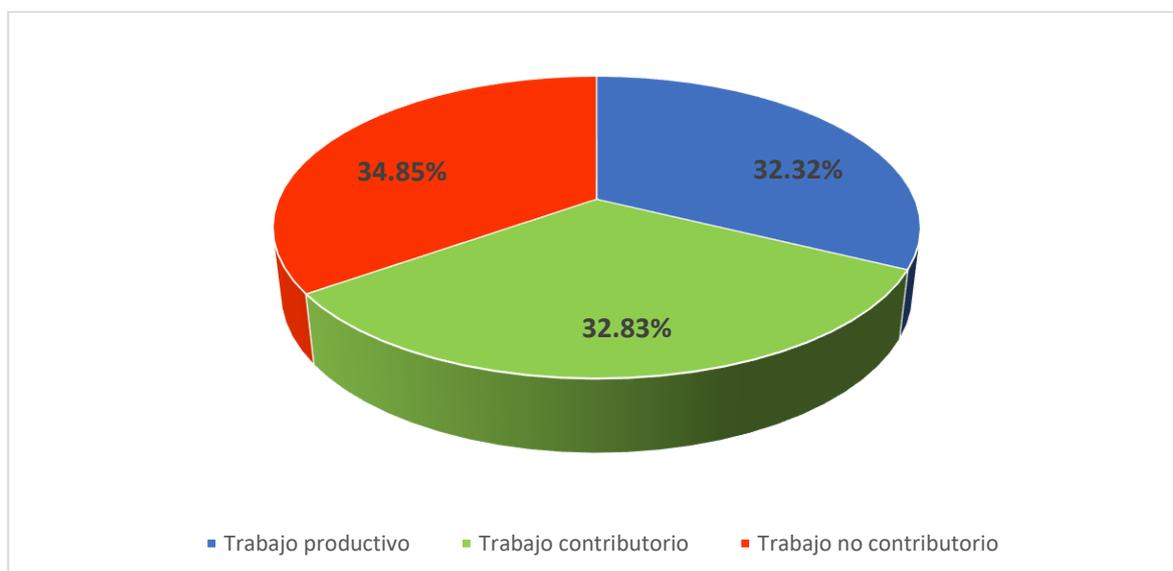
*Productividad del trabajador: Inst. geomembrana muestra N°3*



En la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **32.32%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el trabajo contributorio rodea entre el **32.83%** y el **34.85%** en trabajos no contributorios.

**Figura 22**

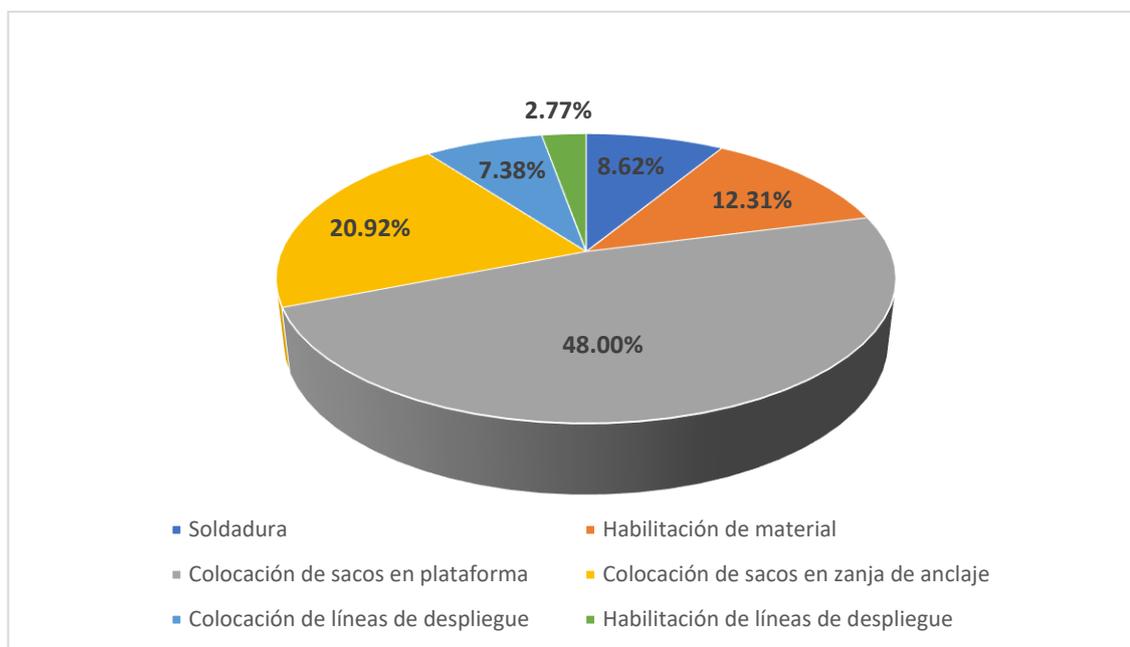
*Distribución general del trabajo: inst. geomembrana muestra N°3*



El **32.83%** correspondiente a trabajos contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 23**

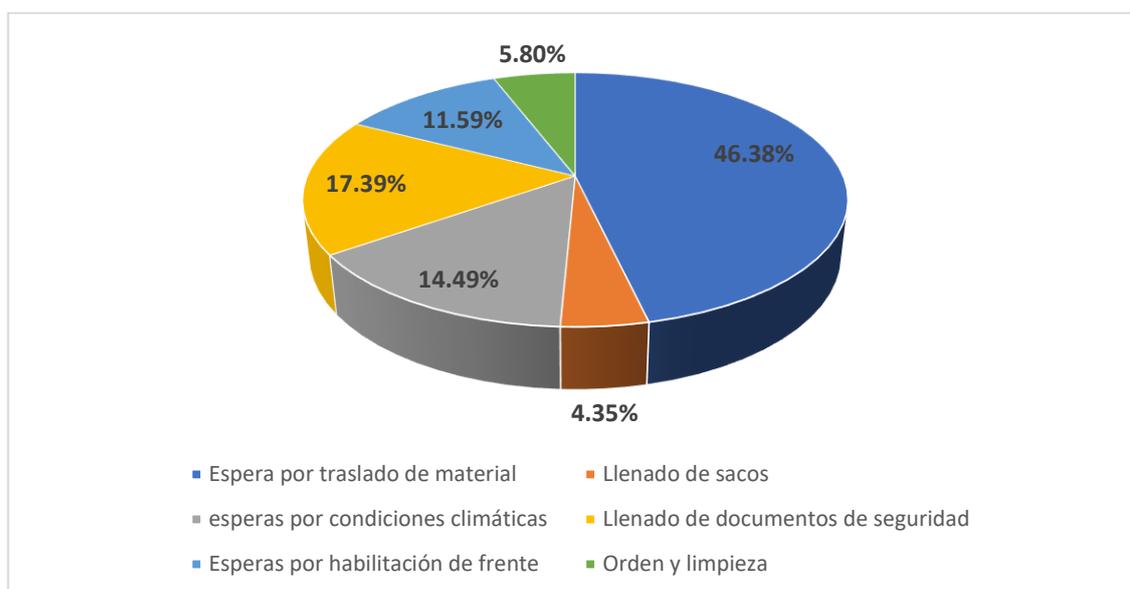
*Distribución TC - Inst. geomembrana muestra N°3*



El **34.85%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 24**

*Distribución TNC - Inst. geomembrana muestra N°3*



### 4.1..3. Instalación de geotextil (capa N° 2)

#### 4.1..3.1. Identificación de procesos

La última partida que se consideró para evaluación corresponde a la segunda capa de Instalación de geotextil, para lo cual se han identificado y clasificado las actividades según su valor en trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC)

**Tabla 5**

*Identificación de TP, TC y TNC en instalación de geotextil*

<b>TRABAJOS PRODUCTIVOS</b>	
<b>TP</b>	Despliegue de geotextil
<b>TRABAJOS CONTRIBUTORIOS</b>	
<b>TC1</b>	Soldadura
<b>TC2</b>	Habilitación de material
<b>TC3</b>	Colocación de sacos en plataforma
<b>TC4</b>	Colocación de sacos en zanja
<b>TC5</b>	Colocación de líneas de despliegue
<b>TC6</b>	Habilitación de líneas de despliegue
<b>TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS</b>	
<b>TNC1</b>	Traslado de material
<b>TNC2</b>	Traslado de personal
<b>TNC3</b>	Espera por traslado de material
<b>TNC4</b>	Llenado de sacos
<b>TNC5</b>	Traslado de sacos
<b>TNC6</b>	Espera por condiciones climáticas
<b>TNC7</b>	Llenado de documentos seguridad
<b>TNC8</b>	Esperas por habilitación de frente
<b>TNC9</b>	Orden y limpieza

Fuente: Vallejos (2024)

#### 4.1..3.2. Resultados y gráficos por trabajador

- **Primera muestra**

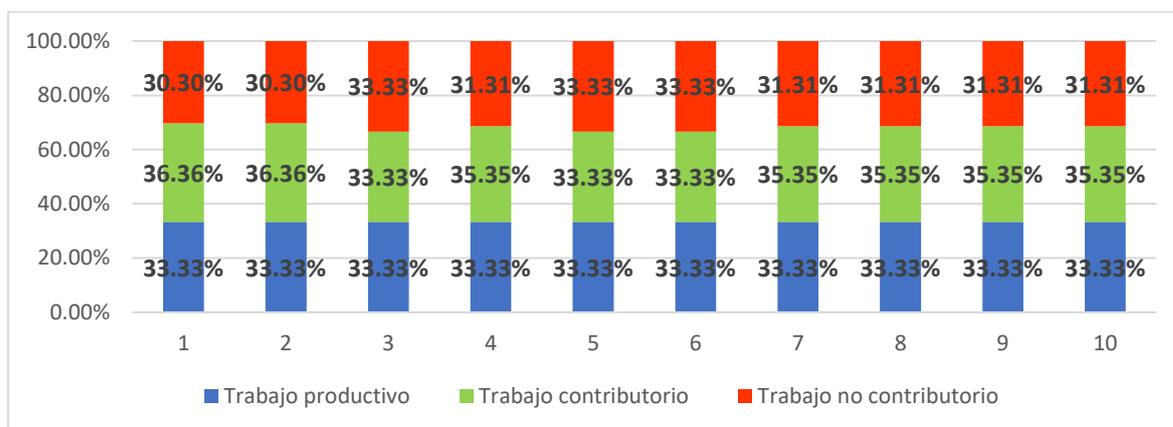
Se analizó la partida de instalación de segunda capa de geotextil y se tomó el registro de las mediciones para conocer la productividad que se tenía en

ese momento. Por lo que, se volvieron a tomar 3 muestras con una duración de 198 minutos cada una. Estos registros obtenidos plasmados en el formato de la herramienta carta balance se pueden observar en los anexos.

En la siguiente gráfica se puede visualizar el resumen porcentual de los tiempos empleados por cada trabajador, evaluados en la primera muestra, identificando cuales tiene mejor productividad y cuáles no.

**Figura 25**

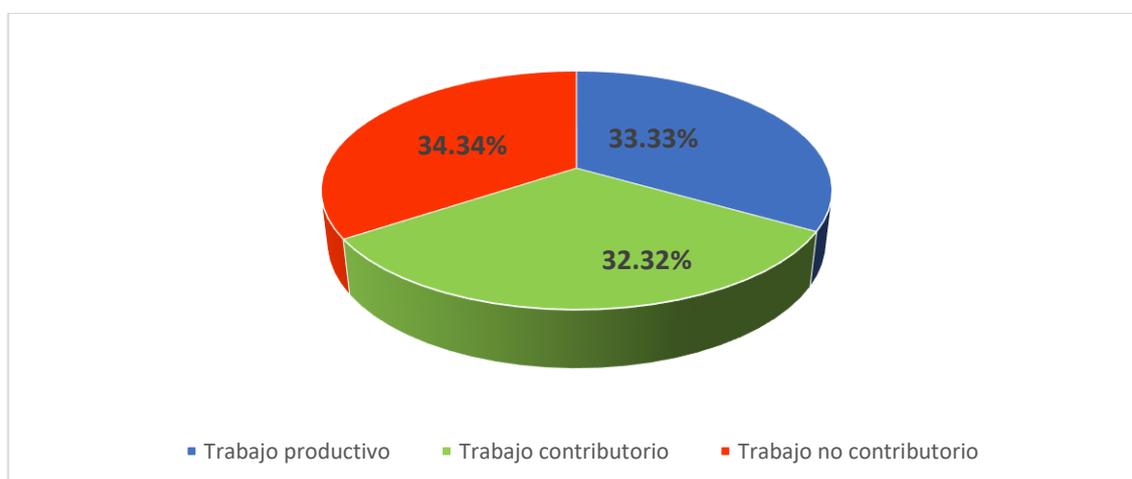
*Productividad del trabajador: 2da inst. geotextil muestra N°1*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **33.33%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **34.95%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **31.72%** en trabajos no contributorios.

**Figura 26**

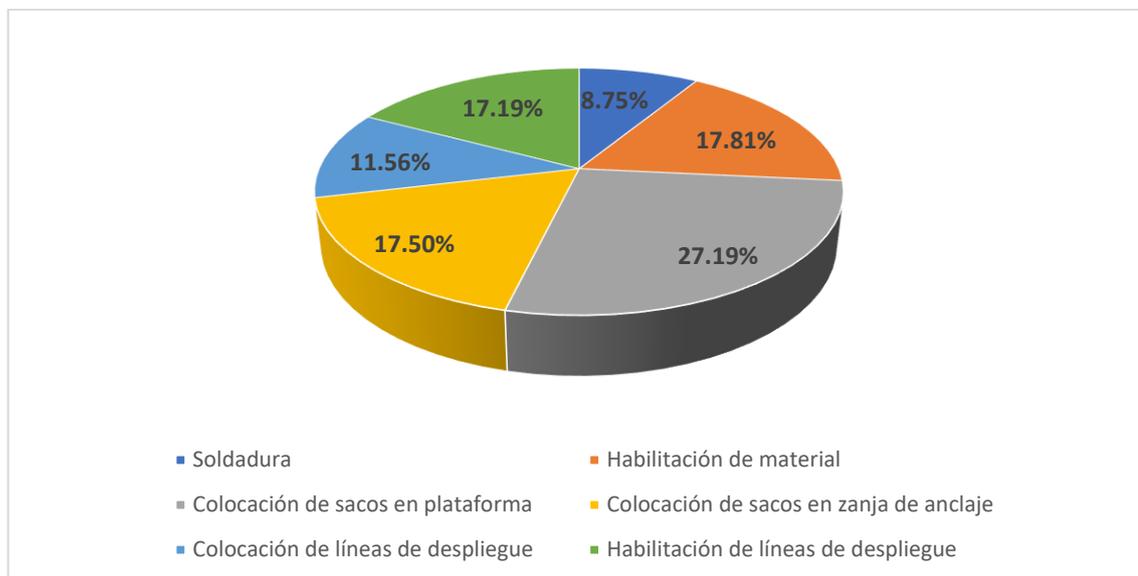
*Distribución general del trabajo: 2da inst. de geotextil muestra N°1*



El **34.95%** correspondiente a trabajos contributivos se ha empleado según la distribución que se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 27**

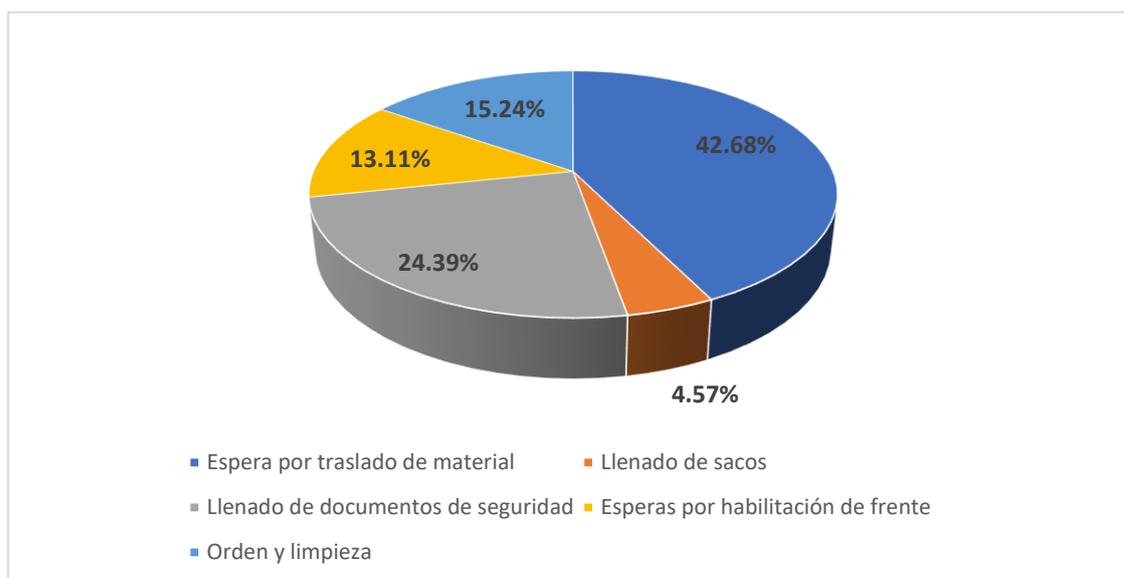
*Distribución TC - 2da capa inst. geotextil muestra N°1*



Y el **31.72%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido de la siguiente manera

**Figura 28**

*Distribución TNC - 2da inst. geotextil muestra N°1*

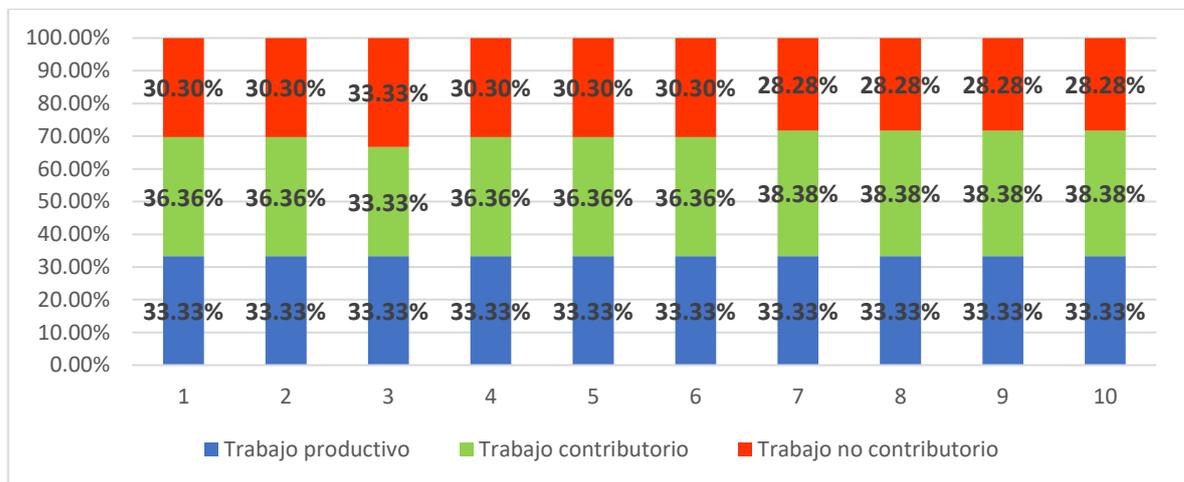


- **Segunda muestra**

En la segunda evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 29**

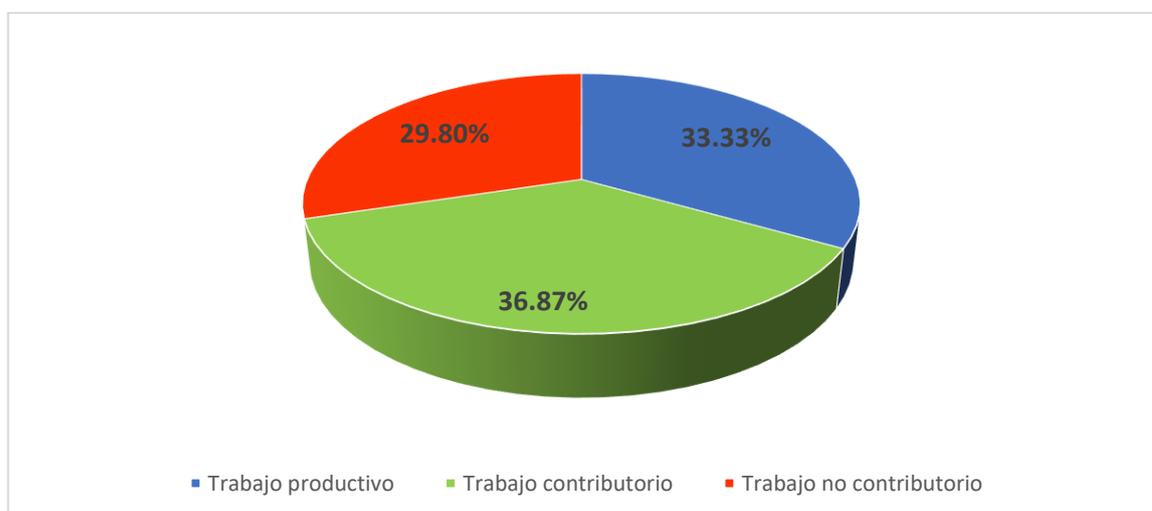
*Productividad del trabajador: 2da capa inst. geotextil muestra N°2*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **33.33%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **36.87%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **29.80%** en trabajos no contributorios.

**Figura 30**

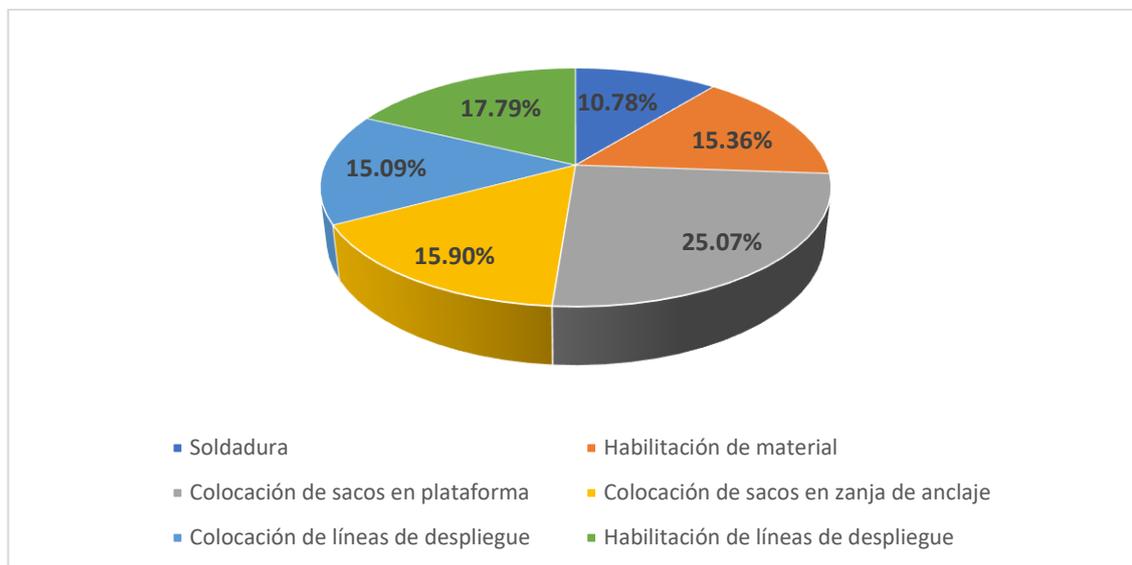
*Distribución general del trabajo: 2da inst. geotextil muestra N°2*



El **36.87%** correspondiente a trabajos contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 31**

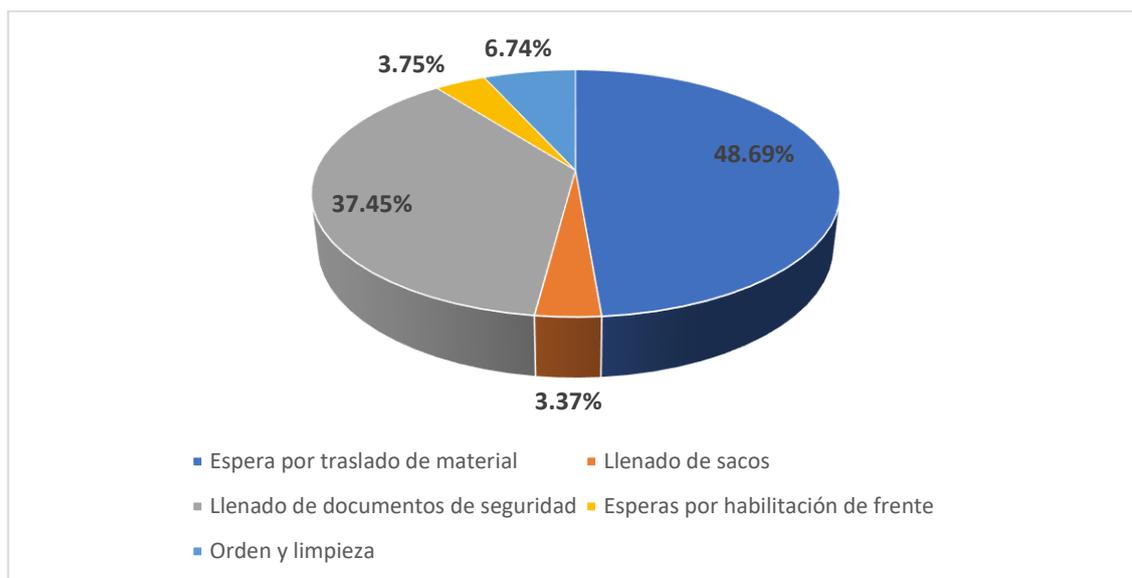
*Distribución TC - 2da inst. geotextil muestra N°2*



El **29.80%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 32**

*Distribución TNC - 2da inst. geotextil muestra N°2*

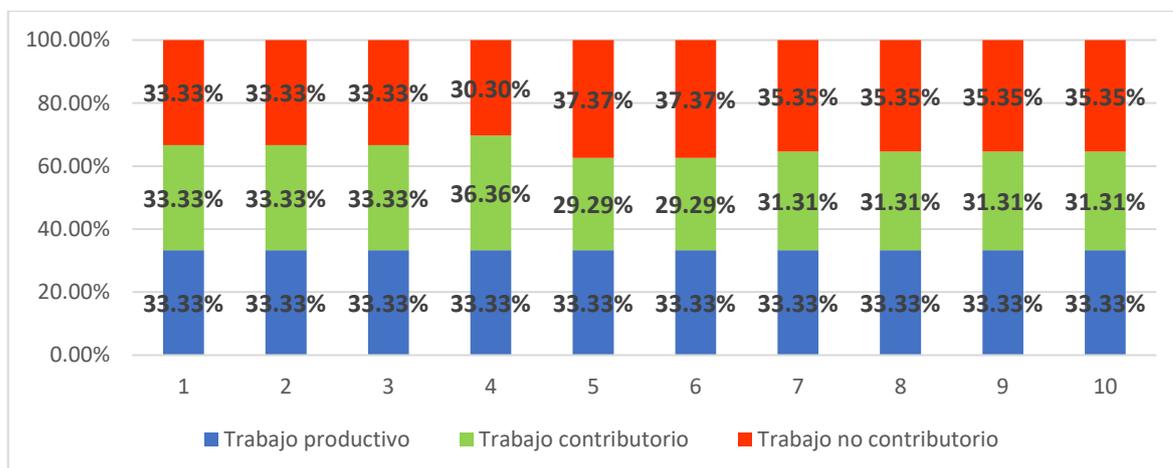


- **Tercera muestra**

En la tercera evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 33**

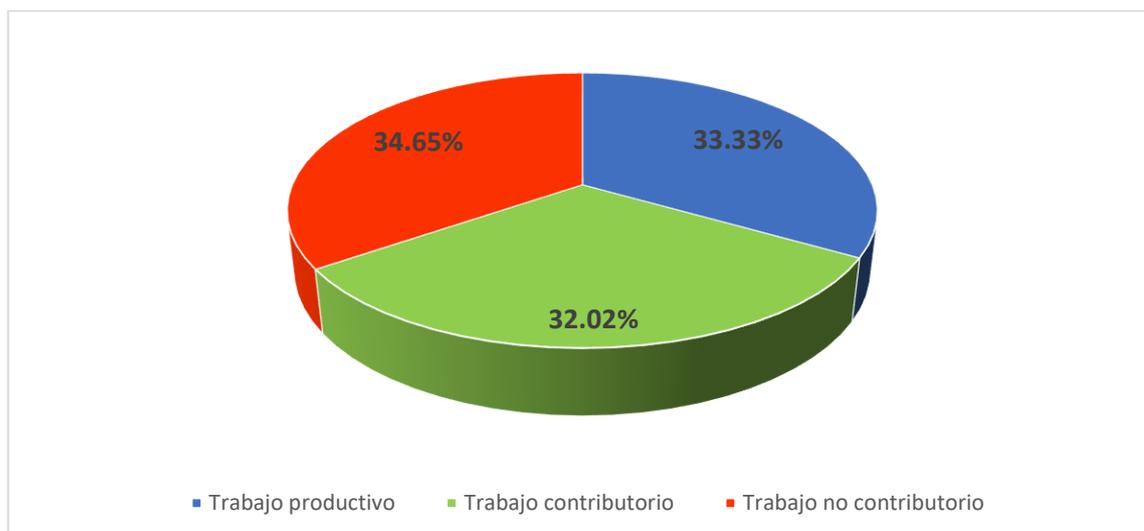
*Productividad del trabajador: 2da inst. geotextil muestra N°3*



En la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **33.33%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **32.02%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **34.65%** en trabajos no contributorios.

**Figura 34**

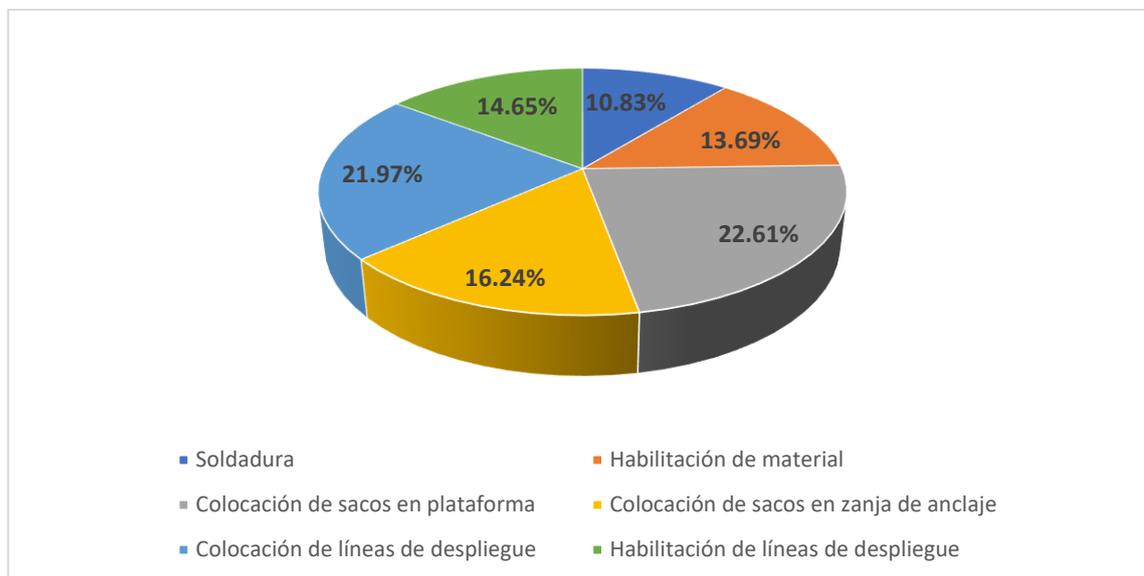
*Distribución general del trabajo: 2da inst. geotextil muestra N°3*



El **32.02%** correspondiente a trabajos contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 35**

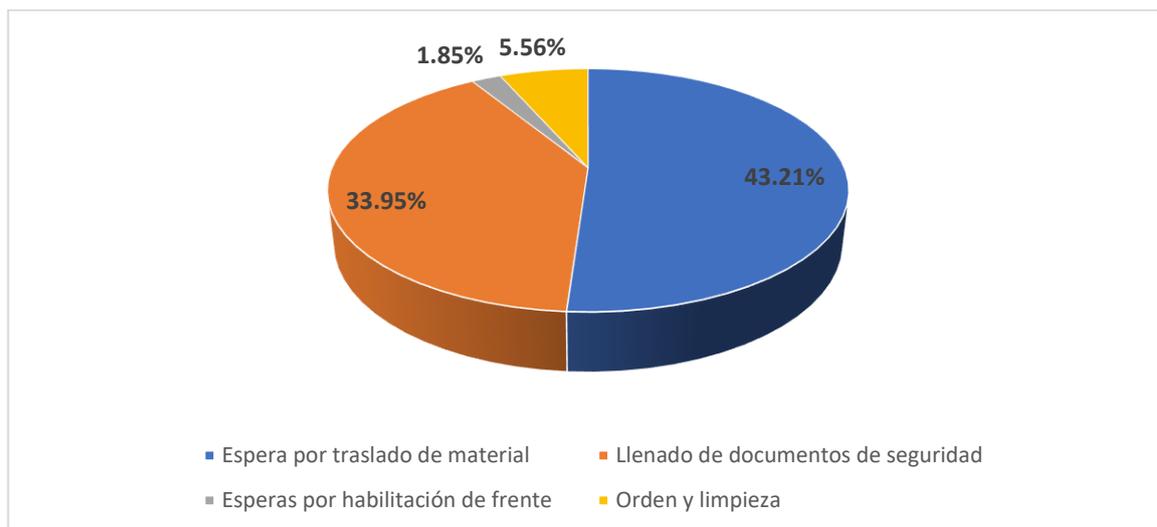
*Distribución TC - 2da inst. geotextil muestra N°3*



El **34.65%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 36**

*Distribución TNC - 2da inst. geotextil muestra N°3*



- **Planteamiento de estrategias de mejora**

Debido a los resultados obtenidos en la medición de la productividad de las tres partidas analizadas, se procedió a implementar estrategias de mejora

con la finalidad de disminuir y/o eliminar los tiempos de las actividades que no generan valor. Estas actividades están clasificadas dentro de los trabajos contributorios (TC) y trabajos no contributorios (TNC)

#### **4.1..1. Instalación de geotextil (Capa N°1)**

Como primera alternativa de mejora, se propuso que para el llenado de documentos de seguridad el supervisor de campo esté presente desde el momento en que se empieza a llenar los documentos, debido a que en un principio se tenían largos minutos de espera para la firma de estos mientras el supervisor se trasladaba a este frente.

Se recomendó que para disminuir el % obtenido en la actividad de esperas por habilitación de frente, en el turno noche se realice una adecuada compactación de la plataforma y así evitar demoras en el inicio de la instalación de geosintéticos.

Así mismo, para evitar el trabajo no contributorio correspondiente a orden y limpieza, se solicitó al personal evitar dejar las herramientas regadas sobre la superficie que obstaculicen y generen tiempos muertos en la ejecución de la partida.

#### **4.1..2. Instalación de geomembrana**

Como primera alternativa de mejora se propuso que, un día antes de iniciar esta actividad, se programe el traslado del material (rollos de geomembrana) desde el almacén hasta el frente de trabajo según la planificación semanal y añadiéndole un % en caso se tenga mejores rendimientos que los obtenidos anteriormente.

De igual manera que en la partida de instalación de geotextil, se conversó con el personal para que eviten dejar las herramientas y materiales tirados con la finalidad de reducir y/o eliminar los tiempos muertos que generan esta actividad no contributoria.

Se recomendó que la actividad de soldadura se realice ni bien se termine de instalar todos los paños programados, para que así estos recursos puedan ser reasignados a la instalación propiamente dicha y aumente la productividad de la partida.

Correspondiente al trabajo contributorio de colocación de sacos en plataforma que abarcaba un 48.00%, se recomendó que estos sean ubicados

donde inicia y termina la instalación del paño y de esta manera se evita que los trabajadores se desplacen por la superficie de 160 m, aproximadamente, varias veces.

#### **4.1..3. Instalación de geotextil (Capa N°2)**

Se propuso reubicar el punto de acopio de los rollos de geotextil a un punto más cercano al área a instalar para de esta manera reducir los tiempos de espera por el traslado de material en el frente.

De igual manera, solicitó la presencia en este frente del supervisor de campo y el ingeniero de seguridad desde el inicio de guardia para así evitar esperas por el firmado de los documentos de seguridad necesarios para el inicio de las actividades.

Se recomendó que la actividad de habilitación de material, que abarca casi el 18% de la totalidad del tiempo, se realice en el momento en que la retroexcavadora ubique el material en el área a instalar y de esta manera se evita el tiempo muerto que se genera por los trabajadores caminando hasta el punto de acopio y habilitarlo ahí mismo.

Debido al % alto obtenido en las muestras de la actividad colocación de líneas de despliegue, se recomendó que esta se realice al finalizar la guardia y así evitar que se incurra tiempo en esta actividad durante la instalación propiamente dicha.

- **Datos después de la implementación de estrategias de mejora**

Posterior a la implementación de estrategias de mejora se continuará con las mediciones de las actividades según su clasificación en Trabajos productivos (TP), Trabajos contributorios (TC) y trabajos no contributorios (TNC). Se consideró la misma cantidad de muestras (3) con el tiempo de medición de 198 min cada una.

#### **4.1..1. Instalación de geotextil (Capa N°1)**

- **Primera muestra**

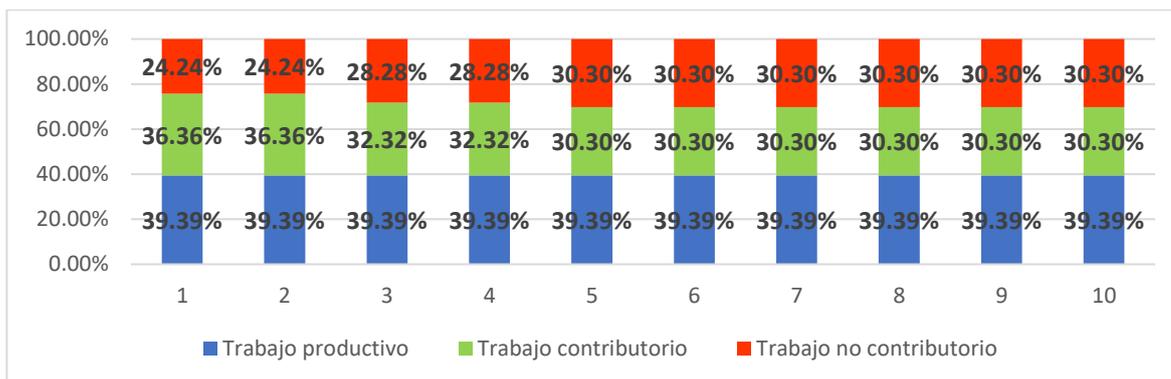
Se analizó la partida de instalación de primera capa de geotextil y se tomó el registro de las mediciones para conocer cómo ha impactado la implementación de las estrategias de mejora en la productividad. Por lo que, se realizaron la toma de las 3 muestras con una duración de 198 minutos cada una y estos registros

obtenidos plasmados en el formato de la herramienta carta balance se pueden observar en los anexos.

En la siguiente gráfica se puede visualizar el resumen porcentual de los tiempos empleados por cada trabajador.

**Figura 37**

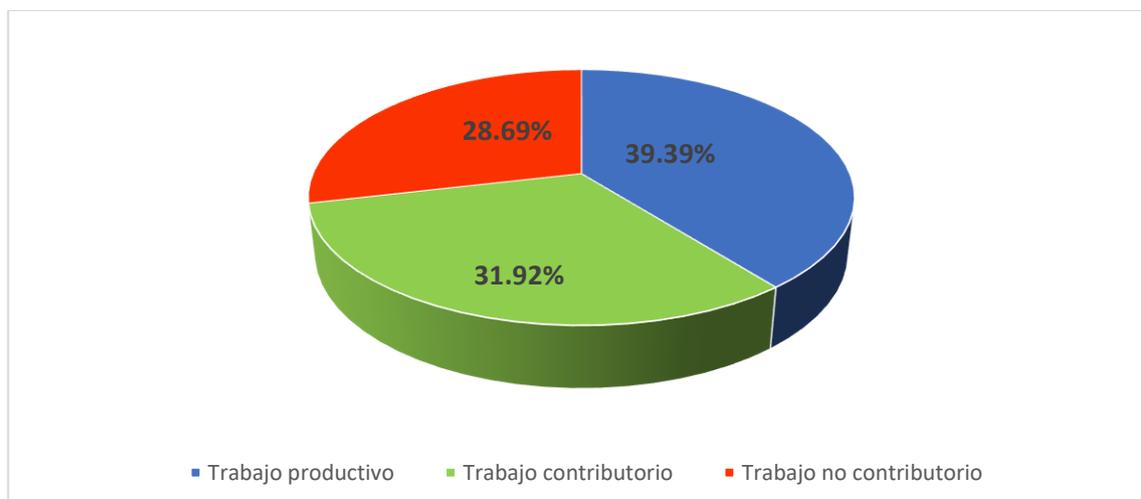
*Implementación estrategias de mejora: Inst. geotextil Muestra N°1*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, el **39.39%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **31.92%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **28.69%** en trabajos no contributorios.

**Figura 38**

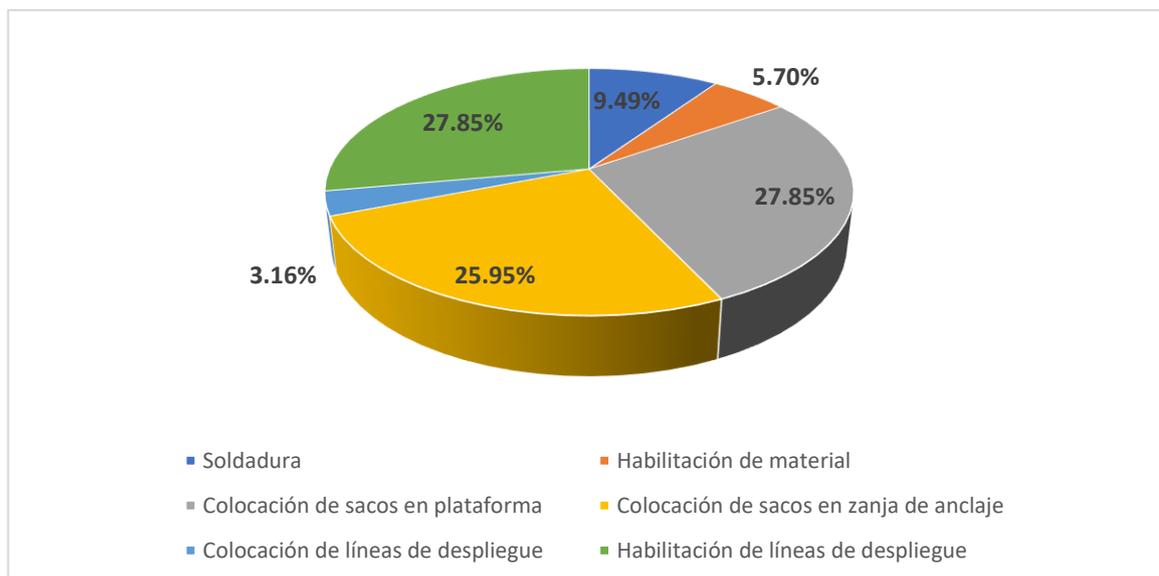
*Distribución general del trabajo - Imp. estrategias de mejora en muestra N°1*



El **31.92%** correspondiente a trabajos contributorios se ha empleado según la distribución que se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 39**

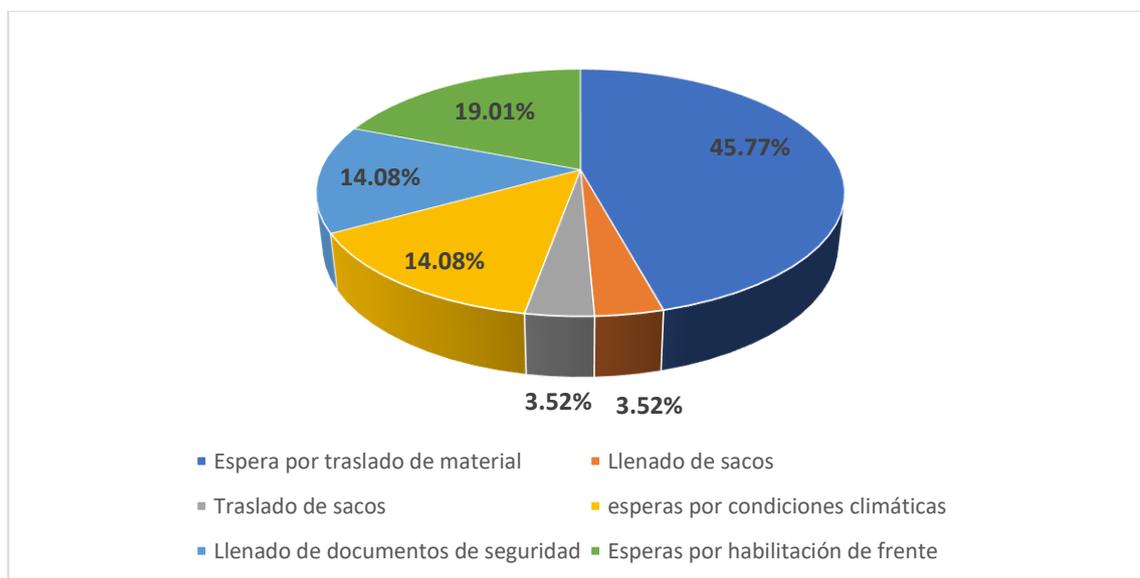
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°1*



Y el **28.69%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido de la siguiente manera

**Figura 40**

*Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°1*

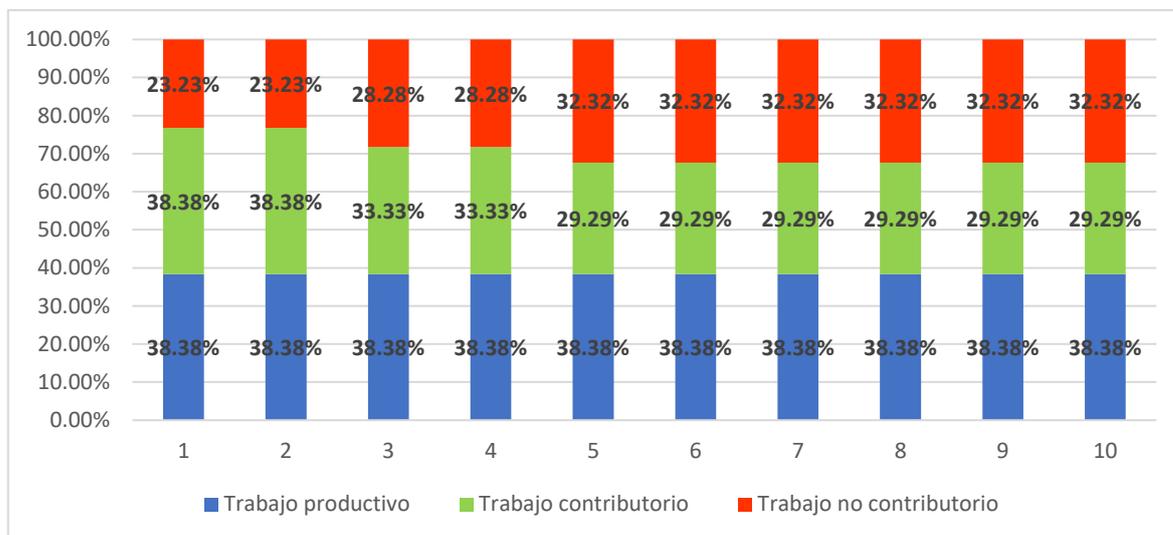


- **Segunda muestra**

En la segunda evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 41**

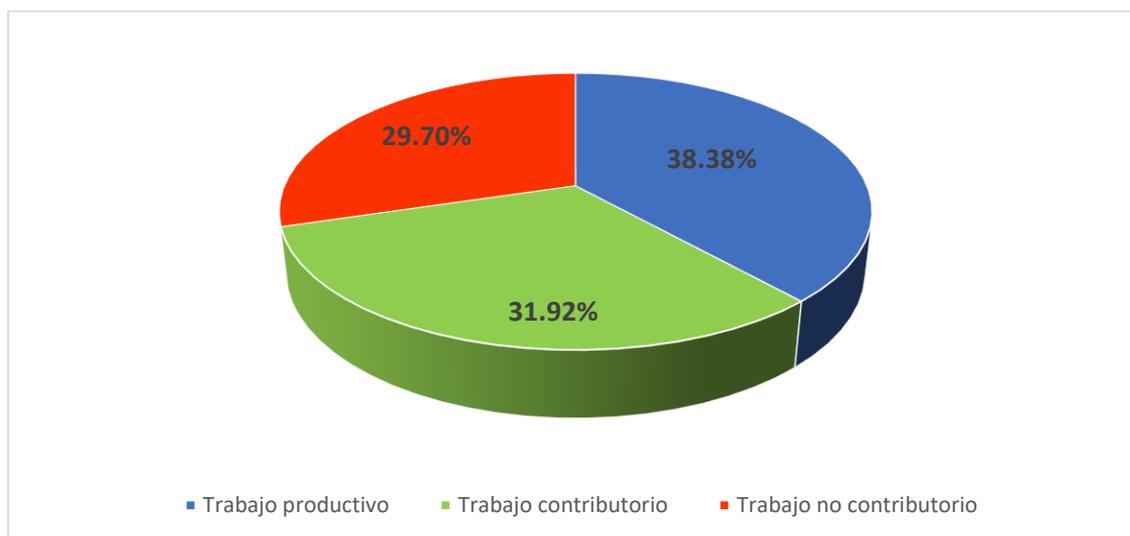
*Implementación estrategias de mejora: Inst. geotextil Muestra N°2*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Se obtuvo que el **38.38%** del tiempo medido se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **31.92%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **29.70%** en trabajos no contributorios.

**Figura 42**

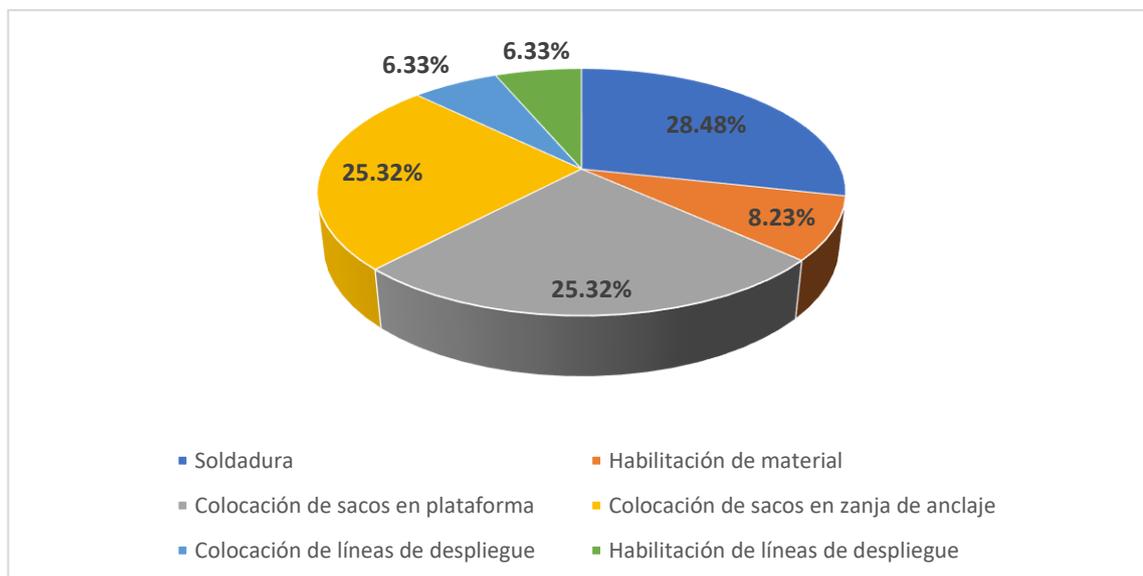
*Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora N°2*



El **31.92%** correspondiente a trabajos contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 43**

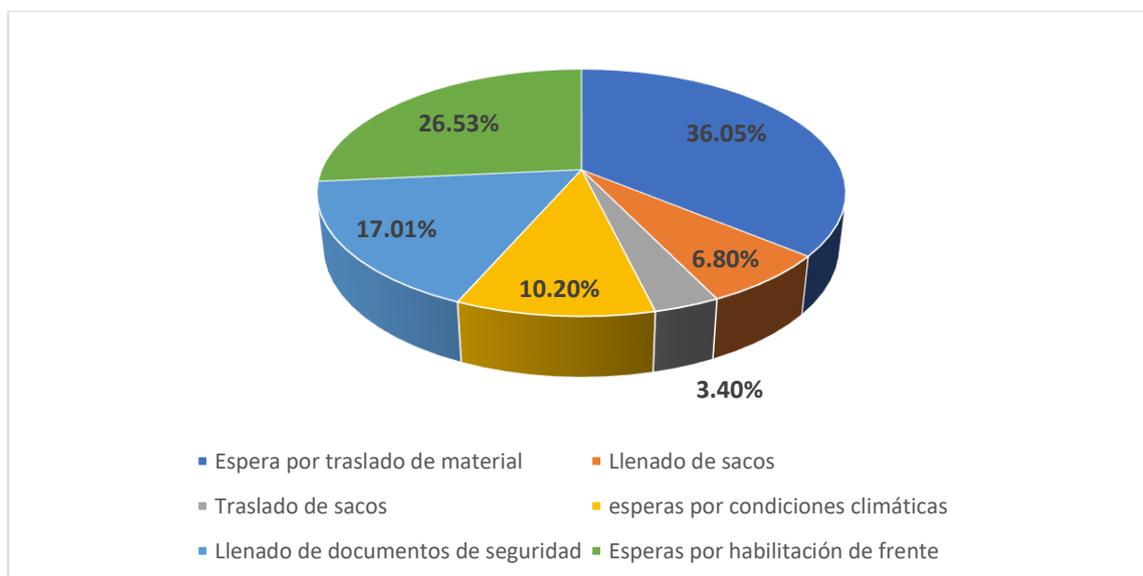
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°2*



El **29.70%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 44**

*Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°2*

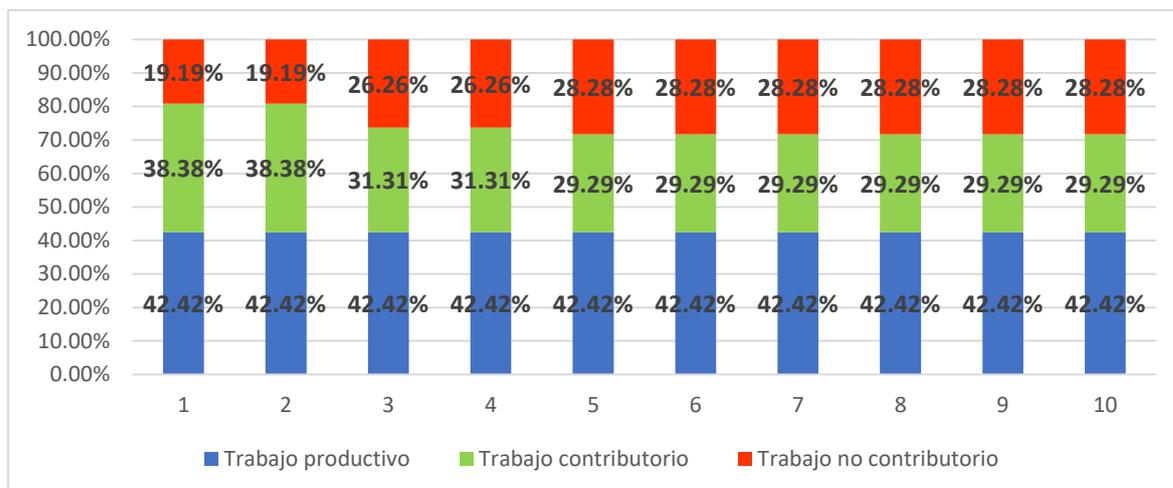


- **Tercera muestra**

En la tercera evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 45**

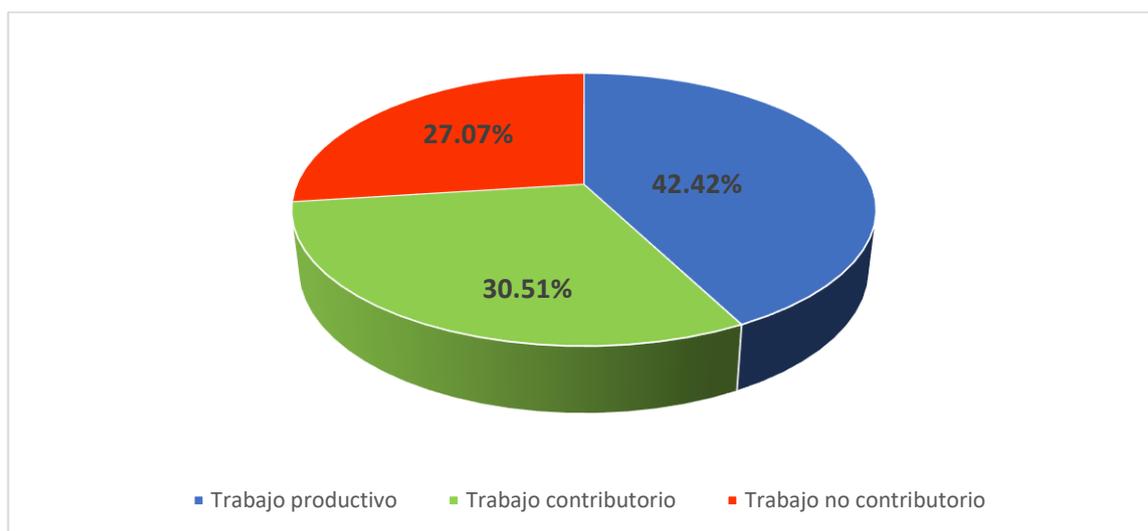
*Implementación estrategias de mejora: Inst. geotextil Muestra N°3*



En la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **42.42%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **30.51%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **27.07%** en trabajos no contributorios.

**Figura 46**

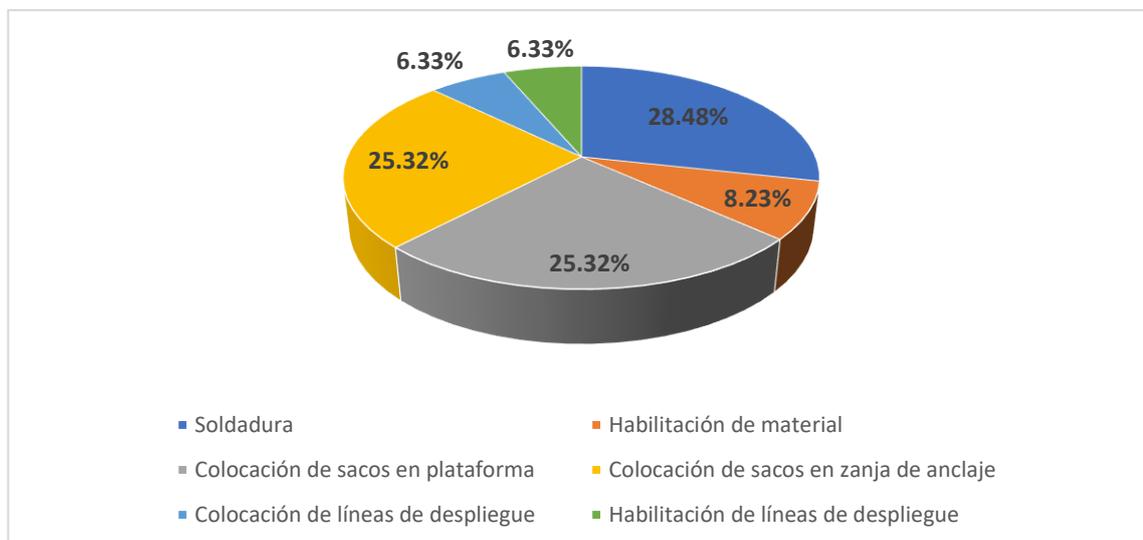
*Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora N°3*



El 30.51% correspondiente a trabajos contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 47**

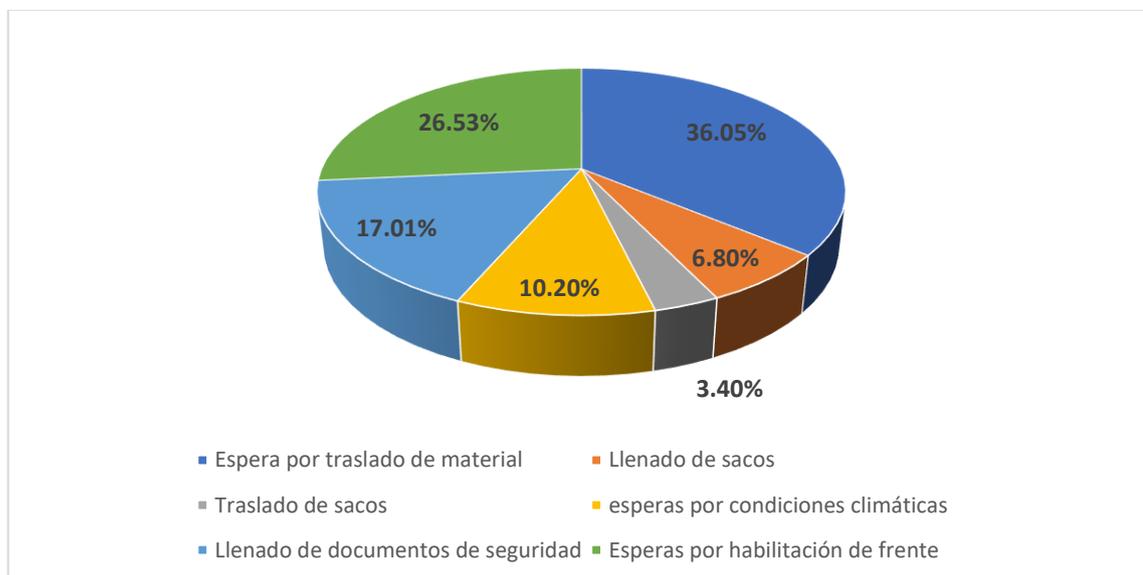
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en muestra N°3*



El **27.07%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 48**

*Distribución TNC: Imp. Estrategias de mejora muestra N°3*



#### 4.1..2. Instalación de geomembrana

- **Primera muestra**

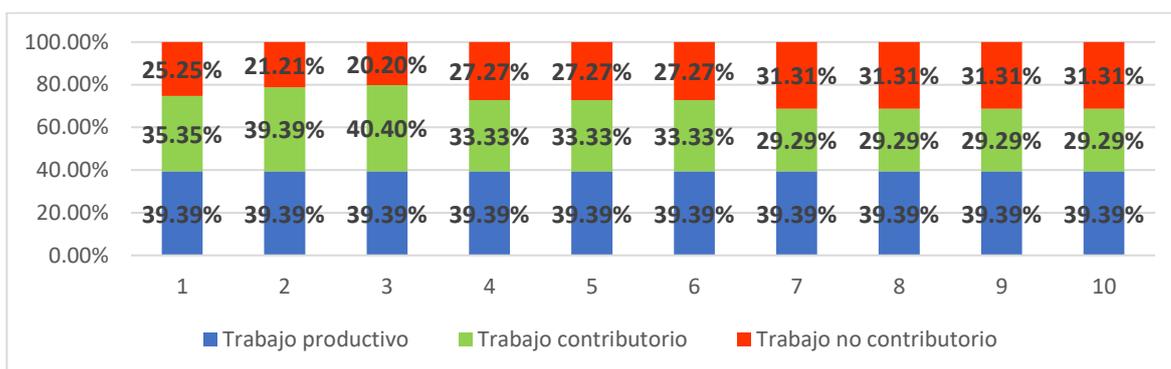
Se analizó la partida de instalación de geomembrana y se tomó el registro de las mediciones para conocer cómo ha impactado la implementación de las estrategias de mejora en la productividad. Por lo que, de igual manera, se

realizaron la toma de las 3 muestras con una duración de 198 minutos cada una y estos registros obtenidos plasmados en el formato de la herramienta carta balance se pueden observar en los anexos.

En la siguiente gráfica se puede visualizar el resumen porcentual de los tiempos empleados por cada trabajador.

**Figura 49**

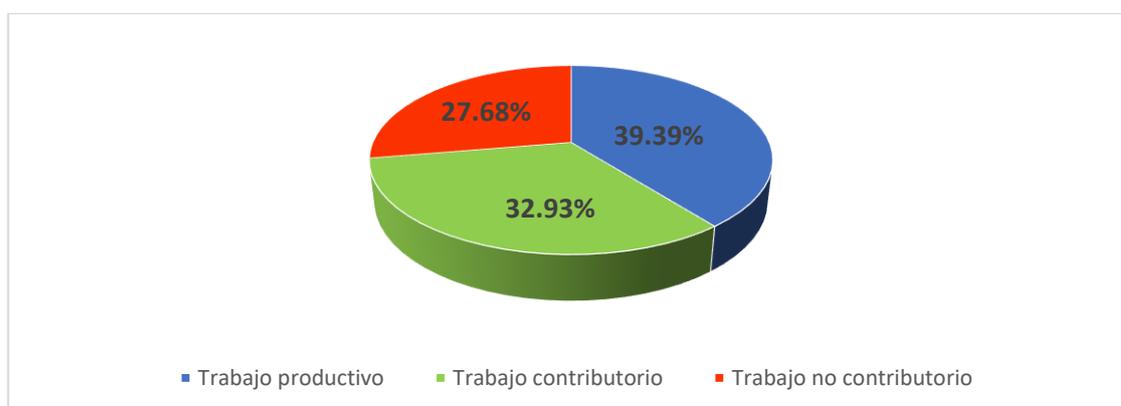
*Implementación estrategias de mejora: Inst. geomembrana Muestra N°1*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, el **39.39%** se ha empleado en la instalación de geomembrana (TP), mientras que el **32.93%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **27.68%** en trabajos no contributorios.

**Figura 50**

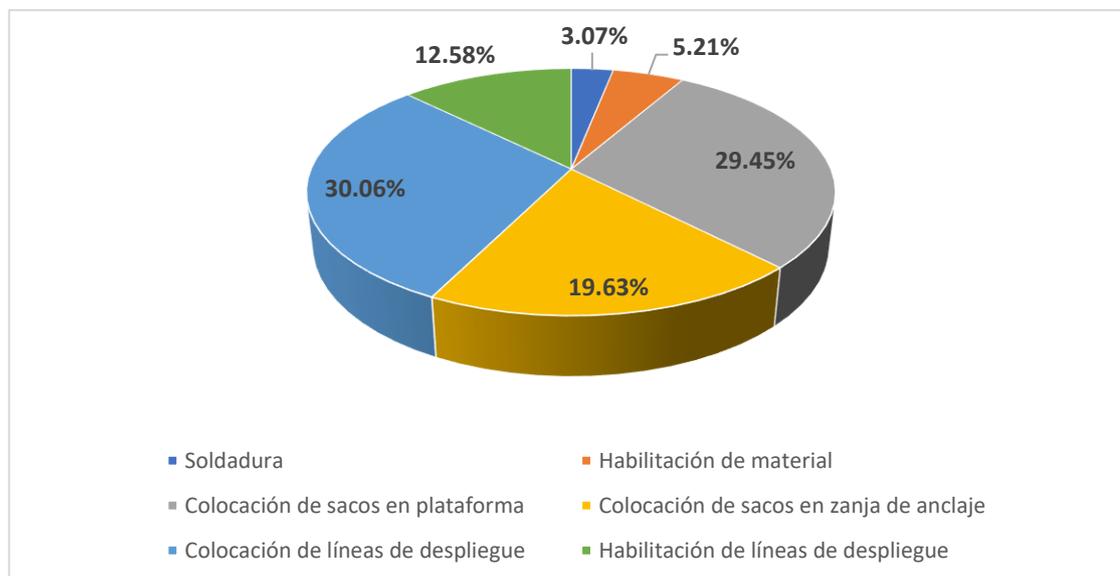
*Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. geomembrana N°1*



El **32.93%** correspondiente a trabajos contributorios se ha empleado según la distribución que se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 51**

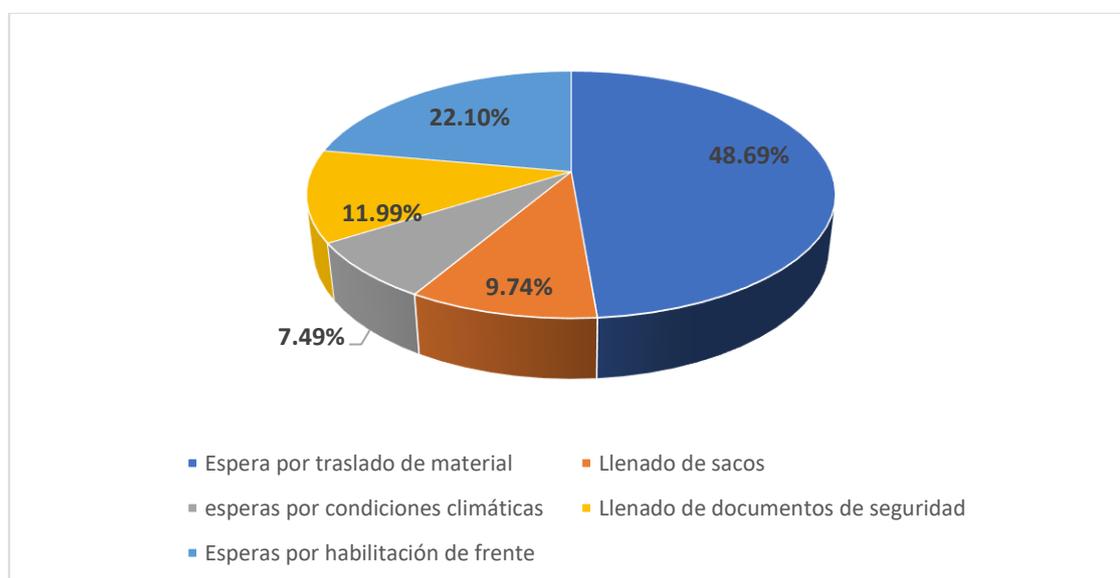
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°2*



Y el **27.68%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido de la siguiente manera

**Figura 52**

*Distribución TNC – Imp. Estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°3*

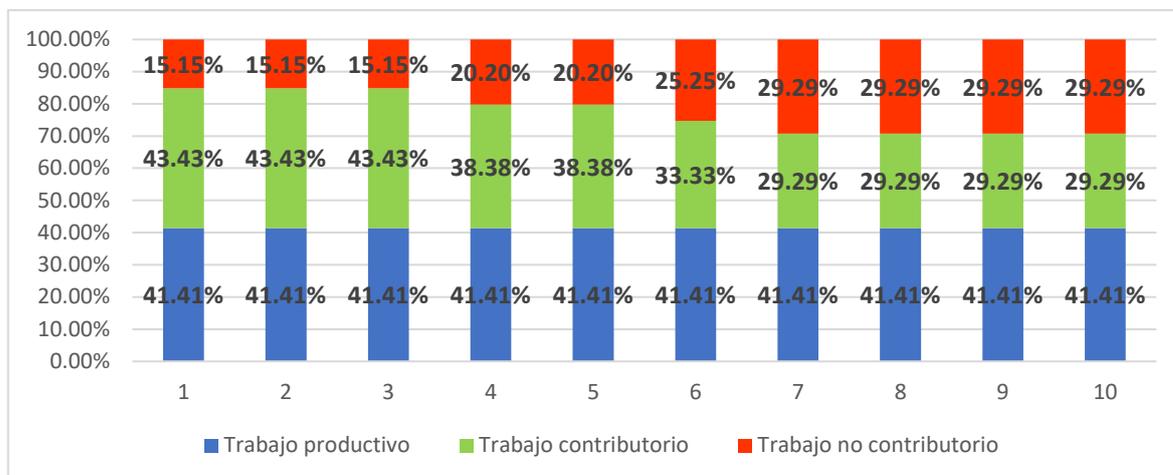


- **Segunda muestra**

En la segunda evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 53**

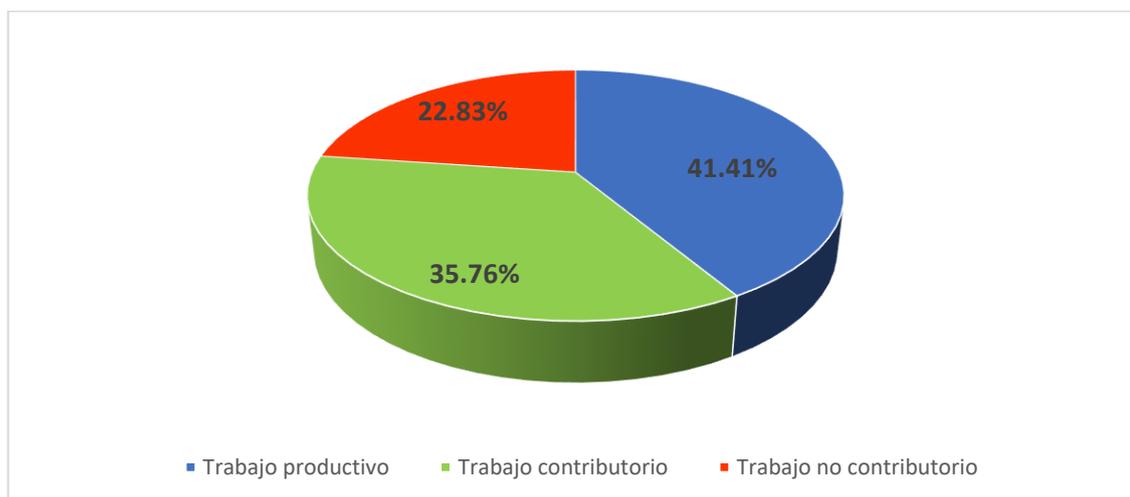
*Implementación estrategias de mejora: Inst. geomembrana Muestra N°2*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Se obtuvo que el **41.41%** del tiempo medido se ha empleado en la instalación de geomembrana (TP), mientras que el **35.76%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **22.83%** en trabajos no contributorios.

**Figura 54**

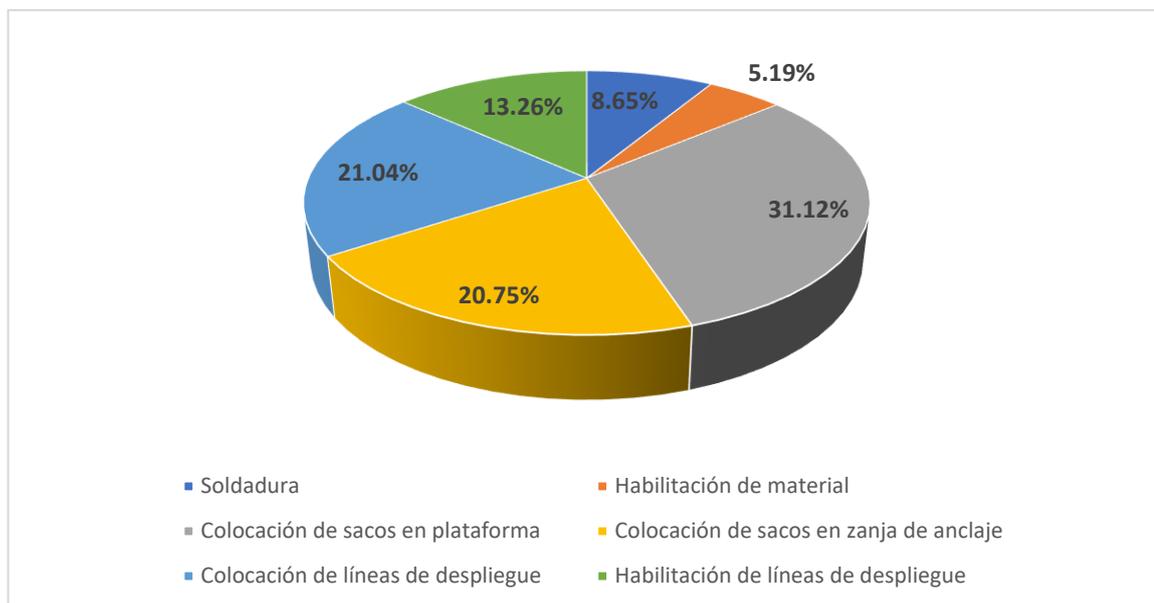
*Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. geomembrana N°2*



El **35.76%** correspondiente a trabajos contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 55**

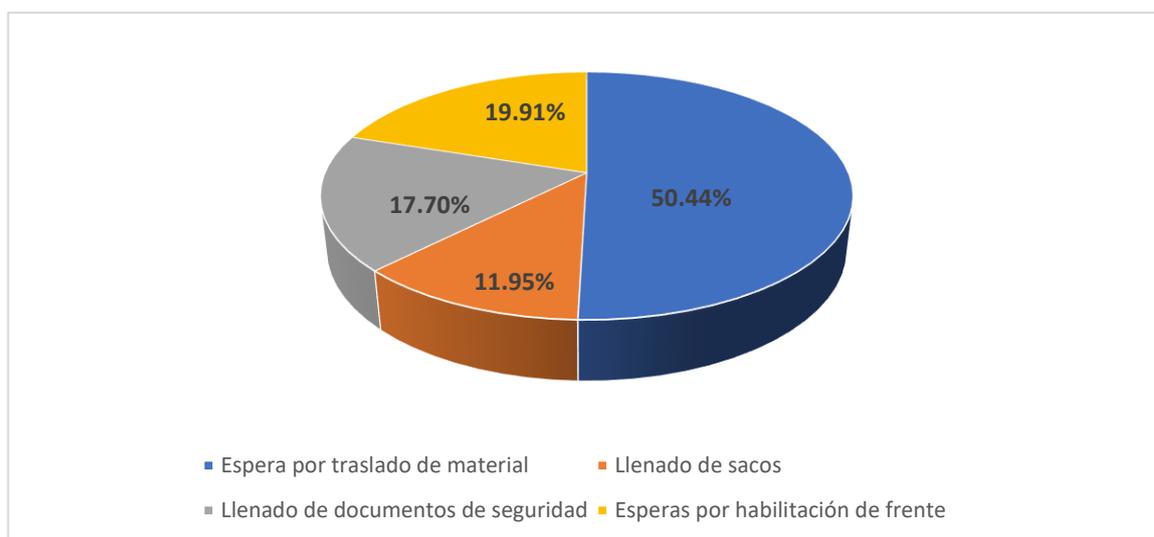
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°2*



El **22.83%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 56**

*Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°2*

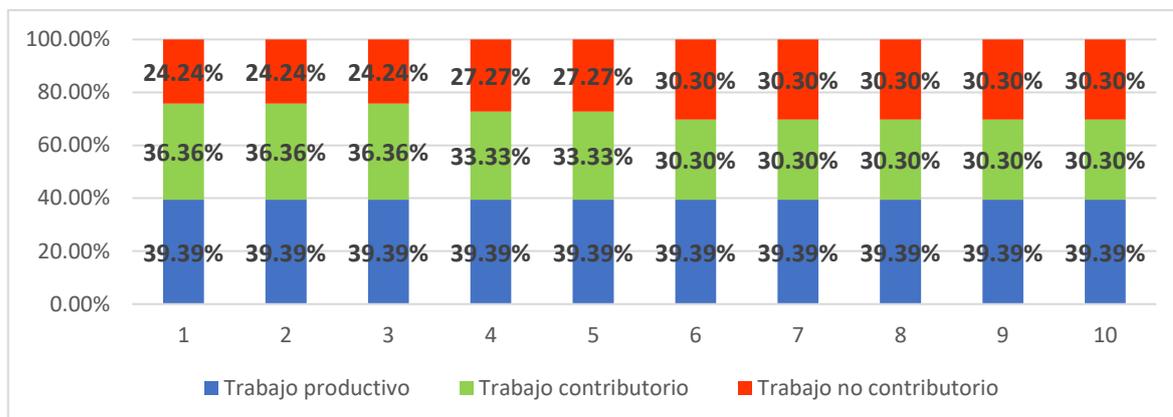


- **Tercera muestra**

En la tercera evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 57**

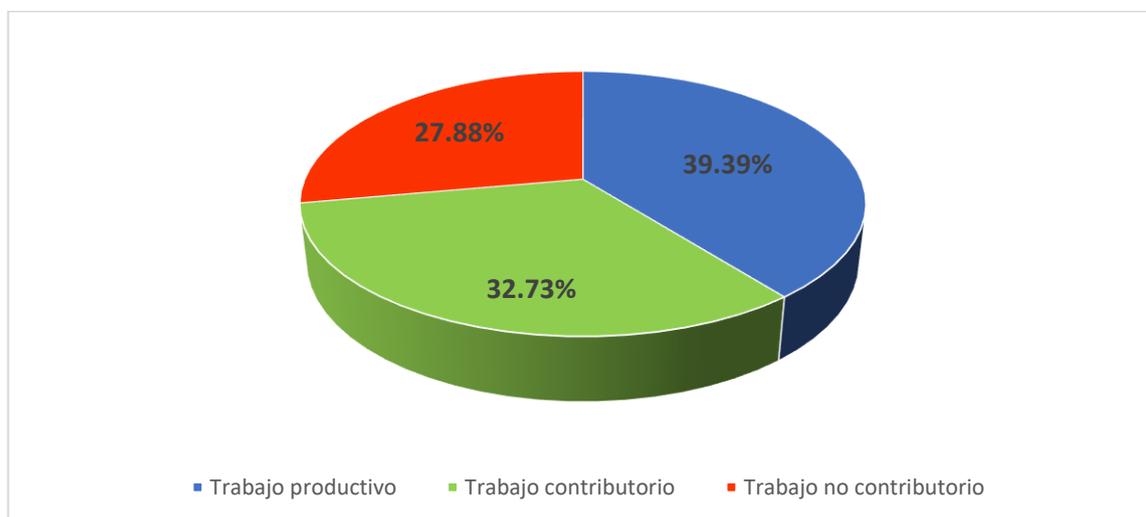
*Implementación estrategias de mejora: Inst. geomembrana Muestra N°3*



En la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **39.39%** se ha empleado en la instalación de geomembrana (TP), mientras que el **32.73%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **27.88%** en trabajos no contributorios.

**Figura 58**

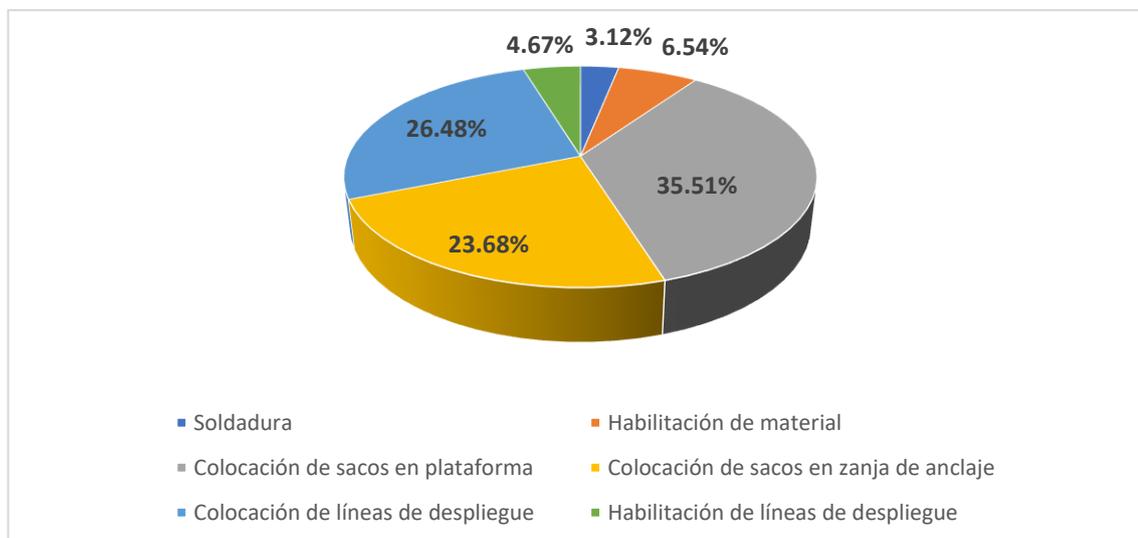
*Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. geomembrana N°3*



El **32.73%** correspondiente a trabajos contributorios se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 59**

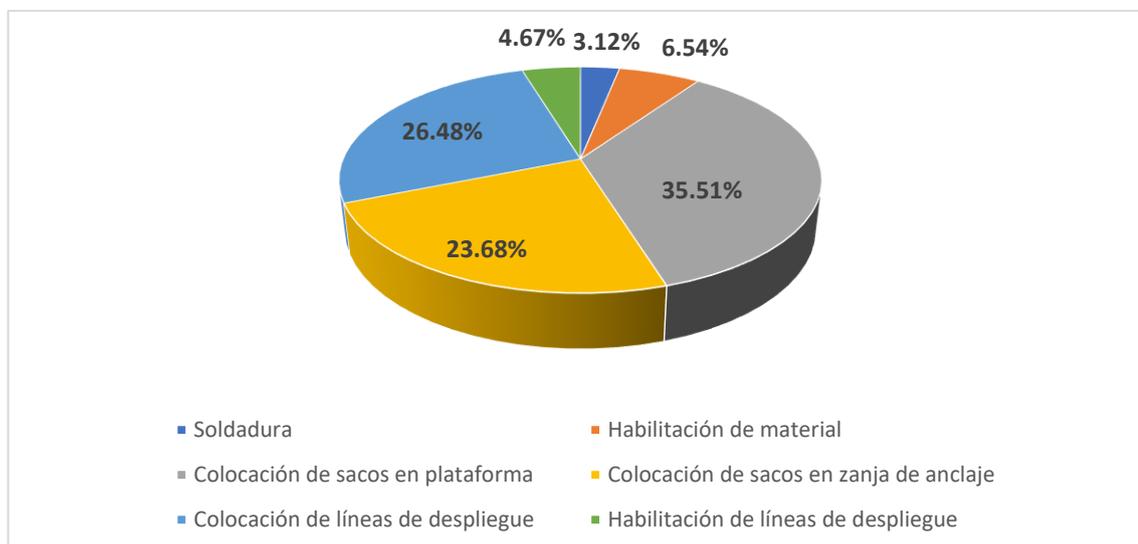
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°3*



El **27.88%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 60**

*Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en inst. geomembrana muestra N°3*



#### 4.1..3. Instalación de geotextil (Capa N°2)

- **Primera muestra**

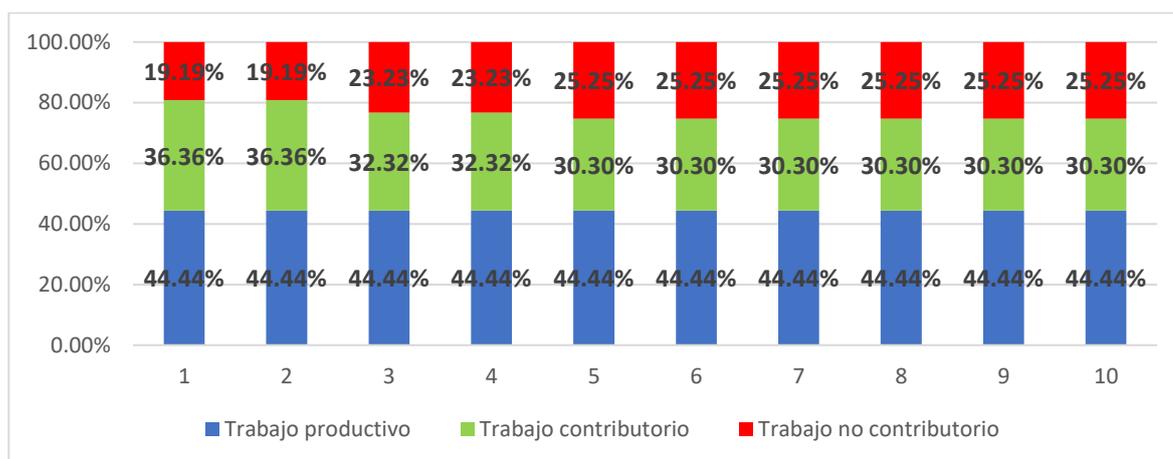
Por último, se analizó la partida de instalación de segunda capa de geotextil y, de igual manera, se tomó el registro de las mediciones para conocer cómo ha impactado la implementación de las estrategias de mejora en la

productividad. Por lo que, se realizaron la toma de las 3 muestras con una duración de 198 minutos cada una y estos registros obtenidos plasmados en el formato de la herramienta carta balance se pueden observar en los anexos.

En la siguiente gráfica se puede visualizar el resumen porcentual de los tiempos empleados por cada trabajador.

**Figura 61**

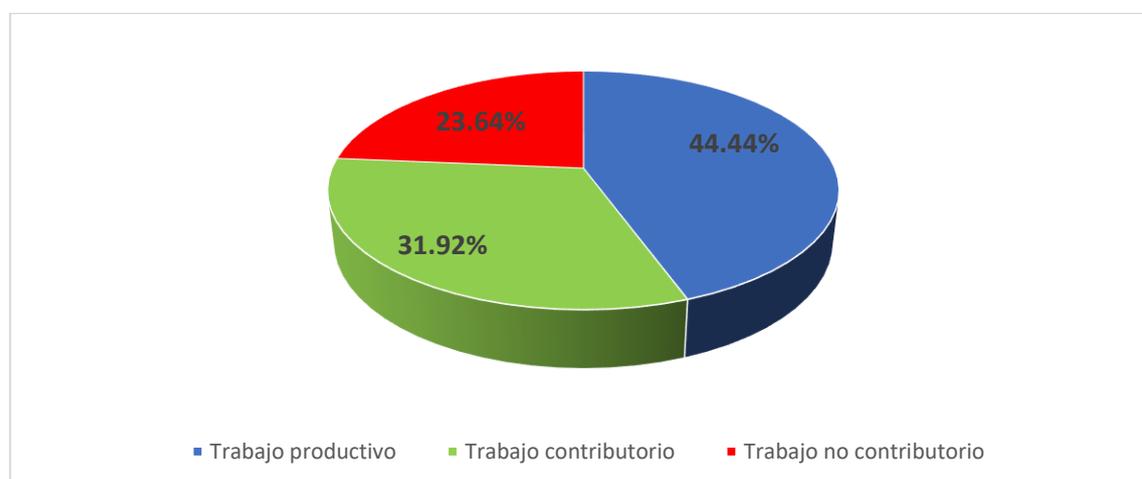
*Implementación estrategias de mejora: 2da Inst. geotextil Muestra N°1*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, el **44.44%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **31.92%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **23.64%** en trabajos no contributorios.

**Figura 62**

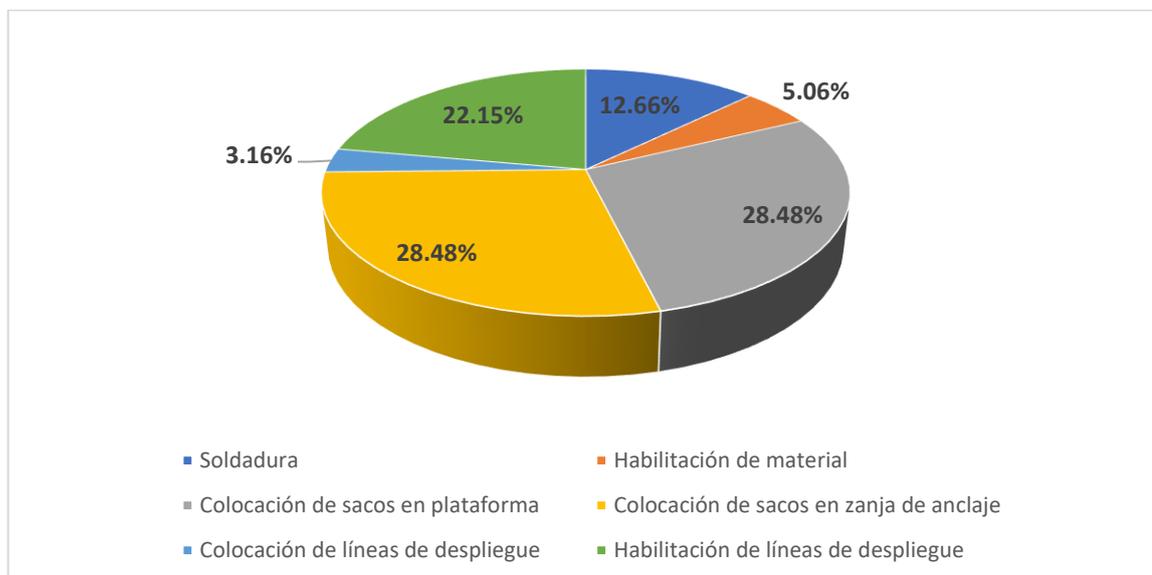
*Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. 2da geotextil N°1*



El **31.92%** correspondiente a trabajos contributivos se ha empleado según la distribución que se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 63**

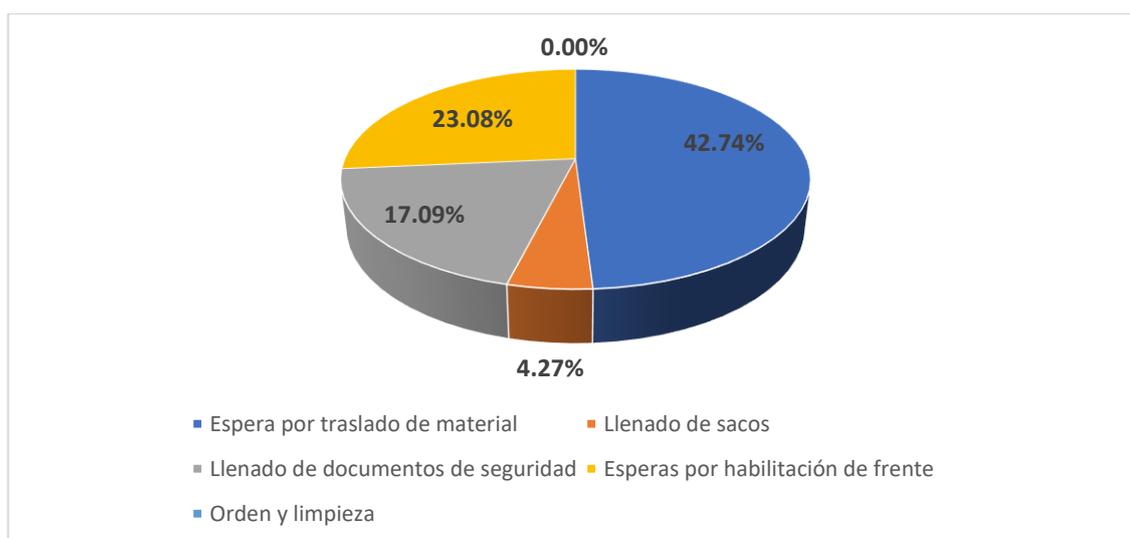
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°1*



Y el **23.64%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido de la siguiente manera

**Figura 64**

*Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en inst. 2da inst. geotextil muestra N°1*

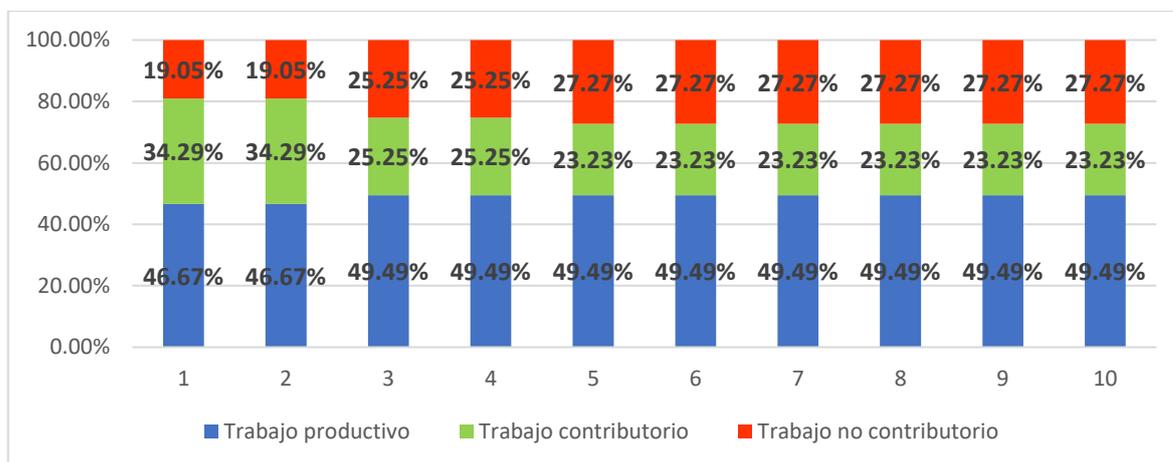


- **Segunda muestra**

En la segunda evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 65**

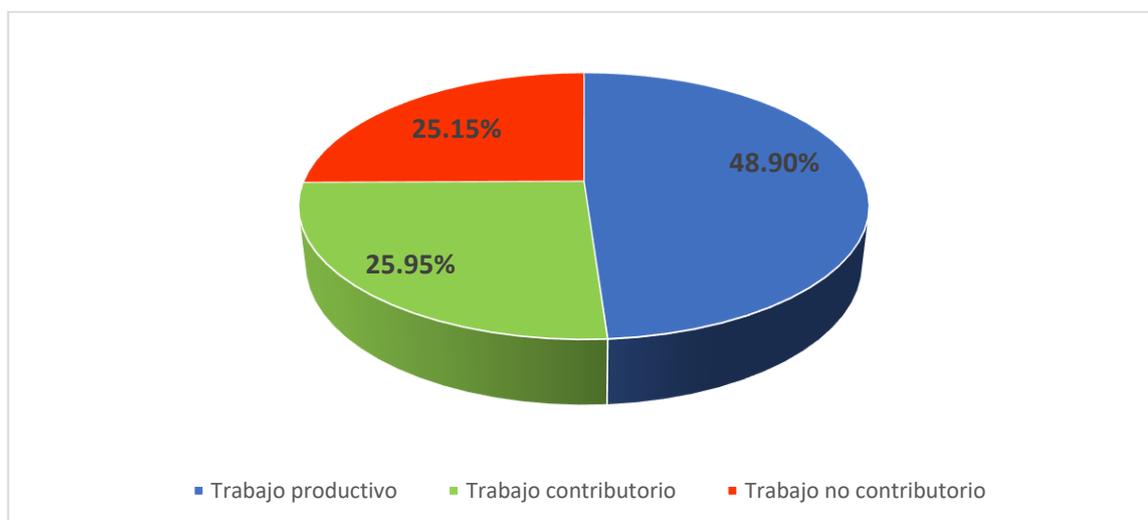
*Implementación estrategias de mejora: 2da Inst. geotextil Muestra N°2*



Así mismo, en la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Se obtuvo que el **48.90%** del tiempo medido se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **25.95%** se ha empleado en trabajos contributorios y el **25.15%** en trabajos no contributorios.

**Figura 66**

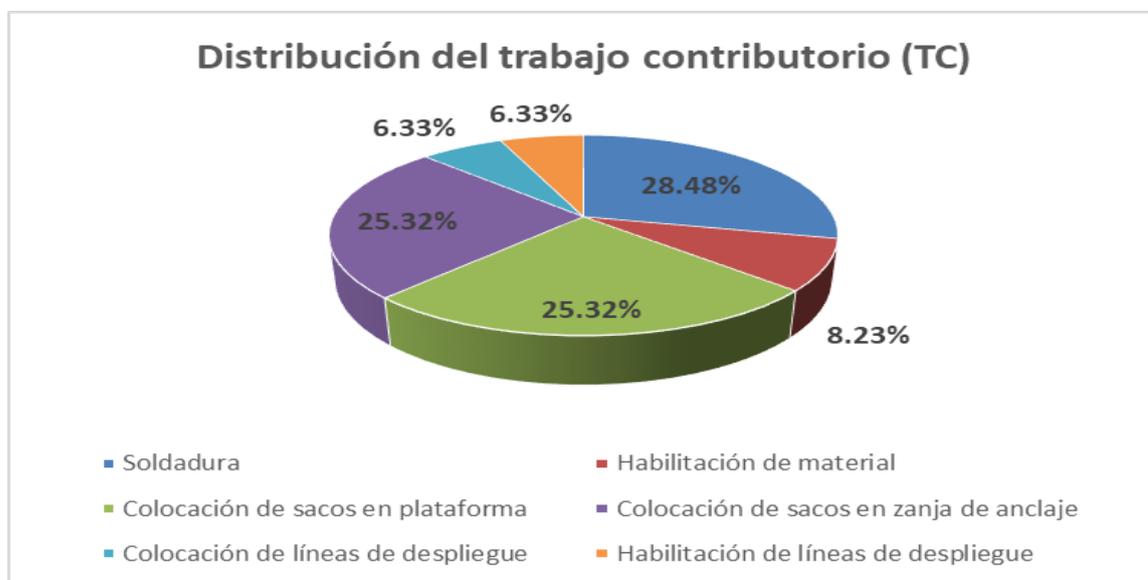
*Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. 2da geotextil N°2*



El **25.95%** correspondiente a trabajos contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 67**

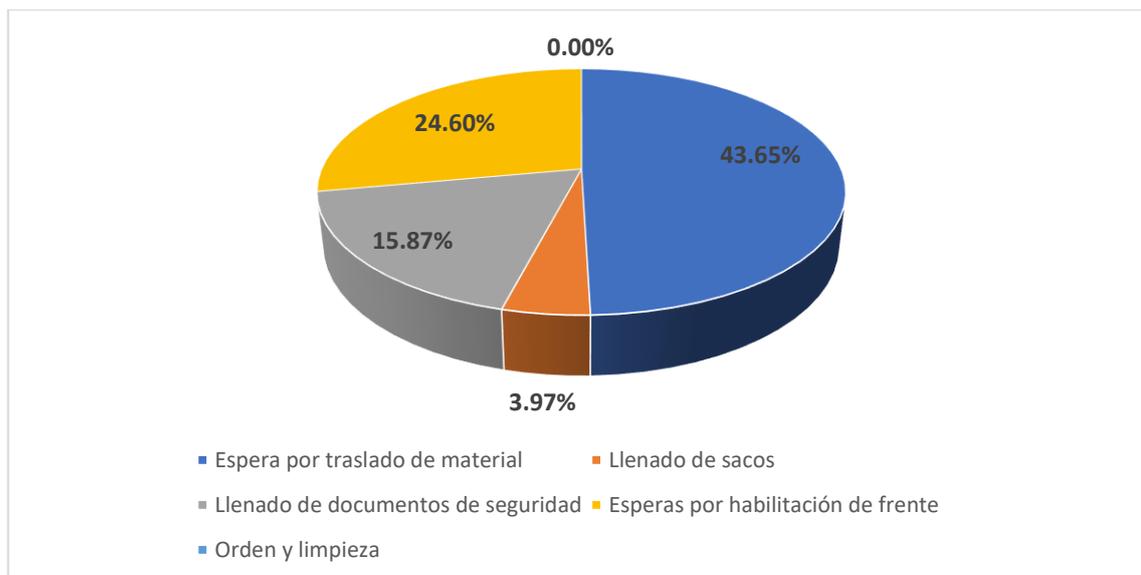
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°2*



El **25.15%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 68**

*Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°2*

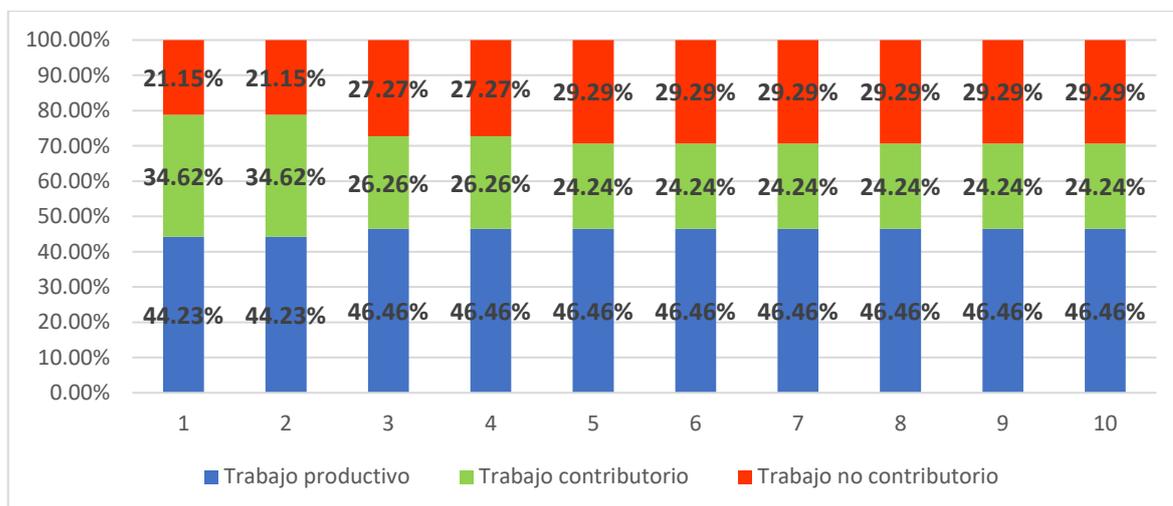


- **Tercera muestra**

En la tercera evaluación de la partida, se obtuvieron los siguientes porcentajes resumidos en la figura a continuación.

**Figura 69**

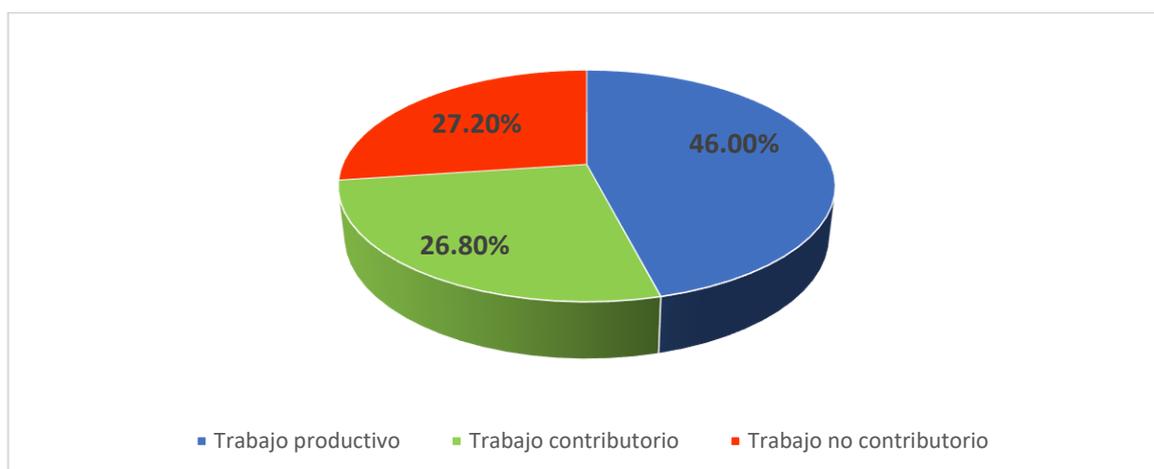
*Implementación estrategias de mejora: 2da Inst. geotextil Muestra N°3*



En la siguiente figura se puede observar un resumen de la distribución del tiempo medido durante la ejecución de la segunda muestra de esta actividad. Teniendo como resultado que, de los 198 min, solamente el **46.00%** se ha empleado en la instalación de geotextil (TP), mientras que el **26.80%** se ha empleado en trabajos contributivos y el **27.20%** en trabajos no contributivos.

**Figura 70**

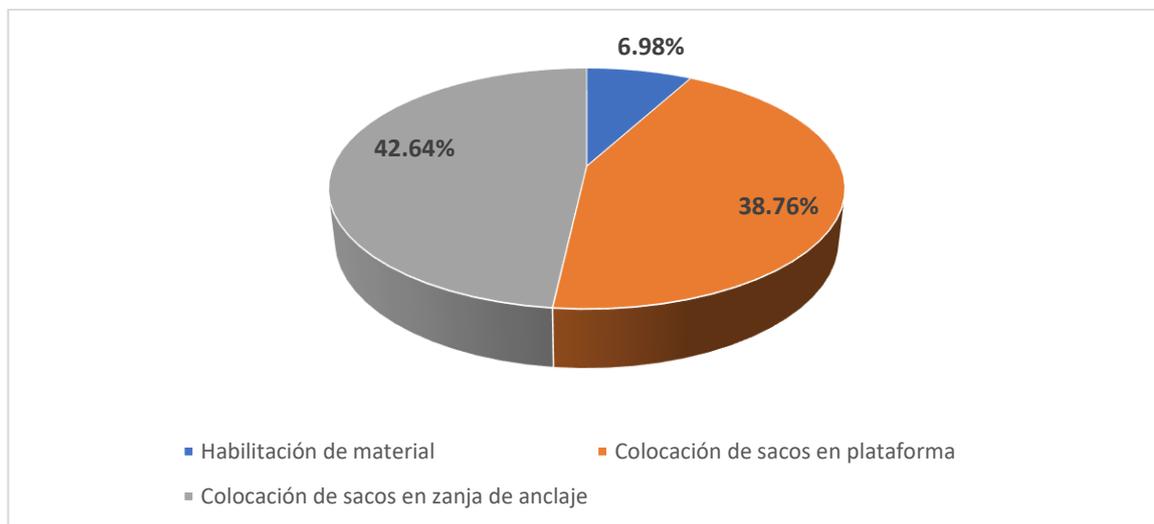
*Distribución general del trabajo: Imp. estrategias de mejora Inst. 2da geotextil N°3*



El **26.80%** correspondiente a trabajos contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 71**

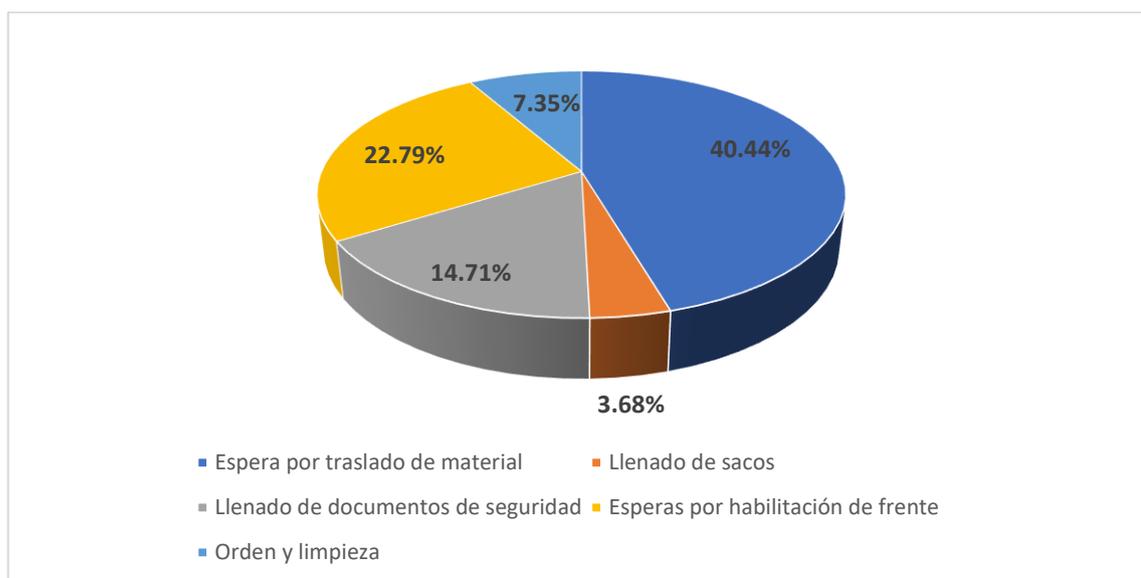
*Distribución TC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°3*



El **27.20%** correspondiente a trabajos no contributivos se ha distribuido tal y como se puede observar en la siguiente figura.

**Figura 72**

*Distribución TNC - Imp. estrategias de mejora en 2da inst. geotextil muestra N°3*



- **Optimización de productividad**

Posterior a la implementación de la herramienta carta balance para identificar cómo es que el personal está empleando el tiempo durante la ejecución de las partidas estudiadas, se planteó una serie de estrategias de mejora para poder mitigar los tiempos muertos que fueron identificados durante las primeras mediciones de tiempo. Esta implementación de estrategias fue favorable debido a que los resultados mostraron un aumento en la productividad de cada partida y la disminución, y en algunos casos eliminación, de actividades que no generaban valor para el desarrollo de la actividad. Estos resultados se mostrarán en los siguientes cuadros comparativos.

#### 4.1..1. Instalación de geotextil (Capa N°1)

- **Primera muestra**

**Tabla 6**

*Optimización por tipo de trabajo, primera muestra instalación de geotextil*

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>PRIMER REGISTRO</b>	<b>SEGUNDO REGISTRO</b>	<b>OPTIMIZACIÓN</b>
TP	33.33%	39.39%	6.06%
TC	34.95%	31.92%	-3.03%
TNC	31.72%	28.69%	-3.03%

Fuente: Vallejos (2024)

- **Segunda muestra**

**Tabla 7**

*Optimización por tipo de trabajo, segunda muestra instalación de geotextil*

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>PRIMER REGISTRO</b>	<b>SEGUNDO REGISTRO</b>	<b>OPTIMIZACIÓN</b>
TP	28.28%	38.38%	10.10%
TC	26.57%	31.92%	5.35%
TNC	45.15%	29.70%	-15.45%

Fuente: Vallejos (2024)

- Tercera muestra

Tabla 8

*Optimización por tipo de trabajo, tercera muestra instalación de geotextil*

TIPO DE TRABAJO	PRIMER REGISTRO	SEGUNDO REGISTRO	OPTIMIZACIÓN
TP	34.34%	42.42%	08.08%
TC	28.28%	30.51%	2.23%
TNC	37.37%	27.07%	-10.30%

Fuente: Vallejos (2024)

- Promedios de las muestras obtenidas antes y después de la implementación de estrategias de mejora

Tabla 9

*Promedio de las muestras obtenidas*

CONDICIÓN	TP	TC	TNC
ANTES	31.99%	29.93%	38.08%
DESPUÉS	40.07%	31.45%	28.48%

Fuente: Vallejos (2024)

#### 4.1..2. Instalación de geomembrana

- Primera muestra

Tabla 10

*Optimización por tipo de trabajo, primera muestra instalación de geomembrana*

TIPO DE TRABAJO	PRIMER REGISTRO	SEGUNDO REGISTRO	OPTIMIZACIÓN
TP	33.33%	39.39%	6.06%
TC	34.95%	32.93%	-2.02%
TNC	31.72%	27.68%	-4.04%

Fuente: Vallejos (2024)

- **Segunda muestra**

**Tabla 11**

*Optimización por tipo de trabajo, segunda muestra instalación de geomembrana*

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>PRIMER REGISTRO</b>	<b>SEGUNDO REGISTRO</b>	<b>OPTIMIZACIÓN</b>
TP	30.30%	41.41%	11.11%
TC	37.58%	35.76%	-1.82%
TNC	32.12%	22.83%	-9.29%

Fuente: Vallejos (2024)

- **Tercera muestra**

**Tabla 12**

*Optimización por tipo de trabajo, tercera muestra instalación de geomembrana*

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>PRIMER REGISTRO</b>	<b>SEGUNDO REGISTRO</b>	<b>OPTIMIZACIÓN</b>
TP	32.32%	39.39%	07.07%
TC	32.83%	32.73%	-0.10%
TNC	34.85%	27.88%	-6.97%

Fuente: Vallejos (2024)

- **Promedios de las muestras obtenidas antes y después de la implementación de estrategias de mejora**

**Tabla 13**

*Promedio de las muestras obtenidas*

<b>CONDICIÓN</b>	<b>TP</b>	<b>TC</b>	<b>TNC</b>
<b>ANTES</b>	31.99%	35.12%	32.90%
<b>DESPUÉS</b>	40.07%	33.80%	26.13%

Fuente: Vallejos (2024)

#### 4.1..3. Instalación de geotextil (Capa N°2)

- **Primera muestra**

**Tabla 14**

*Optimización por tipo de trabajo, primera muestra instalación de geotextil*

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>PRIMER REGISTRO</b>	<b>SEGUNDO REGISTRO</b>	<b>OPTIMIZACIÓN</b>
TP	33.33%	44.44%	11.11%
TC	32.32%	31.92%	-0.40%
TNC	34.34%	23.64%	-10.07%

Fuente: Vallejos (2024)

- **Segunda muestra**

**Tabla 15**

*Optimización por tipo de trabajo, segunda muestra instalación de geotextil*

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>PRIMER REGISTRO</b>	<b>SEGUNDO REGISTRO</b>	<b>OPTIMIZACIÓN</b>
TP	33.33%	48.90%	15.57%
TC	36.87%	25.95%	-10.92%
TNC	29.80%	25.15%	-4.65%

Fuente: Vallejos (2024)

- **Tercera muestra**

**Tabla 16**

*Optimización por tipo de trabajo, tercera muestra instalación de geotextil*

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>PRIMER REGISTRO</b>	<b>SEGUNDO REGISTRO</b>	<b>OPTIMIZACIÓN</b>
TP	33.33%	46.00%	12.67%
TC	32.02%	26.80%	-5.22%
TNC	34.65%	27.20%	-7.45%

Fuente: Vallejos (2024)

- **Promedios de las muestras obtenidas antes y después de la implementación de estrategias de mejora**

**Tabla 17***Promedio de las muestras obtenidas*

CONDICIÓN	TP	TC	TNC
ANTES	33.33%	33.74%	32.93%
DESPUÉS	46.45%	28.22%	25.33%

Fuente: Vallejos (2024)

- **Impacto económico**

Debido a la mejora de la productividad, por la implementación de la carta balance, se obtuvo una reducción en el costo incurrido en estas actividades. Adicional al ahorro en costo y, por mejora de rendimiento, se redujo el plazo de ejecución de la muestra en estudio (2 ha), que, de realizarse en 7 días con un rendimiento de 3,000 m<sup>2</sup>/día, pasó a realizarse en 4 días con un rendimiento de 4,500 m<sup>2</sup>/día, evidenciándose los beneficios de la implementación de esta herramienta.

**Tabla 18.***Costo incurrido sin la implementación de carta balance*

DESCRIPCIÓN	METRADO	RENDIMIENTO	DÍAS	P.U.	CANTIDAD
GEOTEXTIL	20,000	3,000	7	\$ 0.22	\$ 4,620.00
GEOMEMBRANA	20,000	3,000	7	\$ 0.53	\$ 11,130.00
GEOTEXTIL	20,000	3,000	7	\$ 0.22	\$ 4,620.00
<b>TOTAL</b>					\$ 20,370.00

**Tabla 19.***Costo incurrido con la implementación de carta balance*

DESCRIPCIÓN	METRADO	RENDIMIENTO	DÍAS	P.U.	CANTIDAD
GEOTEXTIL	20,000	4,500	4	\$ 0.22	\$ 3,960.00
GEOMEMBRANA	20,000	4,500	4	\$ 0.53	\$ 9,540.00
GEOTEXTIL	20,000	4,500	4	\$ 0.22	\$ 3,960.00
<b>TOTAL</b>					\$ 17,460.00

## V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En relación al trabajo de investigación presentado por el Ingeniero Lobatón (2020), este menciona que se han reducido las actividades que no añaden valor mediante la implementación de herramientas de la filosofía Lean Construction. Sin embargo, no menciona cómo es que ha implementado estas herramientas y qué estrategias de mejora ha planteado para poder reducir estos tiempos no contributivos y concentrarlos solo en las actividades que generan valor. Lo cual vendría a ser de gran importancia debido a que sus valores de los trabajos productivos aumentaron en un 30% y sus trabajos no contributivos se redujeron en un 50%. A diferencia, en el presente trabajo de investigación se presentaron las estrategias de mejora que se implementaron en la ejecución de las actividades con el objetivo de registrar y considerar aquellas optimizaciones de tiempo y/o actividades, tales como ubicar el acopio de materiales en un punto cercano al área a instalar, para futuros proyectos y evitar en estos la presencia de tiempos muertos.

De la investigación realizada por Castillo y Zúñiga (2023), las ingenieras utilizaron la carta balance solo para identificar las actividades que no generan valor durante la ejecución de la partida, más no determinaron los tiempos que estos abarcan durante el desarrollo de la actividad y, así no se pudo evaluar si las estrategias que implementaron sirvieron para optimizar los tiempos obtenidos ni mucho menos saber si es que la productividad mejoró con la implementación de esta herramienta carta balance. Mientras que, en la presente investigación si se determinaron los tiempos obtenidos de los trabajos productivos, contributivos y no contributivos, con la finalidad de verificar que esta herramienta si es útil para acrecentar la productividad disminuyendo los tiempos muertos identificados mediante esta herramienta.

De igual manera en relación a lo presentado por Huapaya y Torres (2021), no presenta tampoco las medidas correctivas que implementaron para que se logre un aumento en la productividad y una disminución en los tiempos no contributivos. Añadido de que solo realizaron una muestra, por partida evaluada, antes y después de la implementación de la carta balance. Como se mencionó anteriormente, esto no permite que se tenga con exactitud los tiempos empleados en las actividades que no generan valor debido a que diariamente se presentan situaciones diversas por el mismo proceso constructivo y es de suma

importancia tener todas estas situaciones mapeadas para poder reducirlas y/o eliminarlas.

En relación a lo presentado por Guerreros (2020), indica que su tiempo contributorio aumentó de 6.88% a 9.84% interviniendo con la metodología Lean Construction lo que no cumpliría con el objetivo principal de la carta balance, la cual tiene como finalidad reducir y/o eliminar los tiempos empleados en los trabajos contributorios y no contributorios y, en los resultados de la Ingeniera Guerreros no se demuestra la optimización de los tiempos de este tipo de trabajos, sino por el contrario, estos tiempos aumentan. A diferencia, en el presente trabajo de investigación el tiempo contributorio se redujo en promedio de hasta en 5% lo cual vendría a cumplir con la finalidad de la implementación de la herramienta Carta Balance.

De igual manera en el trabajo de investigación de Agreda y Pintado (2022) indican que, con la implementación de la carta balance, lograron que el tiempo empleado en el trabajo contributorio aumente en un 6% cuando según lo antes mencionado este tiempo se debería disminuir y lograr que se transforme en tiempo productivo tal como se hizo en el presente trabajo de investigación en el que el tiempo contributorio en las partidas analizadas redujo en hasta 5% después de haber implementado las estrategias de mejora y haber transformado estos tiempos en trabajos productivos los cuales aumentaron en un promedio de alrededor del 10%.

En relación al trabajo de investigación presentado por el Ingeniero Paredes (2019), este tomo solo una muestra para realizar sus mediciones y cuantificar los trabajos productivos, trabajos contributorios y no contributorios. Al tener solo una muestra no se puede tener una data exacta para implementar estrategias de mejora, debido a que en el flujo de trabajo diariamente se pueden presentar situaciones diversas que es necesario mapearlas para poder mitigarlas. A diferencia, en la presente tesis se han presentado 3 muestras, por cada partida a evaluar, tomadas antes y después de la implementación de estrategias de mejora. Esto se ha realizado con la finalidad de tener una data real de cómo es que el personal distribuye su tiempo al momento de realizar las actividades correspondientes a la instalación de geosintéticos y posteriormente implementar estrategias de mejora con la finalidad de mejorar la productividad y reducir y/o eliminar los tiempos muertos.

Como se puede observar desde la tabla 6 hasta la tabla 16 existe una optimización en los tiempos de los trabajos contributorios y no contributorios obtenidos antes y después de la implementación de las estrategias de mejora en las partidas evaluadas. En la instalación de la capa de geotextil se tuvo un aumento de productividad en alrededor 9%, mientras que el tiempo empleado en los trabajos contributorios aumentó en 2% y los trabajos no contributorios disminuyeron en casi 10%. Así mismo, la productividad en la instalación de geomembrana aumentó en casi 9%, mientras que los tiempos de los trabajos contributorios y no contributorios disminuyeron en casi 2 y 6% respectivamente. Por último, en la instalación de la segunda capa de geotextil la productividad aumentó en 13%. Los tiempos de los trabajos contributorios disminuyeron en 5% y los no contributorios disminuyeron en 7%.

En base a estos resultados, se evidencia que el uso de la carta balance aportó un gran valor en la identificación de los tiempos muertos y la mejora de la productividad en cada una de las actividades que se pudo identificar.

## VI. CONCLUSIONES

- Se reconoció que los tiempos productivos en la instalación de la primera capa de geotextil logró alrededor del 40%, consiguiendo que este tiempo aumente en un 8%. De igual manera en la instalación de la geomembrana su tiempo productivo fue de 40% aumentando en un 8%. Y, para finalizar, en la instalación de la segunda capa de geotextil, se obtuvo como promedio un 46% aumentando en 13% el tiempo empleado en esta actividad.
- Se identificó que los tiempos de los trabajos contributorios abarcaron un 31% en la instalación de la primera capa de geotextil, aumentando en 2% a comparación de la primera medición. En la instalación de geomembrana se obtuvo un promedio del 33% reduciendo en 2%. Y, por último, en la segunda capa de geotextil, se tuvo como resultado un 28% reduciéndose el tiempo empleado en los trabajos contributorios en un 6%.
- Se distinguió que los trabajos no contributorios en la instalación de la primera capa de geotextil abarcaban un promedio del 25% disminuyendo en 8% de lo primero obtenido. Así mismo, en la instalación de la geomembrana se obtuvo un promedio de 26% disminuyendo en 7%. Y, por último, en la instalación de la segunda capa de geotextil se tuvo como resultado un 25% disminuyendo en 7% el uso del tiempo en los trabajos no contributorios.
- Se determinó que la implementación de la herramienta la Carta Balance aumenta la productividad en un 8% en la instalación de geotextil (capa 1), 13% en la instalación de geomembrana y en un 8% en la instalación de geotextil (capa 2).

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Implementar el uso de la carta balance en cada uno de los proyectos, desde el principio, para que con las muestras obtenidas se pueda identificar a tiempo las actividades que no generan valor y mitigarlas en búsqueda de que el flujo de trabajo sea continuo y con ello, se aumente la productividad.
- Se recomienda realizar flujogramas por cada partida a evaluar, con la finalidad de que cualquier trabajador tenga conocimiento sobre cuál es el correcto procedimiento a seguir en las actividades y así generar un flujo continuo de trabajo.
- Se recomienda realizar más de 3 evaluaciones por partida, antes y después de la implementación de estrategias de mejora, con la finalidad de poder tener datos más certeros sobre los tiempos que se están empleando diariamente en cada trabajo contributorio y no contributorio.
- Se sugiere realizar un control y seguimiento para monitorear y registrar aquellas actividades y/o comportamientos del personal que determinen el flujo continuo de la producción.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Arévalo, S. (2018). Implementación de la metodología Lean Construction en la productividad de la construcción del proyecto Casa Club Recrea Las Magnolias – Breña. Universidad Nacional Federico Villarreal.
- Botero, L. (2002). Análisis de rendimientos y consumos de mano de obra en actividades de construcción. Revista Universidad EAFIT N° 128.
- Caballero, S., Ponce, E. y Zambrano, B. (2018). Estado actual de la aplicación de la metodología Lean Construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia. Ingeniare.
- Calvo, F. y Flores, L. (2020). Costos y presupuestos: un enfoque práctico. Universidad ESAN.
- Cámara Peruana de la Construcción CAPECO (2003). Costos y presupuestos en edificación.
- Castillo, C. y Flores, M. (2016). Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares (Caso: Cerezos de Surco). Universidad Privada San Martín de Porres.
- Chauvel, A. y Tawfik, L. (1993). Administración de la producción.
- Chiavenato, I. (2013). Administración de recursos humanos: El capital humano de las organizaciones. Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, Campus Ciudad de México.
- Contreras, E. (2013). El concepto de estrategia como fundamento de la planeación estratégica. Pensamiento y gestión N°35.
- Dagnino, J. (2014). Muestras, variabilidad y error. Revista chilena de anestesia.
- Ghio, V. (2000). Productividad en obras de construcción. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Gómez, E. (2020). Guía de implementación Lean Manufacturing & Services. KZI – Kaizenia.

- Hernández, C. y Mejía, G. (2007). Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas en medición de rendimientos de mano de obra. Revista de la facultad de ingenierías físico mecánicas.
- Pons, J. y Rubio, I. (2021). Lean Construction: Las 10 claves del éxito para su implantación. Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Pons, J. (2014). Introducción a Lean Construction. Fundación Laboral de la Construcción.
- Richards, S. (2003). Los 7 hábitos de la gente altamente efectiva.
- Serpell, A. y Verbal, R. (1990). Análisis de operaciones mediante cartas de balance. Revista de Ingeniería de Construcción, N°9.
- Serpell, A. (1986). Productividad en la construcción. Revista de Ingeniería de Construcción, N°1.
- Tamayo, M. (2003). El proceso de la investigación científica. Editorial Limusa, S.A. Grupo Noriega Editores.

## IX. ANEXOS

### Anexo 1: Datos del proyecto

- **Nombre del proyecto**

Construcción del Depósito de Desmonte Fase 5B Etapa 3 – Sistema de Revestimiento

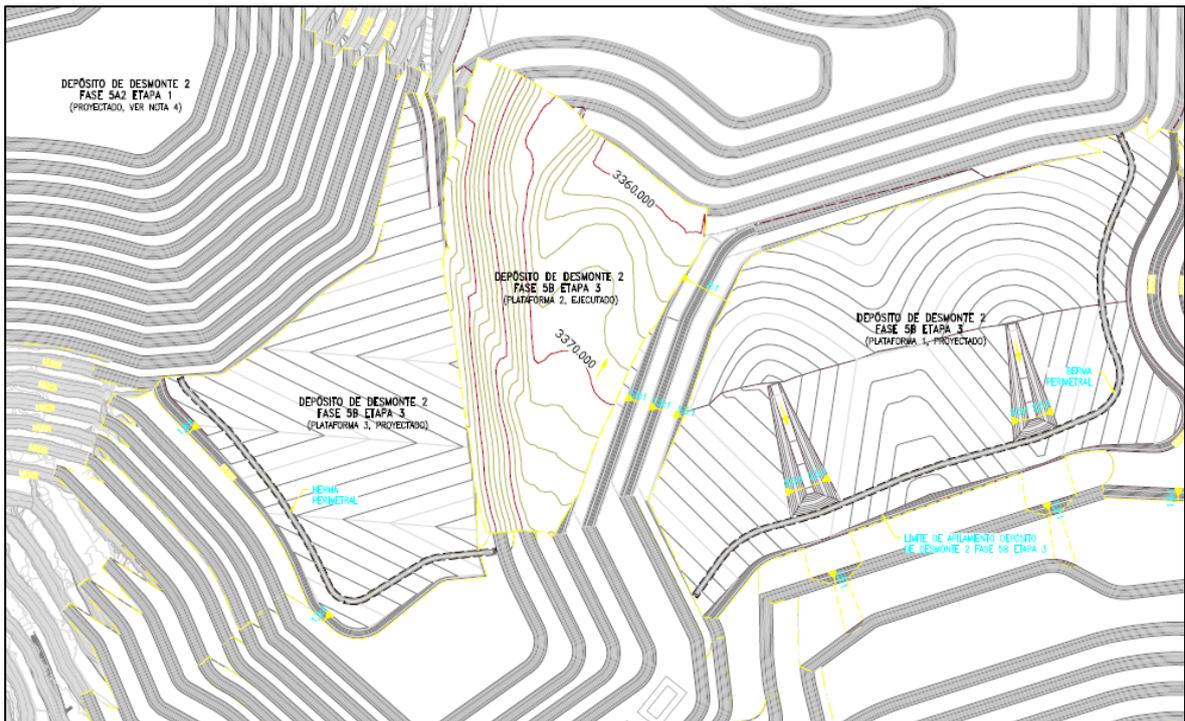
- **Macrolocalización**



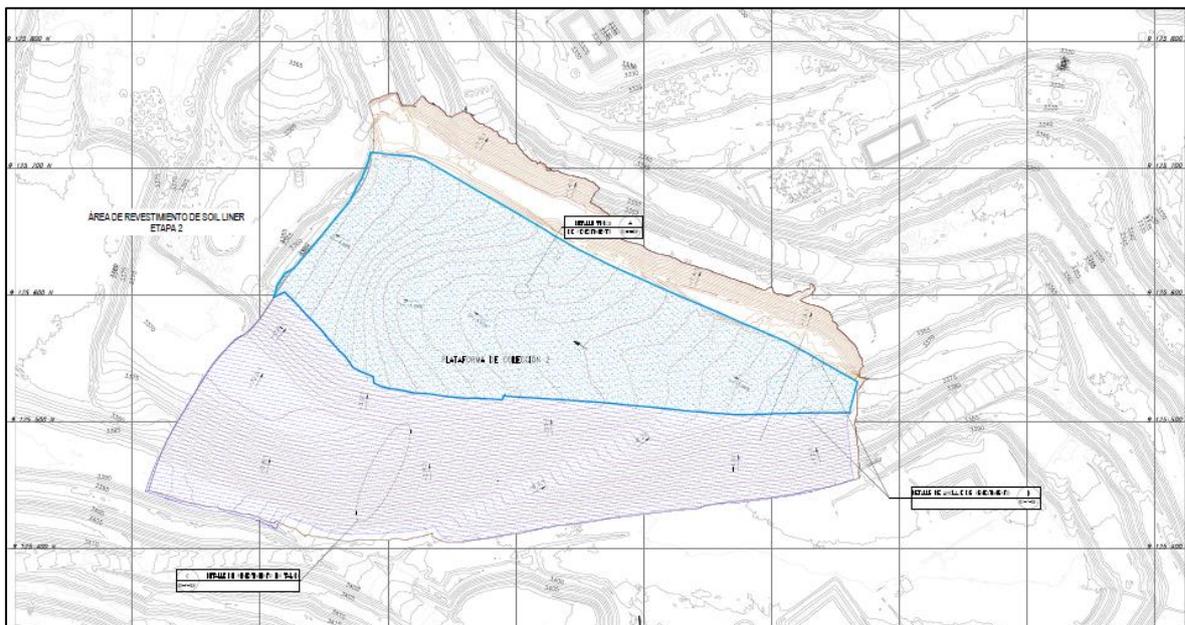
- **Microlocalización**



- **Plano Depósito de Desmonte Fase 5B**



- **Plano sistema de revestimiento del proyecto**



## Anexo 2: Panel fotográfico

### *Vista panorámica conformación de superficie*



Fuente: (Vallejos, 2024)

### *Vista panorámica instalación de geotextil*



Fuente: (Vallejos, 2024)

*Vista panorámica instalación de geomembrana*



Fuente: (Vallejos, 2024)

*Vista frontal del proceso de instalación de geomembrana*



Fuente: (Vallejos, 2024)

*Colocación de sacos en plataforma*



Fuente: (Vallejos, 2024)

*Instalación de geomembrana – Despliegue de paño*



Fuente: (Vallejos, 2024)

### **Anexo 3: Encuesta**

#### **Encuesta N°1**

- 1. ¿Cuál de los siguientes puntos cree usted que afecta en rendimiento del personal?**
  - a. Falta de conocimiento
  - b. Exceso de trabajo
  - c. Falta de motivación**
- 2. ¿Cuál de estos enunciados cree usted que afecta directamente la productividad?**
  - a. Esperas
  - b. Movimientos no útiles**
  - c. Retrabajos
  - d. Transporte innecesario de materiales
- 3. ¿Qué cree usted que nos puede ayudar para mejorar el rendimiento de las actividades?**
  - a. Puntos cercanos de acopio de materiales**
  - b. Dimensionamiento de cuadrilla eficiente
  - c. Herramientas en buen estado
  - d. Orden y limpieza
- 4. ¿Cómo evitar los retrabajos? Describa**
  - Realizando buena compactación de la superficie y cubriéndola con flexilona, para así evitar que esta se erosione por las condiciones climáticas de la zona.

**Encuesta N°2**

1. **¿Cuál de los siguientes puntos cree usted que afecta en rendimiento del personal?**
  - a. Falta de conocimiento
  - b. Exceso de trabajo
  - c. Falta de motivación
2. **¿Cuál de estos enunciados cree usted que afecta directamente la productividad?**
  - a. Esperas
  - b. Movimientos no útiles
  - c. Retrabajos
  - d. Transporte innecesario de materiales
3. **¿Qué cree usted que nos puede ayudar para mejorar el rendimiento de las actividades?**
  - a. Puntos cercanos de acopio de materiales
  - b. Dimensionamiento de cuadrilla eficiente
  - c. Herramientas en buen estado
  - d. Orden y limpieza
4. **¿Cómo evitar los retrabajos? Describa**
  - Realizar un lesteado correcto para así evitar quemar las uniones entre paños de geomembrana, lo cual implica realizar parches.

**Encuesta N°3**

1. **¿Cuál de los siguientes puntos cree usted que afecta en rendimiento del personal?**
  - a. Falta de conocimiento
  - b. Exceso de trabajo
  - c. Falta de motivación
2. **¿Cuál de estos enunciados cree usted que afecta directamente la productividad?**
  - a. Esperas
  - b. Movimientos no útiles
  - c. Retrabajos
  - d. Transporte innecesario de materiales
3. **¿Qué cree usted que nos puede ayudar para mejorar el rendimiento de las actividades?**
  - a. Puntos cercanos de acopio de materiales
  - b. Dimensionamiento de cuadrilla eficiente
  - c. Herramientas en buen estado
  - d. Orden y limpieza
4. **¿Cómo evitar los retrabajos? Describa**
  - Realizando buena conformación de la superficie

**Encuesta N°4**

1. **¿Cuál de los siguientes puntos cree usted que afecta en rendimiento del personal?**
  - a. Falta de conocimiento
  - b. Exceso de trabajo**
  - c. Falta de motivación
2. **¿Cuál de estos enunciados cree usted que afecta directamente la productividad?**
  - a. Esperas
  - b. Movimientos no útiles
  - c. Retrabajos**
  - d. Transporte innecesario de materiales
3. **¿Qué cree usted que nos puede ayudar para mejorar el rendimiento de las actividades?**
  - a. Puntos cercanos de acopio de materiales
  - b. Dimensionamiento de cuadrilla eficiente
  - c. Herramientas en buen estado
  - d. Orden y limpieza**
4. **¿Cómo evitar los retrabajos? Describa**
  - Realizar correcta soldadura

**Encuesta N°5**

- 1. ¿Cuál de los siguientes puntos cree usted que afecta en rendimiento del personal?**
  - a. Falta de conocimiento
  - b. Exceso de trabajo**
  - c. Falta de motivación
- 2. ¿Cuál de estos enunciados cree usted que afecta directamente la productividad?**
  - a. Esperas
  - b. Movimientos no útiles
  - c. Retrabajos**
  - d. Transporte innecesario de materiales
- 3. ¿Qué cree usted que nos puede ayudar para mejorar el rendimiento de las actividades?**
  - a. Puntos cercanos de acopio de materiales**
  - b. Dimensionamiento de cuadrilla eficiente
  - c. Herramientas en buen estado
  - d. Orden y limpieza
- 4. ¿Cómo evitar los retrabajos? Describa**
  - Evitar dejar la geomembrana expuesta mucho tiempo a la intemperie.



34.0	2 min	TP1									
35.0	2 min	TP1									
36.0	2 min	TP1									
37.0	2 min	TP1									
38.0	2 min	TP1									
39.0	2 min	TP1									
40.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
41.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
42.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
43.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
44.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
45.0	2 min	TC5									
46.0	2 min	TNC3									
47.0	2 min	TP1									
48.0	2 min	TP1									
49.0	2 min	TP1									
50.0	2 min	TP1									
51.0	2 min	TP1									
52.0	2 min	TP1									
53.0	2 min	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
54.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
55.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
56.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4	TC1	TC1
57.0	2 min	TNC3									
58.0	2 min	TNC3									
59.0	2 min	TNC3									
60.0	2 min	TNC3									
61.0	2 min	TP1									
62.0	2 min	TP1									
63.0	2 min	TP1									
64.0	2 min	TP1									
65.0	2 min	TP1									
66.0	2 min	TP1									
67.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
68.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
69.0	2 min	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TC2	TC2	TC1	TC1
70.0	2 min	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TC2	TC2	TC1	TC1
71.0	2 min	TNC3									
72.0	2 min	TNC3									
73.0	2 min	TP1									
74.0	2 min	TP1									
75.0	2 min	TP1									
76.0	2 min	TP1									
77.0	2 min	TP1									
78.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4

79.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
80.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC6	TC6	TC6	TC6
81.0	2 min	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5	TC6	TC6	TC6	TC6
82.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
83.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
84.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
85.0	2 min	TNC3									
86.0	2 min	TNC3									
87.0	2 min	TP1									
88.0	2 min	TP1									
89.0	2 min	TP1									
90.0	2 min	TP1									
91.0	2 min	TP1									
92.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
93.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
94.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
95.0	2 min	TC6	TC6	TC6	TC5						
96.0	2 min	TC6	TC6	TC6	TC5						
97.0	2 min	TC1	TC1	TNC9							
98.0	2 min	TC1	TC1	TNC9							
99.0	2 min	TC1	TC1	TNC9							

- Instalación de geotextil (Capa N°1) – Segunda muestra antes de implementación de estrategias de mejora

Proyecto: Botadero 5B Etapa 3

Área: Proyectos  
Supervisor: Jaime Ynca

Actividad: Instalación de geotextil no tejido 270 g/m<sup>2</sup>

Hoja: 1  
Fecha: 23/11/23  
Hora de inicio: 06:45 am  
Hora de fin: 10:15 am  
Intervalo: 2 min

Ítem	Intervalo	Trab 1	Trab 2	Trab 3	Trab 4	Trab 5	Trab 6	Trab 7	Trab 8	Trab 9	Trab 10
1.0	2 min	TNC7									
2.0	2 min	TNC7									
3.0	2 min	TNC7									
4.0	2 min	TNC7									
5.0	2 min	TNC7									
6.0	2 min	TNC7									
7.0	2 min	TNC7									
8.0	2 min	TNC7									
9.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC6	TC6	TC6	TC6	TC6
10.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC6	TC6	TC6	TC6	TC6
11.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC6	TC6	TC6	TC6	TC6
12.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5

13.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5
14.0	2 min	TNC3									
15.0	2 min	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
16.0	2 min	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
17.0	2 min	TP1									
18.0	2 min	TP1									
19.0	2 min	TP1									
20.0	2 min	TP1									
21.0	2 min	TP1									
22.0	2 min	TP1									
23.0	2 min	TP1									
24.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TNC8	TNC8	TNC8	TC4	TC4	TC4	TC4
25.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TNC8	TNC8	TNC8	TC4	TC4	TC4	TC4
26.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TNC8	TNC8	TNC8	TC4	TC4	TC4	TC4
27.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TNC8	TNC8	TNC8	TC4	TC4	TC4	TC4
28.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TNC8	TNC8	TNC8	TC4	TC4	TC4	TC4
29.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
30.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
31.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
32.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
33.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
34.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
35.0	2 min	TNC3									
36.0	2 min	TNC3									
37.0	2 min	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
38.0	2 min	TP1									
39.0	2 min	TP1									
40.0	2 min	TP1									
41.0	2 min	TP1									
42.0	2 min	TP1									
43.0	2 min	TP1									
44.0	2 min	TP1									
45.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4	TNC8	TNC8	TNC8
46.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4	TNC8	TNC8	TNC8
47.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4	TNC8	TNC8	TNC8
48.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4	TNC8	TNC8	TNC8
49.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4	TNC8	TNC8	TNC8
50.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
51.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
52.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
53.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
54.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
55.0	2 min	TNC3									
56.0	2 min	TNC3									
57.0	2 min	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8



- Instalación de geotextil (Capa N°1) – Tercera muestra antes de implementación de estrategias de mejora

Proyecto: Botadero 5B Etapa 3

Área: Proyectos

Supervisor: Jaime Ynca

Actividad: Instalación de geotextil no tejido 270 g/m2

Hoja: 1

Fecha: 24/11/23

Hora de inicio: 06:30 am

Hora de fin: 10:00 am

Intervalo: 2 min

Ítem	Intervalo	Trab 1	Trab 2	Trab 3	Trab 4	Trab 5	Trab 6	Trab 7	Trab 8	Trab 9	Trab 10
1.0	2 min	TNC7									
2.0	2 min	TNC7									
3.0	2 min	TNC7									
4.0	2 min	TNC7									
5.0	2 min	TNC7									
6.0	2 min	TNC7									
7.0	2 min	TNC7									
8.0	2 min	TNC7									
9.0	2 min	TNC7									
10.0	2 min	TNC7									
11.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC6	TC6	TC6	TC6	TC6
12.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC6	TC6	TC6	TC6	TC6
13.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5
14.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5
15.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TNC4	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5
16.0	2 min	TNC3	TNC3	TNC3	TNC3	TNC3	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
17.0	2 min	TNC3	TNC3	TNC3	TNC3	TNC3	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
18.0	2 min	TP1									
19.0	2 min	TP1									
20.0	2 min	TP1									
21.0	2 min	TP1									
22.0	2 min	TP1									
23.0	2 min	TP1									
24.0	2 min	TP1									
25.0	2 min	TP1									
26.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TNC8	TNC8	TNC8	TC4	TC4	TC4	TC4
27.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TNC8	TNC8	TNC8	TC4	TC4	TC4	TC4
28.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TNC8	TNC8	TNC8	TC4	TC4	TC4	TC4
29.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
30.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
31.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
32.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
33.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
34.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8





















35.0	2 min	TP1									
36.0	2 min	TP1									
37.0	2 min	TP1									
38.0	2 min	TP1									
39.0	2 min	TP1									
40.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
41.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
42.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
43.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
44.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
45.0	2 min	TC5									
46.0	2 min	TNC3									
47.0	2 min	TP1									
48.0	2 min	TP1									
49.0	2 min	TP1									
50.0	2 min	TP1									
51.0	2 min	TP1									
52.0	2 min	TP1									
53.0	2 min	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
54.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
55.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
56.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4	TC1	TC1
57.0	2 min	TNC3									
58.0	2 min	TNC3									
59.0	2 min	TNC3									
60.0	2 min	TNC3									
61.0	2 min	TP1									
62.0	2 min	TP1									
63.0	2 min	TP1									
64.0	2 min	TP1									
65.0	2 min	TP1									
66.0	2 min	TP1									
67.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
68.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
69.0	2 min	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TC2	TC2	TC1	TC1
70.0	2 min	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TC2	TC2	TC1	TC1
71.0	2 min	TNC3									
72.0	2 min	TNC3									
73.0	2 min	TP1									
74.0	2 min	TP1									
75.0	2 min	TP1									
76.0	2 min	TP1									
77.0	2 min	TP1									
78.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
79.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4

80.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC6	TC6	TC6	TC6
81.0	2 min	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5	TC6	TC6	TC6	TC6
82.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
83.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
84.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
85.0	2 min	TNC3									
86.0	2 min	TNC3									
87.0	2 min	TP1									
88.0	2 min	TP1									
89.0	2 min	TP1									
90.0	2 min	TP1									
91.0	2 min	TP1									
92.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
93.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
94.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
95.0	2 min	TC6	TC6	TC6	TC5						
96.0	2 min	TC6	TC6	TC6	TC5						
97.0	2 min	TC1	TC1	TNC9							
98.0	2 min	TC1	TC1	TNC9							
99.0	2 min	TC1	TC1	TNC9							

- Instalación de geomembrana - Segunda muestra antes de implementación de estrategias de mejora

Proyecto: Botadero 5B Etapa 3

Hoja: 1  
Fecha: 30/11/23  
Hora de inicio: 07:30 am  
Hora de fin: 11:00 am  
Intervalo: 2 min

Área: Proyectos  
Supervisor: Jaime Ynca

Actividad: Instalación de geomembrana HDPE 1.0 mm

Ítem	Intervalo	Trab 1	Trab 2	Trab 3	Trab 4	Trab 5	Trab 6	Trab 7	Trab 8	Trab 9	Trab 10
1.0	2 min	TNC7									
2.0	2 min	TNC7									
3.0	2 min	TNC7									
4.0	2 min	TNC7									
5.0	2 min	TNC7									
6.0	2 min	TNC7									
7.0	2 min	TNC7									
8.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TC5						
9.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TC5						
10.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TC5						
11.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TC5						
12.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TC5						
13.0	2 min	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8







35.0	2 min	TP1									
36.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
37.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
38.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
39.0	2 min	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TC1	TC1	TC2	TC2
40.0	2 min	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TC1	TC1	TC2	TC2
41.0	2 min	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TC1	TC1	TC2	TC2
42.0	2 min	TNC3									
43.0	2 min	TNC3									
44.0	2 min	TP1									
45.0	2 min	TP1									
46.0	2 min	TP1									
47.0	2 min	TP1									
48.0	2 min	TP1									
49.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
50.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
51.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
52.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC1	TC1	TC2	TC2
53.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC1	TC1	TC2	TC2
54.0	2 min	TNC3									
55.0	2 min	TNC3									
56.0	2 min	TNC3									
57.0	2 min	TNC3									
58.0	2 min	TP1									
59.0	2 min	TP1									
60.0	2 min	TP1									
61.0	2 min	TP1									
62.0	2 min	TP1									
63.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
64.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
65.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
66.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC1	TC1	TNC8	TNC8
67.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC1	TC1	TNC8	TNC8
68.0	2 min	TNC3									
69.0	2 min	TNC3									
70.0	2 min	TP1									
71.0	2 min	TP1									
72.0	2 min	TP1									
73.0	2 min	TP1									
74.0	2 min	TP1									
75.0	2 min	TP1									
76.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
77.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
78.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC2	TC2
79.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC1	TC1	TC2	TC2



















35.0	2 min	TP1									
36.0	2 min	TP1									
37.0	2 min	TP1									
38.0	2 min	TP1									
39.0	2 min	TP1									
40.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
41.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
42.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
43.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
44.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
45.0	2 min	TC5									
46.0	2 min	TNC3									
47.0	2 min	TP1									
48.0	2 min	TP1									
49.0	2 min	TP1									
50.0	2 min	TP1									
51.0	2 min	TP1									
52.0	2 min	TP1									
53.0	2 min	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
54.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
55.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC2	TC2	TC2	TC2	TC1	TC1
56.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4	TC1	TC1
57.0	2 min	TNC3									
58.0	2 min	TNC3									
59.0	2 min	TNC3									
60.0	2 min	TNC3									
61.0	2 min	TP1									
62.0	2 min	TP1									
63.0	2 min	TP1									
64.0	2 min	TP1									
65.0	2 min	TP1									
66.0	2 min	TP1									
67.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
68.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
69.0	2 min	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TC2	TC2	TC1	TC1
70.0	2 min	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TCN8	TC2	TC2	TC1	TC1
71.0	2 min	TNC3									
72.0	2 min	TNC3									
73.0	2 min	TP1									
74.0	2 min	TP1									
75.0	2 min	TP1									
76.0	2 min	TP1									
77.0	2 min	TP1									
78.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
79.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4

80.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC6	TC6	TC6	TC6
81.0	2 min	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5	TC6	TC6	TC6	TC6
82.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
83.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
84.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
85.0	2 min	TNC3									
86.0	2 min	TNC3									
87.0	2 min	TP1									
88.0	2 min	TP1									
89.0	2 min	TP1									
90.0	2 min	TP1									
91.0	2 min	TP1									
92.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
93.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
94.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
95.0	2 min	TNC9									
96.0	2 min	TNC9									
97.0	2 min	TNC9									
98.0	2 min	TNC9									
99.0	2 min	TNC9									

- Instalación de geotextil (Capa N°2) – Segunda muestra antes de implementación de estrategias de mejora

Proyecto: Botadero 5B Etapa 2

Hoja: 1

Fecha: 11/12/23

Área: Proyectos

Hora de inicio: 07:30 am

Supervisor: Crispín Cabana

Hora de fin: 11:00 am

Actividad: Instalación de geotextil no tejido 270 g/m2

Intervalo: 2 min

Ítem	Intervalo	Trab 1	Trab 2	Trab 3	Trab 4	Trab 5	Trab 6	Trab 7	Trab 8	Trab 9	Trab 10
1.0	2 min	TNC7									
2.0	2 min	TNC7									
3.0	2 min	TNC7									
4.0	2 min	TNC7									
5.0	2 min	TNC7									
6.0	2 min	TNC7									
7.0	2 min	TNC7									
8.0	2 min	TNC7									
9.0	2 min	TNC7									
10.0	2 min	TNC7									
11.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TC6						
12.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TC6						
13.0	2 min	TNC4	TNC4	TNC4	TC5						



59.0	2 min	TNC3									
60.0	2 min	TNC3									
61.0	2 min	TP1									
62.0	2 min	TP1									
63.0	2 min	TP1									
64.0	2 min	TP1									
65.0	2 min	TP1									
66.0	2 min	TP1									
67.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
68.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
69.0	2 min	TCN4	TCN4	TCN4	TCN4	TCN4	TCN4	TC2	TC2	TC1	TC1
70.0	2 min	TCN4	TCN4	TCN4	TCN4	TCN4	TCN4	TC2	TC2	TC1	TC1
71.0	2 min	TCN4									
72.0	2 min	TNC3									
73.0	2 min	TP1									
74.0	2 min	TP1									
75.0	2 min	TP1									
76.0	2 min	TP1									
77.0	2 min	TP1									
78.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
79.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
80.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC6	TC6	TC6	TC6
81.0	2 min	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5	TC5	TC6	TC6	TC6	TC6
82.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
83.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
84.0	2 min	TC1	TC1	TC2	TC2	TC2	TC2	TC6	TC6	TC6	TC6
85.0	2 min	TNC3									
86.0	2 min	TNC3									
87.0	2 min	TP1									
88.0	2 min	TP1									
89.0	2 min	TP1									
90.0	2 min	TP1									
91.0	2 min	TP1									
92.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
93.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
94.0	2 min	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC3	TC4	TC4	TC4	TC4
95.0	2 min	TC6	TC6	TC6	TC5						
96.0	2 min	TC6	TC6	TC6	TC5						
97.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9
98.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9
99.0	2 min	TC1	TC1	TC1	TC1	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9	TNC9















80.0	2 min	TNC3									
81.0	2 min	TC2	TC2	TNC8							
82.0	2 min	TP1									
83.0	2 min	TP1									
84.0	2 min	TP1									
85.0	2 min	TP1									
86.0	2 min	TP1									
87.0	2 min	TP1									
88.0	2 min	TP1									
89.0	2 min	TC3									
90.0	2 min	TC4									
91.0	2 min	TNC3									
92.0	2 min	TC2	TC2	TNC8							
93.0	2 min	TP1									
94.0	2 min	TP1									
95.0	2 min	TP1									
96.0	2 min	TP1									
97.0	2 min	TP1									
98.0	2 min	TC3									
99.0	2 min	TC4									

- Instalación de geotextil (Capa N°2) – Tercera muestra después de implementación de estrategias de mejora

Proyecto: Botadero 5B Etapa 2

Área: Proyectos

Supervisor: Crispín Cabana

Actividad: Instalación de geotextil no tejido 270 g/m<sup>2</sup>

Hoja: 1

Fecha: 15/12/23

Hora de inicio: 07:30 am

Hora de fin: 11:00 am

Intervalo: 2 min

Ítem	Intervalo	Trab 1	Trab 2	Trab 3	Trab 4	Trab 5	Trab 6	Trab 7	Trab 8	Trab 9	Trab 10
1.0	2 min	TNC7									
2.0	2 min	TNC7									
3.0	2 min	TNC7									
4.0	2 min	TNC7									
5.0	2 min	TNC4									
6.0	2 min	TNC5									
7.0	2 min	TC6									
8.0	2 min	TC6									
9.0	2 min	TC6									
10.0	2 min	TNC3									
11.0	2 min	TNC3									
12.0	2 min	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8
13.0	2 min	TC2	TC2	TC2	TC2	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8	TNC8



