



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN CONSTRUCTION para
Rubros de Alcantarillado Sanitario**

**TANDAZO RAMIREZ ADALBERTO DAVID
INGENIERO CIVIL**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN
CONSTRUCTION para Rubros de Alcantarillado Sanitario**

**TANDAZO RAMIREZ ADALBERTO DAVID
INGENIERO CIVIL**

**MACHALA
2023**



UTMACH

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTOS TÉCNICOS

**Análisis de causas y posibles soluciones con LEAN
CONSTRUCTION para Rubros de Alcantarillado Sanitario**

**TANDAZO RAMIREZ ADALBERTO DAVID
INGENIERO CIVIL**

AÑAZCO CAMPOVERDE PAUL ANDRE

**MACHALA
2023**

Seminario de titulación II

por Adalberto David Tandazo Ramirez

Fecha de entrega: 26-feb-2024 04:38p.m. (UTC-0500)

Identificador de la entrega: 2184500831

Nombre del archivo: TESIS_DE_GRADO_DAVID_TANDAZO.docx (23.63M)

Total de palabras: 27460

Total de caracteres: 143009

Seminario de titulación II

INFORME DE ORIGINALIDAD

4%

INDICE DE SIMILITUD

4%

FUENTES DE INTERNET

1%

PUBLICACIONES

2%

TRABAJOS DEL
ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

1%

2

[Submitted to uncedu](#)

Trabajo del estudiante

<1%

3

[Submitted to Universidad Técnica de Machala](#)

Trabajo del estudiante

<1%

4

repositorio.ucv.edu.pe

Fuente de Internet

<1%

5

repositorio.cidecuador.org

Fuente de Internet

<1%

6

www.coursehero.com

Fuente de Internet

<1%

7

www.redalyc.org

Fuente de Internet

<1%

8

riunet.upv.es

Fuente de Internet

<1%

9

cdigital.uv.mx

Fuente de Internet

<1%

10	baixardoc.com Fuente de Internet	<1 %
11	www.scielo.org.co Fuente de Internet	<1 %
12	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
13	www.repositorio.unach.edu.pe Fuente de Internet	<1 %
14	issuu.com Fuente de Internet	<1 %
15	repositorio.puce.edu.ec Fuente de Internet	<1 %
16	www.researchgate.net Fuente de Internet	<1 %
17	1library.co Fuente de Internet	<1 %
18	laccei.org Fuente de Internet	<1 %
19	vitela.javerianacali.edu.co Fuente de Internet	<1 %
20	www.cmicdelegacionchihuahua.org Fuente de Internet	<1 %
21	repositorio.uta.edu.ec Fuente de Internet	<1 %

22 Submitted to Universidad de Guayaquil <1 %
Trabajo del estudiante

23 es.unionpedia.org <1 %
Fuente de Internet

24 ciencia digital.org <1 %
Fuente de Internet

25 repositorio academico.upc.edu.pe <1 %
Fuente de Internet

Excluir citas Activo

Excluir coincidencias < 20 words

Excluir bibliografía Activo

CLÁUSULA DE CESIÓN DE DERECHO DE PUBLICACIÓN EN EL REPOSITORIO DIGITAL INSTITUCIONAL

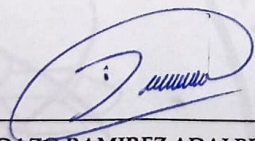
El que suscribe, TANDAZO RAMIREZ ADALBERTO DAVID, en calidad de autor del siguiente trabajo escrito titulado Análisis de causas y posibles soluciones con lean construcción para rubros de alcantarillado sanitario, otorga a la Universidad Técnica de Machala, de forma gratuita y no exclusiva, los derechos de reproducción, distribución y comunicación pública de la obra, que constituye un trabajo de autoría propia, sobre la cual tiene potestad para otorgar los derechos contenidos en esta licencia.

El autor declara que el contenido que se publicará es de carácter académico y se enmarca en las disposiciones definidas por la Universidad Técnica de Machala.

Se autoriza a transformar la obra, únicamente cuando sea necesario, y a realizar las adaptaciones pertinentes para permitir su preservación, distribución y publicación en el Repositorio Digital Institucional de la Universidad Técnica de Machala.

El autor como garante de la autoría de la obra y en relación a la misma, declara que la universidad se encuentra libre de todo tipo de responsabilidad sobre el contenido de la obra y que asume la responsabilidad frente a cualquier reclamo o demanda por parte de terceros de manera exclusiva.

Aceptando esta licencia, se cede a la Universidad Técnica de Machala el derecho exclusivo de archivar, reproducir, convertir, comunicar y/o distribuir la obra mundialmente en formato electrónico y digital a través de su Repositorio Digital Institucional, siempre y cuando no se lo haga para obtener beneficio económico.



TANDAZO RAMIREZ ADALBERTO DAVID

0706903085

Dedicatoria

El presente trabajo está dedicado a todas aquellas personas que me apoyaron durante el proceso de formación especialmente a mis padres José Lucas Tandazo Hidalgo e Irlanda de los Ángeles Ramírez Gallardo a mis hermanos Junior y Jackson y a mi hermana Leivi los cuales me ayudaron a culminar este proceso para optar por el título de Ingeniero Civil.

Adalberto David Tandazo Ramírez.

Agradecimiento.

Me gustaría mostrar mi sincero agradecimiento, en primer lugar, a Dios por guiarme durante toda mi vida, a mis padres que me han brindado su apoyo incondicional para lograr cumplir con todos los objetivos que me he planteado en el ámbito personal y académico.

También le agradezco profundamente al Ingeniero Paul Añasco Campoverde, quien fue mi tutor, por su paciencia y dedicación durante el proceso de titulación, guiándome en la realización de este trabajo de investigación.

Adalberto David Tandazo Ramírez.

Resumen

La industria de la construcción es una de las más importantes para el desarrollo de las poblaciones, en Ecuador esta industria debido a los escasos recursos tiene dificultades para desarrollarse de forma constante por este motivo se están han venido desarrollando estrategias para mejorar la productividad de la industria mejorando procesos y técnicas es aquí donde interviene la filosofía Lean Construction que con las herramientas que están basadas en esta filosofía nos permiten diagnosticar y mejorar proyectos civiles como en este caso de alcantarillado sanitario y pluvial, con esto se realiza un diagnóstico de los problemas que afectan a la productividad de la mano de obra como la cartas de balance, entrevistas y encuestas de detección de pérdidas y calculando el rendimiento real de la mano de obra para conocer la variación de este con respecto al teórico presente en los análisis de precios unitarios, con el uso de estas herramientas se pudo determinar actividades y rubros que generan pérdidas de productividad en el proyecto como la instalación de tuberías que presento un volar elevado de pérdidas hacia el proyecto.

Palabras clave: Productividad, Lean Construction, Carta Balance.

Abstract

The Construction industry is one of the most important for the development of populations, in Ecuador this industry due to scarce resources has difficulties to develop steadily for this reason have been developing strategies to improve the productivity of the industry by improving processes and techniques is here where the Lean Construction philosophy intervenes with the tools that are based on this philosophy allow us to diagnose and improve civil projects as in this case of sanitary and storm sewer, with this a diagnosis of the problems that affect the productivity of labor is made as the balance charts, interviews and surveys to detect losses and calculating the actual performance of labor to know the variation of this with respect to the theoretical present in the analysis of unit prices, with the use of these tools it was possible to determine activities and items that generate productivity losses in the project such as the installation of pipes that presented a high flight of losses to the project.

Key words: Productivity, Lean Construction, Balance Sheet.

Índice

Dedicatoria.....	I
Agradecimiento.....	II
Resumen.....	III
Abstract.....	III
Introducción.....	XI
I. Capítulo I: Planteamiento del problema	13
1.1. Línea base del proyecto.....	13
1.1.1 Geografía y población.....	13
1.1.2 Condiciones ambientales y geológicas.....	14
1.1.3 Condiciones sociales y económicas.....	16
1.1.4 Amenaza sísmica.....	17
1.1.5 Hidrología.....	17
1.1.6 Contextualización de la economía en la construcción.....	17
1.1.7 Contexto de servicios de alcantarillado.....	17
1.2. Descripción de la situación problemática.....	18
1.3. Formulación del problema.....	20
1.4. Alcance del proyecto.....	20
1.5. Delimitación del objeto de estudio.....	21
1.6. Justificación.....	22
1.7. Objetivos	22
1.7.1 Objetivo general.....	22
1.7.2 Objetivo específico	22
II. Capítulo II: Marco teórico.....	23
2.1. Antecedentes contextuales	23
2.1.1 Visión global de la investigación.....	23

2.1.2	Visión a nivel de Sudamérica de la investigación.	26
2.1.3	Visión local de la investigación.	29
2.2.	Antecedentes referenciales o históricos.	30
2.2.1	Filosofía Lean construction.	30
2.2.2	Herramientas Lean.	33
2.2.3	Plan de mejoramiento productivo (PMP)	35
2.2.4	Productividad en la industria de la construcción.	36
2.2.5	Lean Construction y sostenibilidad.....	41
2.3.	Proyecto “Construcción del alcantarillado parroquia Puerto Bolívar”	41
2.4.	Antecedentes conceptuales.....	45
III.	Capítulo III: Metodología.	48
3.1.	Modalidad básica de investigación	48
3.2.	Tipo de investigación	48
3.3.	Objeto de estudio.....	50
3.4.	Descripción de la población y muestra	50
3.5.	Métodos teóricos con los materiales utilizados.....	50
3.5.1	Carta de balance de recursos.....	51
3.6.	Métodos empíricos con los materiales utilizados.....	54
3.6.1	Encuesta de detección de pérdidas.....	54
IV.	Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados	59
4.1.	Análisis de resultados.....	59
4.1.1	Encuestas para la detección de perdidas.	59
4.1.2	Carta de balance de recursos análisis de datos	66
4.2.	Interpretación de datos	125
4.2.1	Entrevistas realizadas.....	125
4.2.2	Encuestas realizadas.	125

4.2.3 Carta de balance realizadas.....	126
V. Conclusiones.....	129
VI. Recomendaciones.....	131
VII. Referencias bibliográficas.....	132
VIII. Anexos.....	137

Índice de ilustraciones.

Ilustración 1: Mapa de la ciudad de Machala	13
Ilustración 2: Mapa Isoyetas	15
Ilustración 3: Tipos de alcantarillado en las provincias en los años 2018-2020.....	18
Ilustración 4: Árbol de problemas	20
Ilustración 5: Área de estudio.	21
Ilustración 6: Productividad en la industria de la construcción.	25
Ilustración 7: S Servicio de alcantarillado en %	28
Ilustración 8: Factores críticos para el éxito en la aplicación de la filosofía Lean Construction.....	31
Ilustración 9: Principios Lean Construction.	32
Ilustración 10: Comparación entre el enfoque Lean y el enfoque tradicional.	33
Ilustración 11: Last Planner System	34
Ilustración 12: Plan de mejoramiento Productivo.....	36
Ilustración 13: Carta Balance.....	37
Ilustración 14: Excavación.....	38
Ilustración 15: Transporte	39
Ilustración 16: Ocio por parte del personal.....	40
Ilustración 17: Gráfica de carta balance.	40
Ilustración 18:Lugar donde se puede realizar la medición.	42
Ilustración 19: Rubros con más desperdicios.	43
Ilustración 20: Cronograma reajustado de algunos rubros del proyecto.....	43
Ilustración 21: Pérdidas más comunes en la obra	44
Ilustración 22:Fases de análisis de datos.	48
Ilustración 23: Metodología para la aplicación de la carta balance.	52
Ilustración 24: Metodología para entrevista de detección de pérdidas.....	55

Ilustración 25: Entrevista de detección de perdidas.....	56
Ilustración 26: Metodología para la aplicación de la encuesta.	57
Ilustración 27: Entrevista de detección de perdidas.....	59
Ilustración 28: Toma de datos para la entrevista.	60
Ilustración 29:Frecuencias relativas y absolutas.....	61
Ilustración 30: Rubros con más desperdicios.	62
Ilustración 31: Formato de encuesta.	63
Ilustración 32: Reconocimiento de actividades realizadas en campo.....	64
Ilustración 33: Datos de encuesta.	65
Ilustración 34: Resultados de la entrevista	66
Ilustración 35: Costos del proyecto en función del rubro analizado.....	67
Ilustración 36: Proceso constructivo del rubro de excavación.	68
Ilustración 37: Colocación del equipo para realizar las excavaciones.....	69
Ilustración 38:Excavación a máquina.	70
Ilustración 39: Proceso constructivo rubro de Instalación de tuberías.	71
Ilustración 40:Colocación de tuberías.....	72
Ilustración 41: Resanado de conexión entre tubería y caja.....	73
Ilustración 42: Proceso constructivo del rubro de reposición de aceras.	74
Ilustración 43: Lugar de aplicación carta de balance.....	79
Ilustración 44: Análisis de carta de balance N1.....	80
Ilustración 45: Análisis de carta de balance N1.....	81
Ilustración 46:Trabajo no contributivo.	82
Ilustración 47: Análisis de carta de balance N2.....	83
Ilustración 48:Análisis de carta de balance N2.....	84
Ilustración 49: Trabajo no contributivo.	85
Ilustración 50: Análisis de carta de balance N2.....	86

Ilustración 51: Análisis de carta de balance N2.....	87
Ilustración 52: Trabajo no contributivo.	88
Ilustración 53: Análisis de carta de balance N4.....	89
Ilustración 54: Análisis de carta de balance N4.....	90
Ilustración 55: Trabajo no contributivo.	91
Ilustración 56: Resumen del análisis de carta de balance.	92
Ilustración 57: Resumen del análisis de carta de balance.	93
Ilustración 58: Trabajo no contributivo.	94
Ilustración 59: Precio unitario para el rubro de instalación de tuberías D=200 mm	94
Ilustración 60: Análisis de carta de balance N1.....	95
Ilustración 61: Análisis de carta de balance N1.....	96
Ilustración 62: Trabajo no contributivo.	97
Ilustración 63: Análisis de carta de balance N2.....	98
Ilustración 64: Análisis de carta de balance N2.....	99
Ilustración 65: Trabajo no productivo.	100
Ilustración 66: Análisis de carta de balance N3.....	101
Ilustración 67: Análisis de carta de balance N3.....	102
Ilustración 68: Trabajo no contributivo.	103
Ilustración 69: Análisis de carta de balance N4.....	104
Ilustración 70: Análisis de carta de balance N4.....	105
Ilustración 71: Trabajo no contributivo.	106
Ilustración 72: Resumen del análisis de carta de balance.	107
Ilustración 73: Resumen del análisis de carta de balance.	108
Ilustración 74: Trabajo no contributivo.	109
Ilustración 75: Costo unitario para el rubro de excavación a máquina de zanjas de 0-2 metros.....	109

Ilustración 76: Análisis de carta de balance N1.....	110
Ilustración 77: Análisis de carta de balance N1.....	111
Ilustración 78: Trabajo no contributivo.	112
Ilustración 79: Análisis de carta de balance N2.....	113
Ilustración 80: Análisis de carta de balance N2.....	114
Ilustración 81: Trabajo no contributivo.	115
Ilustración 82: Análisis de carta de balance N3.....	116
Ilustración 83: Análisis de carta de balance N3.....	117
Ilustración 84: Trabajo no contributivo.	118
Ilustración 85. Análisis de carta de balance N4.....	119
Ilustración 86: Análisis de carta de balance N4.....	120
Ilustración 87: Trabajo no contributivo.	121
Ilustración 88: Resumen de carta de balance.....	122
Ilustración 89: Resumen de carta de balance.....	123
Ilustración 90: Resumen de trabajo no contributivo.....	124
Ilustración 91: Precio unitario del rubro de reposición de aceras e=20 cm.....	124

Introducción.

La gestión de los proyectos de construcción cada vez se considera de mayor importancia por la escasez de los recursos económicos que se necesitan para los nuevos proyectos, en base a esto analizar las pérdidas generadas en un proyecto enfocado en el rendimiento del personal ayudara al éxito y crecimiento de cualquier empresa o contratista, asegurando la rentabilidad económica, seguridad y bienestar social y ambiental, para esto se utiliza herramientas basadas en la filosofía Lean Construction, para la eficiencia en los procesos contractivos.

Las estrategias de gestión llevan implementándose varios años, en el caso de Lean Construction surge no para la industria de la construcción sino para la industria automotriz, pero gracias a los buenos resultados obtenidos, se implementa en la industria de la construcción, desde ese entonces se han desarrollado metodologías para la aplicación de los principios del Lean Construction, en los proyectos de construcción en la gestión, en el diseño y ejecución de estos, la aplicación de esta filosofía se ha implementado hace varios años sin embargo aún no se generaliza el conocimiento sobre estos principios.

El presente trabajo de titulación tiene como objetivo aplicar los conocimientos en materia de gestión de proyectos proporcionados por la filosofía Lean Construction, en el trabajo la estructura se divide en cuatro capítulos, donde en el Capítulo I se realizara la descripción de la situación problemática, en el Capítulo II se analizara la literatura referente al tema de investigación, en el Capítulo III se definirá la metodología a utilizar, y en el Capítulo IV se expondrá los resultados de la investigación.

I. Capítulo I: Planteamiento del problema

1.1.Línea base del proyecto.

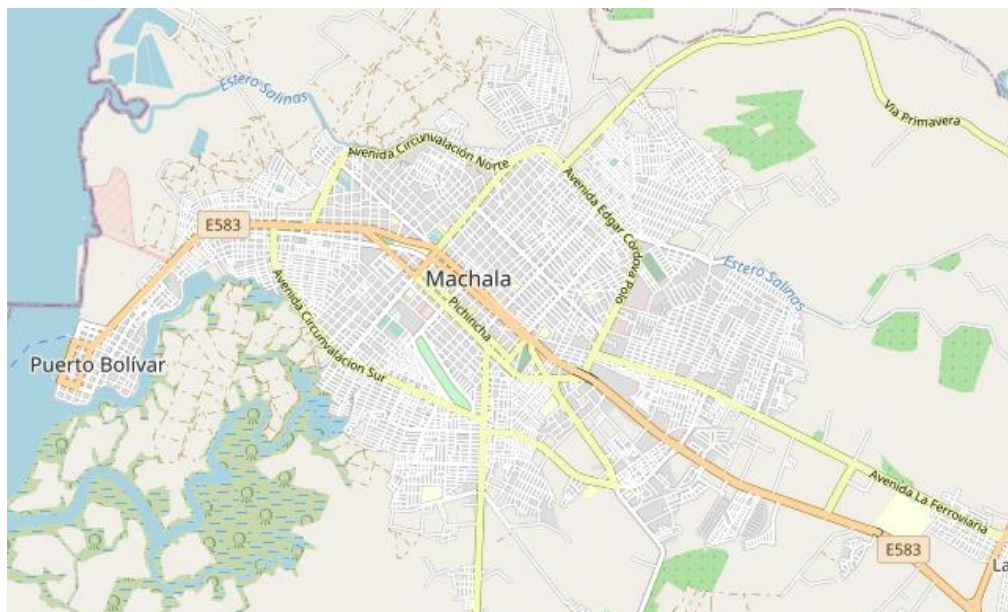
1.1.1 Geografía y población.

La ciudad de Machala se encuentra situada al sur oeste del Ecuador en la provincia de El Oro siendo esta la ciudad más importante dentro de esta provincia con una población aproximada de 292195 habitante esto en base a los últimos dos censos registrados del 2010 y 2001, según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial, cuanta con una extensión aproximada de 37275.24 hectáreas, con un alto desempeño en actividades económicas, financieras, comerciales y políticas.

Los límites establecidos para el cantón Machala, en el plan de ordenamiento territorial más actualizado son, que los cantones colindantes de El Guabo cuya referencia es el cauce actual del rio jubones, Santa Rosa y Pasaje, estos límites fueron acordados por los tres cantones colindantes antes mencionados.

La ciudad de Machala está conectada a las ciudades de Guayaquil por una distancia de 182 kilómetros, la ciudad de Cuenca por una distancia de 169 kilómetros, Duran con una distancia de 175 kilómetros, Loja con una distancia de 239 kilómetros, Milagro con una distancia de 163 kilómetros, pasaje con una distancia de 20 kilómetros, Santa Rosa con una distancia de 31 kilómetros y Huaquillas con una distancia de 74 kilómetros.

Ilustración 1 de la ciudad de Machala



Fuente 1: Open Street Map

Con respecto a la población se puede diferenciar la mayor población con un promedio de edad de 33.6 años incrementándose esta edad en un 1.7 por cada año de análisis, y si clasificamos según el género el 50.92 % de la población del Cantón Machala son mujeres, siendo la población económicamente activa con más peso en el cantón.

Un aspecto importante de la población son las personas que migra a otros lugares por múltiples razones, una de las más importantes es la búsqueda de oportunidades laborales según el censo del 2010 han migrado alrededor de 68.52% lo han hecho por este motivo, y el segundo motivo de más peso es la unión familiar con un 14.44%, el otro lado del análisis la población inmigrante clasificada por sexo según el censo del 2010 el mayor porcentaje fueron hombres sin embargo las mujeres se acercan mucho a ese valor, y el origen de donde migraron mayoritariamente es de las ciudades o parroquias.

En el ámbito educativo el cantón Machala presenta un alto porcentaje de estudios básico con un 92 % de su población, y con estudios de primaria de 92.9 %, la secundaria con un 61.36 %, el bachillerato con un 42.6 % y los estudios superiores con un 11.69%, aquí cabe destacar que existe una diferencia del 11.6 % entre la población del área urbana y rural, y el nivel de analfabetismo que según los datos recabados en el plan de ordenamiento territorios son de 3.2 % de la población, el cual la población más afectada es las zonas rurales.

1.1.2 Condiciones ambientales y geológicas.

- Geomorfología.

La ciudad de Machala presenta condiciones de relieve tipo llanuras aluviales de deposición en un 83% de su territorio estas se describen como áreas planas o ligeramente inclinadas que generalmente se pueden ver en los cauces de ríos por la sedimentación que estos producen se generan estas llanuras de sedimentación las cuales se han formado a lo largo de varios años y generalmente estas llanuras poseen un grado alto de nutrientes para la producción agrícola bananera del cantón, dirigiéndose al lugar del proyecto que se los cambios de relieve son muy pequeños y se cuenta con niveles freáticos incluso menores a 1 metro de profundidad esto por estar cercano al mar y tener una cota aproximada de 3 metros sobre el nivel del mar y además contar con material de relleno en la mayor parte de su superficie, el tipo de suelo que comúnmente se encuentra según la descripción taxonómica es el entisol, que son suelos finos de origen sedimentarios o residuales que se

forman como anteriormente se dijo por la influencia de los cauces que se encuentran cerca de la ciudad.

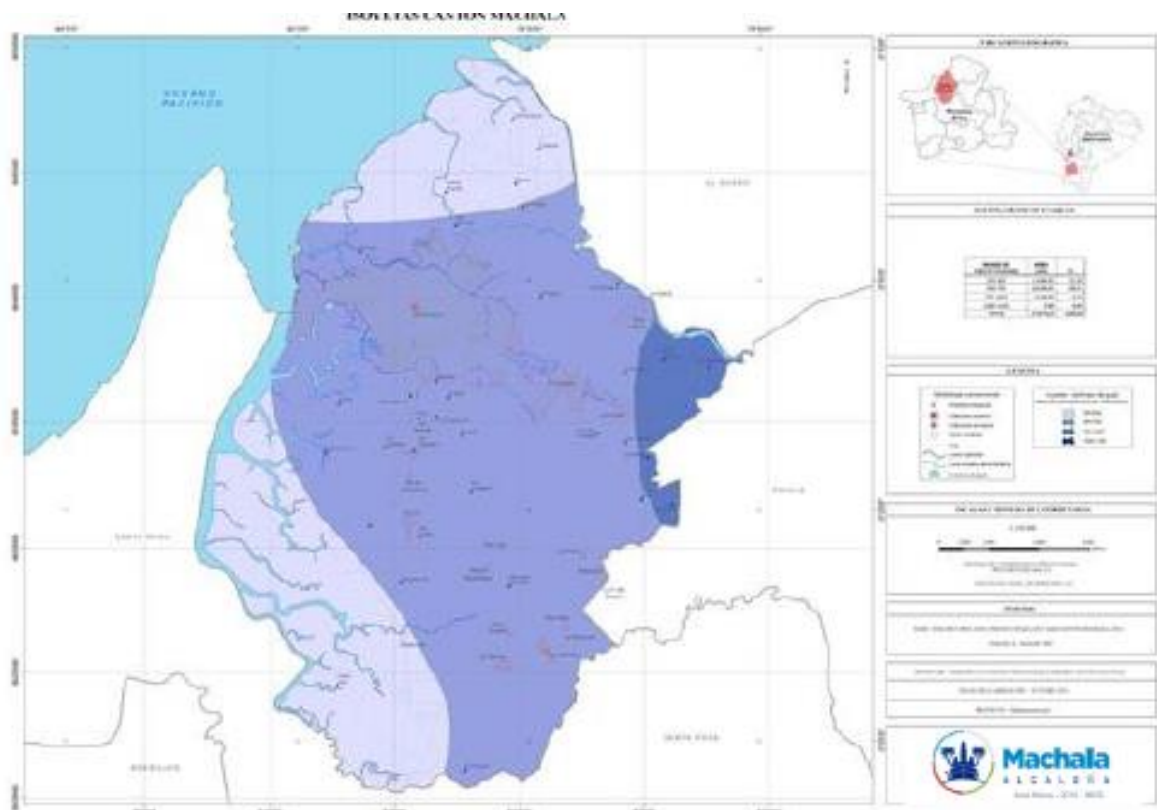
- **Clima.**

Al encontrarse en la costa ecuatoriana la condición atmosférica que se dan en la ciudad de Machala en algunas de las épocas del año son debidas a la cercanía del mar la ciudad la cual presenta un clima cálido con temperaturas del aire promedio que varían entre 24 a 30 grados Celsius, siendo la tendencia a alcanzar mayores picos de temperatura cada año, por el cambio en las condiciones climáticas del planeta.

- **Precipitaciones.**

En la ciudad de Machala en base a datos meteorológicos estimados por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el mes con mayores precipitaciones es marzo y el mes con menores precipitaciones es diciembre, con intensidades de lluvia máximas en 24 horas de 50 mm, en la ilustración 2 se muestra las áreas donde se ha registrado las precipitaciones y sus intensidades.

Ilustración 2: Mapa Isoyetas



Fuente 2: Plan de Ordenamiento Territorial Cantón Machala (2019)

La humedad que representa la cantidad de vapor que puede encontrarse en el ambiente el cual según los registros del INAMHI del 2012 lo expresa como un valor absoluto que está en un 84% anualmente siendo el mes de enero con la húmeda más alta registrada con un 98 %

1.1.3 Condiciones sociales y económicas.

Para el análisis de las actividades económicas en la ciudad de Machala se definen, tres grandes grupos, el sector primario con un 14%, que se describe como las actividades de extracción y transformación de los recursos naturales necesarios, estas actividades pueden ser agrícolas principalmente, la ganadería, la silvicultura, la apicultura, la agricultura, la casa y la pesca, como se puede notar estos productos son utilizados para como materia prima o material primario para la producción de productos que son usados por las personas naturales, el sector secundario en cambio en cambio comprende la transformación de la materia prima en productos de primera necesidad o de consumo masivo, y el sector terciario en este sector se enmarcan las actividades que no tienen relación directa con la materia prima o la transformación de la misma en productos de consumo masivo, en cambio intervienen entidad financiera, turismo servicios públicos, entre otros que son importantes para la administración y gestión de recursos.

- Empleo.

En El Oro según las cifras del censo 2010, las actividades laborales se basan el autoempleo mayoritariamente seguido del empleo privado y empleos de tipo jornalero y peón.

- Seguridad.

Actualmente la ciudad presenta graves problemas de inseguridad esto debido a las condiciones sociales y económicas del país agudizada cada vez más, según el diario el comercio en el año 2022 los delitos crecieron un 34% de los que se tenía en el 2021 y actualmente se prevé que esta cifra siga creciendo.

- Servicios públicos.

La red pública de alcantarillado según el censo del 2010 llega al 64% de su demanda, mientras que las redes de agua potable cubrían un 79.5 % de la demanda solicitada, y el sector eléctrico cumplía con un 96.7 % de la demanda solicitada.

1.1.4 Amenaza sísmica.

El Ecuador se encuentra en una zona propensa a alta actividad sísmica esto debido a que se encuentra dentro del cinturón de fuego del Pacífico que es una zona donde existe actividad sísmica y volcánica que abarca aproximadamente 40 000 kilómetros, en esta zona se encuentra aproximadamente el 90 % de toda la amenaza sísmica del planeta tierra, por ende Machala se encuentra en constante riesgo sísmico, según las Normas Ecuatorianas para la Construcción en el capítulo de peligro sísmico, Machala se encuentra en una zona de grado V con un factor de zonificación sísmica de 0.40

1.1.5 Hidrología.

Mediante el estudio del agua que se encuentra en el territorio del cantón Machala, las principales cuencas con la del Río Jubones, el estero Guajabal, El río Santa Rosa, en la que el cantón Machala mayoritariamente se encuentra dentro del Estero Guajabal, la oferta de los recursos hídricos según el PODT se encuentra aproximadamente en 3.952 m³/hora, la cual el 63.7% provienen de aguas subterráneas tipo, que son extraídas por medio de pozos, cabe destacar que según los informes de la Empresa Pública Municipal Agua Machala, en el cantón se generan pérdidas de aproximadamente el 55 % , esto es por la fugas y conexiones clandestinas que se dan en la ciudad de Machala mayoritariamente, generando problemas de escases en algunos periodos.

1.1.6 Contextualización de la economía en la construcción.

Producto de la pandemia mundial de Covid-19 suscitada en el 2019 la mayor parte de la industria de la construcción registro decrecimiento y según la superintendencia de bancos en el año 2022 la industria comenzó a recuperarse de la recesión económica del país un 0.1% con respecto al del año pasado, estos datos nos revelan la importancia del manejo eficiente de los recursos en las obras civiles y con esto la reducción de pérdidas en los diferentes tipos de obras.

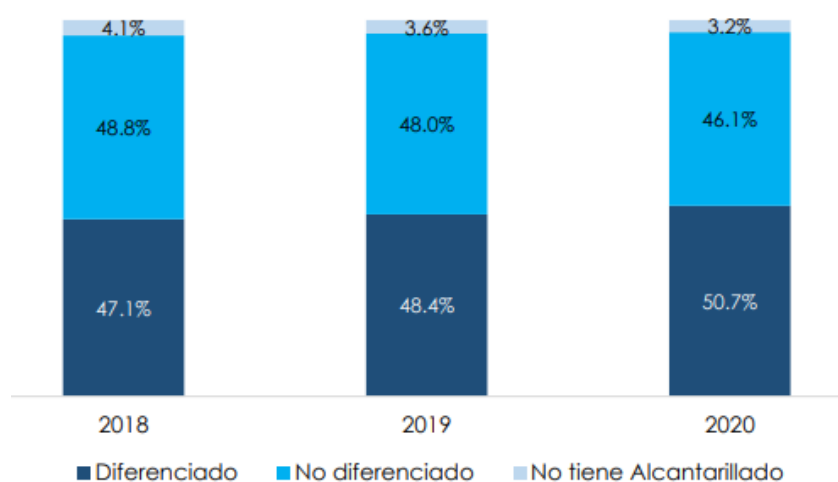
1.1.7 Contexto de servicios de alcantarillado.

En el Ecuador según el informe del 2020 de la agencia de regulación y control del agua en su boletín de gestión de agua potable y saneamiento, nos revela que los sistemas de alcantarillado que son las estructuras como líneas de conducción y distribución que fundamental cumplen con el objetivo de transportar las aguas residuales y pluviales en algunos casos para prevención de enfermedades o epidemias, se encuentran en el cantón Machala combinado que por cuestiones de economía y rapidez, es el más usado en las

provincias del Ecuador, además indica que el 3.2% de las provincias no tiene sistemas de alcantarillado, además resalta que el camino a seguir con los sistemas de alcantarillado son las de separar el alcantarillado sanitario y el pluvial en la ciudad de Machala, según el plan de desarrollo y ordenamiento territorial se tiene cubierto el 64% del alcantarillado sanitario en la ciudad y actualmente se está trabajando con obras de construcciones de alcantarillados ya sean estas por regeneración de las redes o por cubrir el 36 % de la demanda que a medida que la ciudad crece.

Con respecto a los porcentajes de uso de alcantarillado dependiendo de si son combinados diferenciados o simplemente no tiene alcantarillado se presenta la siguiente ilustración 3 mostramos los tipos de alcantarillado y su integración en los años 2018-2020 en este país.

Ilustración 3: Tipos de alcantarillado en las provincias en los años 2018-2020



Fuente 3: Agencia de regulación y control de Agua (2020)

1.2.Descripción de la situación problemática.

Los sistemas de alcantarillados sanitarios son muy importantes en el desarrollo sostenible de las ciudades, estos permiten conducir las aguas residuales hacia lugares de tratamiento y controlar así la contaminación que estas producen al medio ambiente, en el país es muy común ver sistemas combinados de aguas lluvias y aguas residuales, por lo que se necesita nuevos proyectos que permitan la discriminación de estos, en redes de alcantarillado pluvial y sanitario, para facilitar el tratamiento de las mismas, mediante la demanda de nuevas redes y la actualización de las redes existentes por parte de la ciudadanía y las empresas públicas, también se generan las ofertas de variedad de empresas que participan en concursos para realizar estas obras, para esto se necesitan que la gestión y administración de los recursos sea lo más eficiente posible y así competir en el mercado.

En los proyectos de ingeniería civil es muy común observar pérdidas en algunos rubros y en general al momento de realizar una obra, esto se debe a algunos factores que no son previstos al momento del diseño de un proyecto, y que al realizar las obras generan inconvenientes, por eso es muy importante en la etapa de diseño considerar todos los factores posibles que puedan afectar a un proyecto de ingeniería civil, así evitamos pérdidas sustanciales de dinero y generamos rentabilidad en la obra de ingeniería que es el objetivo de una empresa constructora al momento de realizar un obra.

Uno de las causas en los proyectos de construcción que genera pérdidas son los bajos rendimientos del personal en obra, este se estudiara a fondo en este proyecto ya que es un aspecto muy interesante de análisis, la baja productividad de la mano de obra es debida a múltiples factores, por causas ambientales que no se pueden evitar o por otros factores que si se realiza un buen a análisis se pueden corregir en fácilmente en obra, como por ejemplo contratar mano de obra no calificada genera resultados adversos al proyecto ya que los trabajos se realizaran en mayor tiempo de lo esperado, sin embargo es común esta práctica por la falta de experiencia del personal o el querer ahorrar en mano de obra calificada, creyendo que así se aumentara el beneficio económico del proyecto, ,sin embargo ocurre todo lo contrario.

Estos problemas generan principalmente sobrecostos en la construcción de nuevos proyectos, también otro efecto es que el periodo de tiempo establecido para la construcción aumenta y se debe pedir extensiones de plazos que además de quedar mal con la entidad contratante genera pérdidas de dinero porque en lo planificado no he contaba con estas demoras, y así pueden surgir más inconvenientes en la obra que en el caso más extremo pueden llegar a la terminación unilateral del contrato, con graves consecuencias jurídicas y económicas para la empresa constructora.

En este proyecto se aplicara los principios de la filosofía “Lean Construction”, que nos permite analizar de forma rápida y segura las fuentes de pérdidas en un proyecto de construcción anteriormente se utilizaba en otras áreas o industrias pero con el avance del conocimiento científico se la pude aplicar en la construcción de un alcantarillado sanitario en la ciudad de Machala, en base a los resultados que se puedan obtener analizaremos la eficiencia de esta metodología y realizaremos las recomendaciones correspondientes para su aplicación.

Ilustración 4: Árbol de problemas



Fuente 4: Elaboración propia

1.3. Formulación del problema.

¿En el proyecto “Construcción del alcantarillado sanitario de la parroquia Puerto Bolívar” se generan pérdidas por causa de la baja productividad de la mano de obra en los rubros del proyecto?

1.4. Alcance del proyecto.

El proyecto se realizará en dos fases la primera se presentará el capítulo I y II, en los cuales se define la problemática y se analiza la literatura, en la segunda fase se definirá la

metodología y se presentaran resultados, con base en esto se espera al final del proyecto determinar cuáles son las pérdidas generadas en los rubros analizados además de la opinión de los técnicos del proyecto, para así poder presentar posibles soluciones aplicables en “Construcción del alcantarillado sanitario de la parroquia Puerto Bolívar”, para ser más eficiente.

1.5.Delimitación del objeto de estudio.

En el presente proyecto se realizará el análisis mediante la filosofía Lean Construction de alguno rubros de alcantarillado sanitario en la parroquia puerto Bolívar de la ciudad de Machala, debido a los escasos estudios que existen sobre la productividad de la mano de obra en rubros de alcantarillado sanitario para esto se realizaron los debidos trámites legales para que se permita la utilización de la información necesaria sobre la obra

Como se observa en la ilustración 5 la cual nos presenta la “Construcción de alcantarillado sanitario y pluvial de la parroquia Puerto Bolívar, Cantón Machala, Provincia de el Oro”, emitida por la empresa contratante Agua Machala EP donde se están realizando las actividades correspondientes a la ejecución de la obra.

Ilustración 5: Área de estudio.



Fuente 5: Aguas Machala EP

El proyecto ha tenido algunos contratiempos especialmente por paralizaciones debidas a la falta de recursos económicos y a la inseguridad que se tiene en el lugar, sin embargo, las actividades actualmente se desarrollan de forma continua.

1.6.Justificación.

En la situación actual la importancia de gestionar correctamente proyectos de construcción radica en alcanzar un beneficio económico con el menor costo posible, para esto se debe establecer metas que se deben conseguir en tiempos previamente establecidos, en el caso de los proyectos de alcantarillado esto se puede ver en la baja productividad de la mano de obra que suele ser causada por los erróneos cálculos de rendimientos, lo cual puede llevar a obtener pérdidas, para controlar esto se usan herramientas o técnicas de gestión y detección de fallas en los procesos basados en la filosofía Lean Construcción, en la cual se basa esta investigación ayudando a detectar las fuentes de pérdidas que se generan por causa del rendimiento de la mano de obra en la construcción del alcantarillado sanitario de la parroquia Puerto Bolívar en la ciudad de Machala, el objeto de esta investigación es proporcionar conocimientos sobre esta filosofía para ayudar a mejorar la eficiencia en los proyectos de alcantarillado sanitario recopilando información procedente de artículos científicos y con datos recopilados en campo además este trabajo se realiza por fines de titulación en la carrera de Ingeniería Civil.

1.7.Objetivos

1.7.1 Objetivo general

Analizar los rendimientos de mano de obra enfocado a la “Construcción del alcantarillado sanitario de la parroquia Puerto Bolívar” mediante la aplicación de la filosofía Lean Construction, conociendo las fuentes de pérdidas generadas por el rendimiento en algunos rubros del proyecto.

1.7.2 Objetivo específico

- Examinar la información que se tiene hasta el momento referente a el problema planteado en esta investigación, mediante el uso de artículos científicos indexados en revistas científicas.
- Recopilar información en campo armando una base cuantitativa para la investigación mediante el uso de herramientas como las encuestas, entrevistas y toma de datos según lo que la metodología lo indique.

- Análisis de datos recopilados en campo mediante el uso de la estadística acerca de cuáles son las actividades que generan pérdidas en los rubros seleccionados.

II. Capítulo II: Marco teórico.

2.1. Antecedentes contextuales

En general en el sector de la construcción existe mucha competitividad por parte de entidades o personas naturales o jurídicas, al momento de realizar los proyectos de construcción propuestos por el mandante, debido a esto siempre las personas inmersas en esta industria trabajan en la reducción de los costos para realizar mejores ofertas siempre queriendo el mayor beneficio económico con el mínimo costo posible, esto les permite sobrevivir en tiempos de crisis y aumentas el beneficio económico para próximos contratos que se puedan presentar y según Ghosh & Burghart, 2019) el propósito del Lean es dotar o aportar una valor adicional a proyectos de ingeniería o de otros tipos para crear empresas o grupos más competitivos, también menciona que en base a su investigación donde pregunto cómo influía el Lean en sus actividades laborales estos supieron manifestar que la aplicación de la filosofía Lean ayudo a mejorar los rendimientos en el área de trabajo cumpliendo así con las metas que se proponen para realizan la entrega en el tiempo previsto.

2.1.1 Visión global de la investigación.

La industria de la construcción.

La industria de la construcción es una parte activa de la economía de los países permite la producción de mayor riqueza y el avance de las civilizaciones que constantemente evolucionan y se expanden, lo cual genera que esta industria también tienda a crecer y desarrollar sus actividades con mayor innovación tecnológica aunque esto signifique que el mercado no esté preparado aun para asumir cambios tan repentinamente a medida que la tecnología avanza y sobre todo adaptarse a estos y llegar a beneficiarse de este conocimiento (Maskuriy et al., 2019), aun así el sector de la construcción es muy importante en la economía mundial ya que genera muchos puestos de trabaja aunque se no se apliquen nuevas metodologías para realizar los proyectos como nuevos edificaciones, rehabilitaciones y realización de diferentes proyectos civiles en beneficio de terceros como se menciona en el trabajo realizado por (Khaertdinova et al., 2021).

Productividad en la industria de la construcción.

La productividad es uno de los factores críticos en los proyectos de construcción de todo el mundo como lo menciona (ALMATHAMI et al., 2020), en su estudio de investigación cualitativa en el que determino el nivel de conocimiento que se tiene acerca de la productividad e indica que una de las formas de superar el problema que existe con la productividad en los diferentes proyectos de construcción es por medio del conocimiento involucrando así a empresas particulares y publicas además de organismos gubernamentales e internacionales con el fin de alcanzar un nivel de conocimiento elevado en materia de gestión de proyecto y productividad en la industria de la construcción.

Según la investigación que realizado (Taufik et al., 2018), en el cual preguntaba sobre la productividad en la industria de la construcción donde los encuestados supieron manifestar que los desajustes entre el plan de trabajo y las condiciones reales en donde se realizara el trabajo además de la cantidad de recursos disponibles de materiales y equipos estos factores que se encontró superan el 50% de las respuestas del total de encuestados en donde coinciden que estos aspectos influyen directamente en la productividad dentro de proyectos de construcción.

Por otro lado, en otro estudio realizado por (Dixit et al., 2019), acerca de los factores que afectan la productividad en la construcción identifico que unos de los factores principales es la gestión, seguido de la tecnología y el capital humano, con lo cual es importante centrarse en estos factores al momento de realizar proyectos de construcción ya que generalmente son los que pueden presentar problemas en un proyecto que se está ejecutando.

Conectando la revisión de los artículos científicos en la siguiente ilustración 6 se presenta a una actividad productiva que se está realizando en el proyecto que se está estudiando, en el cual se refleja la importancia de la industria de la construcción para el desarrollo de las sociedades y el trabajo productivo que se está realizando el cual es la excavación a máquina para la instalación de tuberías.

Ilustración 6: Productividad en la industria de la construcción.



Fuente 6: Aguas Machala EP

Construcción y sostenibilidad.

La construcción y la sostenibilidad como lo menciona (Ramprasad et al., 2023) en su estudio genera muchos desperdicios y baja productividad, por lo que esta ineficiencia causa gran impacto en el medio ambiente además según informes revisados de la Organización de naciones unidas un 40% de emisiones de CO₂ son producidos por la industria de la construcción se genera la necesidad de realizar construcciones más amigables con el medio ambiente que sean compatibles con el manejo económico el ámbito social y ambiental mediante el uso racional de los recursos que se cuenta gestionando estos de forma responsable (Chamikara et al., 2020), además se destaca la necesidad de aplicar principios Lean para la gestión integral de los proyectos en todas sus etapas.

Sistemas de alcantarillado.

Los sistemas de alcantarillado son una de las obras más importantes en las zonas urbanas para el transporte de las aguas hervidas y lluvias, por esto los proyectos de este tipo deben estar manejados con la mayor calidad posible con el fin de tener contratiempos en el futuro, ya que en un futuro próximo se estima la necesidad de aumentar los servicios de agua potable y alcantarillado debido a la expansión misma de los seres humanos lo cual se puede visualizar o imaginar de una forma distinta enfocado al manejo responsable de

los recursos apuntando a realizar nuevos proyectos compatibilizando el crecimiento natural de la especie con las sostenibilidad y resiliencia en miras de un mejor futuro (Arden & Jawitz, 2019), por esto un manejo integral de los nuevos proyectos de alcantarillado es fundamental para ayudar a las generaciones futuras a mantener los sistemas que hoy se construyen.

Construcción sin perdidas “Lean Construction”

La necesidad de ser más competitivo en el campo de la construcción en todo el mundo lleva las empresas constructoras a la aplicación de técnicas que les permitan mejorar la productividad de sus empresas, una de las técnicas para esto es la filosofía según el Instituto Nacional de Estándares y Tecnología

La utilización del Lean se lo aborda como un enfoque sistemático para reducir desperdicios que continuamente intente mejorar para mantener una producción que solvete las necesidades del cliente, en donde se han realizado muchos estudios sobre lo que sucede con el Lean como el realizado por (Singh & Kumar, 2020) donde realizo un estudio para medir el conocimiento que se tiene sobre estas nuevas formar de realizar la gestión de proyecto en donde los países que más investigaciones han realizado según la base de datos scopus lo ocupan Unit kingdom y Unite Stages con 28 paper científicos publicados en esta revista científica.

2.1.2 Visión a nivel de Sudamérica de la investigación.

La industria de la construcción.

Debido a la influencia del coronavirus que afecto al mundo, en América latina y el caribe se reportan según el BID(Banco internacional de desarrollo) una mayor dependencia de en alquileres de viviendas y una menor inversión en obra pública que antes representaba un gasto de aproximadamente el 20% en infraestructura pública, según las conclusiones de la investigación realizada por (Sarmiento Rojas & Rincón-González, 2020) la inversión del estado en la industria de la construcción es muy importante para el desarrollo de la economía colombiana en construcción de viviendas y obras civiles, esto dinamiza la economía y genera aumenta los beneficios de la población.

Productividad en la industria de la construcción.

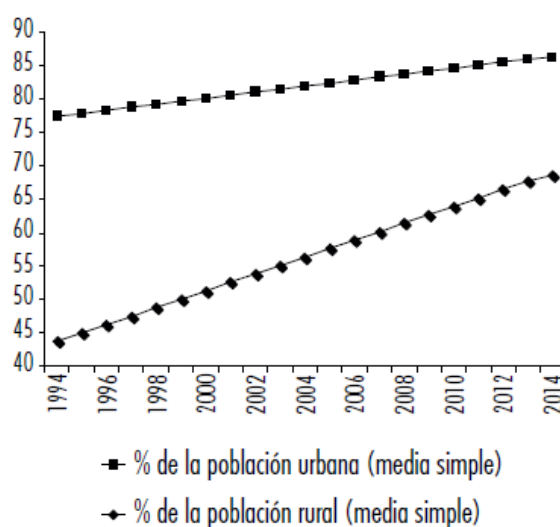
Uno de los países más exitosos en realizar proyectos de forma eficiente en América latina y el caribe es Chile, en una investigación acerca del valor generado por la construcción chilena, en el cual se sondea 100 proyectos de construcción se concluye que los atributos de estos proyectos se agrupan según siete condiciones de satisfacción: ambiente corporativo, constructibilidad, entregables, flujo de información, herramientas y tecnología, integración, cronograma y presupuesto (Giménez et al., 2023).

Sistemas de alcantarillado.

Para América latina los servicios de alcantarillado y agua potable han aumentado su horizonte de cobertura con el avance de la tecnología, y de la población, sin embargo, si se lo compara con la cobertura de agua potable está por debajo de esta, por razones de prioridades el avance en el que menos recursos se ha invertido en el sector rural con un aumento de 25%, pasando de 43 a 68%, lo que significa que 28 millones de personas, habitantes de los sectores rurales tuvieron la oportunidad de acceder a servicios de saneamiento y por parte de países se destaca Paraguay con un aumento del 18% en temas de saneamiento seguidos por Nicaragua y Honduras con avances cercanos al 14% de cobertura en las poblaciones rurales durante el periodo de realización del estudio (Pinilla-Rodríguez & Torres-Sánchez, 2019).

Para visualizar de mejor forma la evolución del sistema de alcantarillado a lo largo de los años como se muestra en la ilustración 7, la cual claramente se ha visto mejoras en los sistemas de alcantarillados en las poblaciones rurales y urbanas.

Ilustración 7: S Servicio de alcantarillado en %



Fuente 7:(Pinilla-Rodríguez & Torres-Sánchez, 2019)

Construcción y sostenibilidad.

En América latina se está empleando políticas de sostenibilidad en la construcción para contribuir con el cuidado del planeta, en un estudio realizado en Perú se revisó los avances en materia de sostenibilidad llegando a resultado como que Brasil, ocupa el cuarto lugar en el mundo con mayor número de edificio con certificaciones LEED en donde esta certificación es un indicador de cómo se está avanzando en temas de sostenibilidad en cualquier ámbito incluida también el sector de la construcción, y que en 2014 empezó a desarrollar nueva certificación para construcciones residenciales y viviendas y lo sigan otros países como Argentina y Chile (Percy Flores, 2020), además en un estudio realizado en Colombia por (Briñez & Penagos, 2021), se concluye que las empresas del sector tienen una tendencia favorable en la implementación de la sostenibilidad para mejorar sus puntuaciones y con esto acceder a beneficios por el cuidado del medio ambiente.

Construcción sin pérdidas “Lean Construction”

En América latina en comparación con el resto del mundo aún se está descubriendo conceptos sobre Lean Construction a pesar de la existencia del Lean Construction Institute Latam, en la mayoría de artículos que manifiestan la aplicación de esta herramienta de gestión de proyectos está basada en la reducción de los trabajos que no aportan valor a la obra, un ejemplo de su utilización se presenta en México donde se implementó el Lean Construction y BIN o modelado digital y se obtuvo como resultado una optimización importante en el tiempo de construcción además se redujo lo establecido

en el diseño para terminar 24 viviendas en 14 semanas lo cual es un avance importante en términos de productividad, esto con la ayuda de detección de pérdidas y trabajos no productivos. (Gómez et al., 2019)

2.1.3 Visión local de la investigación.

La industria de la construcción.

En el Ecuador uno de los grandes dinamizadores de la economía local es la industria de la construcción que genera de forma directa e indirecta muchas fuentes de empleo y desarrollo económico en todos los ámbitos de la economía fluctuando alrededor del 10 % del PIB, esta industria tuvo un decrecimiento causado como lo indica un estudio realizado por (Sarmiento Castillo & Hernández Ocampo, 2021), en donde el Covid-19 generó afectaciones a la rentabilidad de las organizaciones del sector de la construcción en el 2020 a pesar de que los activos de las empresas se mantuvieron en su mayoría, sin embargo, se corrobora en la caída de las ventas y pérdidas en este año.

Productividad en la industria de la construcción.

En el estudio realizado por (Córdova & Alberto, 2018) se menciona que se analiza 58 empresas usando un modelo DEA (Data Envelopment Analysis) en donde gracias a los resultados obtenidos se identificó ineficiencia en los años 2012 y 2013 y posterior a este periodo el sector de la construcción experimenta una mejora para el año 2014, este tipo de estudios de productividad en los proyectos de construcción en general no es muy común realizar en la construcción de obras civiles en el Ecuador.

Construcción y sostenibilidad.

El estado ecuatoriano tiene múltiples leyes sobre cómo se debe realizar la gestión ambiental de proyectos de construcción y nos dice que se debe realizar siempre un estudio de impacto ambiental cuando se tenga sospechas de que la obra que se realizara tendría afectaciones al ecosistema donde se encuentra, en el 2020 se realizó un estudio para determinar el grado de comprensión de la ciudadanía ecuatoriana en donde sorpresivamente se detectó que el 100% de las personas encuestadas manifestaron tener conocimiento de que es el término construcción sostenible lo que no significa que el conocimiento que los encuestados poseen sea el suficiente como para poder aplicarlo cotidianamente en base a las normativas que regulan este tipo de pensamientos para que sean aplicados de forma responsable, otro aspecto importante del estudio es que el 50% de todos los encuestados relacionaban los términos de construcción sostenible con la

utilización de materiales reciclables y con conocimiento de forma se sabe que no necesariamente esto aplique siempre y por último la mayor parte de los encuestados manifestó una nula conexión entre términos de construcción sostenible con la leyes que rigen para el cuidado del medio ambiente, esto según el autor por falta de conocimiento técnico del tema planteado (Mendoza, 2020).

Construcción sin perdidas “Lean Construction”

En el Ecuador el Lean Construction no es un término muy conocido por los profesionales de la industria de la construcción, no obstante, ya se aplica en diferentes proyectos como lo menciona (Almendariz Rodríguez, 2022), en el cual utiliza los principios del Lean Construction para determinar la fuga económica causada por rendimiento la cual fluctuó en el 1.70%.

2.2. Antecedentes referenciales o históricos.

2.2.1 Filosofía Lean construction.

La aplicación de la filosofía lean tuvo su origen en la industria automotriz por el ingeniero Taiichi Ohno, la cual se la utilizaba para identificar y eliminar pérdidas en el proceso de ensamblaje (Khaertdinova et al., 2021), luego se implementó en la construcción para hacer más eficiente los procesos, a nivel del mundo se determinó que esta aun no es tan conocida, sin embargo, en algunas de las empresas que la aplicaron dieron resultados satisfactorios, aunque también hubo otros que dieron resultados negativos, esto debido a la mala ejecución de los principios del Lean Construction, algunos aspectos fundamentales para la aplicación de esta filosofía son 13 puntos críticos en donde también se debe tomar en cuenta el error del método cuantitativo usado ya que la estadística puede indicar resultados dispersos de la realizadas por esto al momento de analizar los datos se debe tener mucho cuidado para no cometer errores y sobre todo identificarlos para así mejorar continuamente (Wafra & Sawalha, 2021).

Con respecto a los 13 puntos críticos antes mencionados se los presenta en la siguiente ilustración 8 en orden de importancia según el autor de esa investigación, en el cual destaca la cooperación y participación de la dirección de los proyectos la cultura organizacional y también la motivación a los empleados para que realizar las actividades que se les asigne.

Ilustración 8: Factores críticos para el éxito en la aplicación de la filosofía Lean Construction.

Factores críticos para el éxito en la aplicación de la filosofía Lean Construction	
1	Management Commitment & Involvement
2	Organizational Culture
3	Employees' Participation and Motivation
4	Contractor Involvement
5	Strategy & Planning
6	Management Leadership
7	Suppliers' Quality
8	Contracts
9	Training and Knowledge
10	Skills and Expertise
11	Communication and Collaboration
12	Suppliers' and Customers' Relationship
13	Process Documentation and Standardization

Fuente 8: (Watfa & Sawalha, 2021)

La implementación exitosa de principios de Lean en control de calidad programada puede reducir costos, reducir la construcción y aumentar la productividad (Uddin, 2020). Además, los principios de Lean ayudan a reducir el número de accidentes dentro del proyecto de construcción minimizado ya que garantiza la seguridad (Abu Aisheh et al., 2022) esto se logra gracias a que las personas que están involucradas en los procesos contractivos saben exactamente el trabajo que deben realizar, generando mejores resultados en el ámbito de la seguridad en el trabajo.

La filosofía Lean de forma general pretende:

- Reducir o eliminar las pérdidas generadas por las demoras.
- Reducir o eliminar las pérdidas generadas por desperdicios.
- Mejorar la organización y la calidad de las obras para hacerlas más eficientes.
- Basada en el conocimiento de los actores que forman parte de los procesos constructivos.

En algunos países occidentales es muy aplicado el pensamiento Lean sin embargo en Sudamérica aun no es muy aplicado el concepto de Lean debido a la falta de conocimientos sobre el tema ya no es un término muy estudiado, el Lean Construction se basa en el Lean thinking lo cual conlleva a un cambio de metodología y mentalidad en las empresas constructoras para que la herramienta sea efectiva, lo cual necesita de tiempo

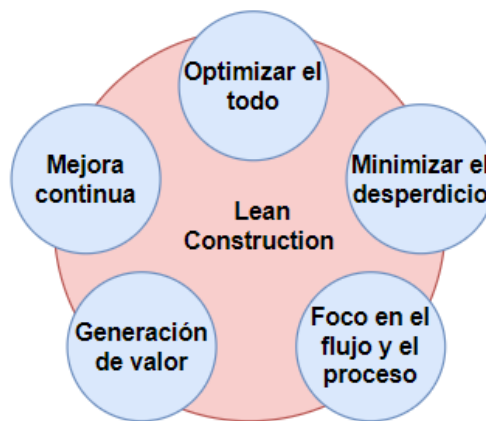
en el mediano plazo para que los integrantes en la organización asimilen el concepto y lo puedan aplicar (Rojas López et al., 2017).

Principios Lean.

Los principios del Lean Construction según (Garcés & Peña, 2023), son 100% aplicables a la industria de la construcción adecuándolos al contexto del proyecto que se esté analizando, además de las posibles herramientas que serán útiles para este proyecto.

En la siguiente ilustración 9 mostramos los principios Lean que se basan principalmente en el ser humano como su eje principal y desde este objeto se definen 5 principios fundamentales los cuales los mostramos a continuación.

Ilustración 9: Principios Lean Construction.



Fuente 9: Lean Construction Institute

Comparación entre el enfoque Lean y el enfoque tradicional.

Para comprender mejor este tema se presenta en la ilustración 10 donde revisamos algunas características propias entre la construcción tradicional y la construcción Lean, esto en para saber porque estudiamos la filosofía Lean y cómo se comporta respecto al enfoque de gestión de proyectos tradicional.

Ilustración 10: Comparación entre el enfoque Lean y el enfoque tradicional.

Enfoque Tradicional	Enfoque Lean
Corregir errores cuando esta se presenten en los proyectos, no se cuenta con estrategias de prevención o diagnóstico de pérdidas en el sistema.	Manejar eficientemente los recursos, sin comprometer la calidad, aplicando mecanismos de control para prevención o detección de pérdidas en el sistema de producción.
Enfocado en el costo de las actividades	Enfocado el en tiempo, costo y recursos disponibles.
Aumento del trabajo para realizar las actividades en el tiempo establecido	Detección de actividades no productivas, aumento de la coordinación y reducción de desperdicios, volviendo el proceso más eficiente.

Fuente 10:(Rodríguez-Díaz, et al., 2019)

2.2.2 Herramientas Lean.

Dentro de las herramientas más conocidas que utiliza los principios del Lean Construction según el estudio realizado por (Aslam et al., 2021), están las siguientes:

- 5S
- Line of Balance (LOB)
- Kanban (KAN)
- Just in Time (JIT)
- Integrated Project Delivery (IPD)

Hay que recordar que existe una gran variedad de herramientas que se puede aplicar en los proyectos bajo los principios de Lean Construction, sin embargo, algunas de estas no generan resultados satisfactorios en la mayor parte de los proyectos, por esto solo se mencionan algunas de las más representativas.

Last Planner System (LPS).

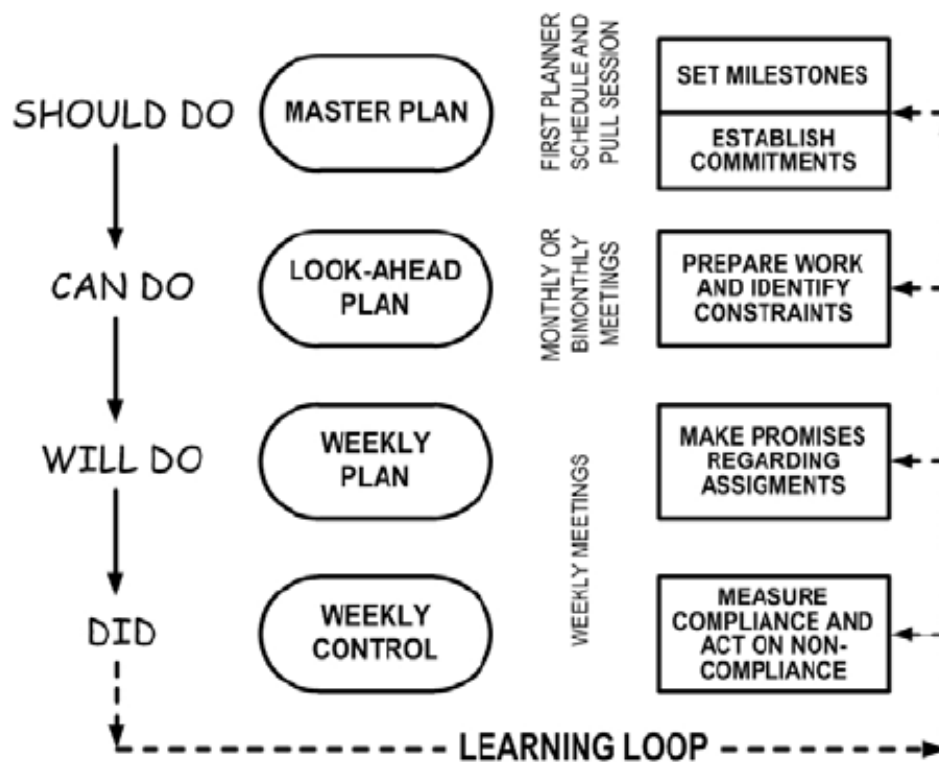
El Last Planner System el cual se desarrolló durante el principio de la década de los noventa creado o desarrollados por Glenn Ballard y Greg Howell como una herramienta de planificación y costos de la producción o los procesos de producción que busca maximizar el valor de los procesos en el caso de la industria de la construcción procesos

constructivos disminuyendo a si incertidumbres para alcanzar los objetivos que se ha propuesto realizar (Hoyos & Botero, 2018).

Para aplicar el sistema del último planificador se basa en:

- Programa Maestro (Debería). -Se planifica utilizando generalmente el diagrama de Gantt, todas las actividades que se deben realizar Plan Maestro.
- Planificación intermedia (Puedo). – Se realiza una separación de actividades planificadas semanalmente o trimestralmente con la ayuda de un lookahead, y estas actividades se vuelven críticas.
- Semanalmente (Haré). – Se realizan reuniones para discutir los asuntos referentes a la semana que paso y la semana que esta por empezar, deben estas presentes el personal técnico y no necesariamente los obreros.

Ilustración 11: Last Planner System



Fuente 11(Rodríguez-Díaz et al., 2019)

Beneficios de la aplicación del Lean Construction.

Los beneficios que nos presente (Madeleyne Calderón Rivera, 2020) con la aplicaciónla ffilosofíaeen son los siguientes:

- Mayor calidad en la construcción.
- Mayor Satisfacción del Cliente.

- Mayor productividad.
- Mejora de la seguridad.
- Reducción de plazos de entrega.
- Mayor beneficio y reducción de costes.

Desperdicios más comunes.

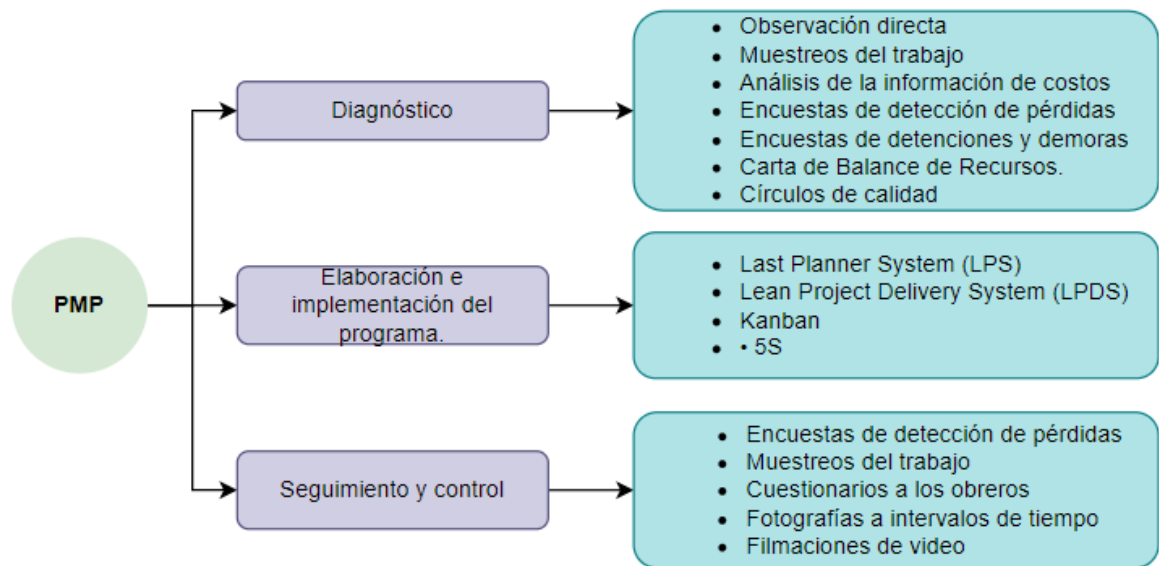
Los desperdicios que se pueden generar en un proyecto de construcción según varios autores son actividades las cuales no generan beneficios para la actividad por ejemplo el retrabajo es una pérdida de tiempo y recursos para todo el proyecto, a continuación, se muestra los desperdicios más comunes en el Lean Construction.

- Transporte
- Inventario
- Movimiento
- Espera
- Re-trabajo
- Sobre-producción
- Defectos

2.2.3 Plan de mejoramiento productivo (PMP)

Este plan es una forma de realizar una valoración integral de un actividad o proyecto de construcción y para su implementación del plan de mejoramiento productivo se puede realizar según lo indicado en la siguiente ilustración 12, donde se expresan tres fases del plan de mejoramiento productivo la primera fase que corresponde al diagnóstico de la situación del proyecto en la que se aplican herramientas como la carta balance, una segunda fase que es la de implementación en donde una de sus principales herramientas es el Last Planner System, y la tercera etapa que corresponde al resultado de la aplicación de las herramientas de mejora utilizadas.

Ilustración 12: Plan de mejoramiento Productivo.



Fuente 12:(Rodríguez et al., 2019)

2.2.4 Productividad en la industria de la construcción.

Carta Balance.

Una herramienta para analizar la pérdida y la productividad en rubros de un proyecto es la carta balance, la cual nos permite tener una visión de lo que sucede dentro de una actividad específica.

En la ilustración 13 mostrada a continuación se presenta un formato de carta de balance en la que se definen varias actividades como trabajos productivos, contributarios y no contributarios realizados por el personal de obra, en las cuales se toma el tiempo pro cada minuto transcurrido, se puede realizar varias cartas de balance para un mismo rubro hasta que se considere que los datos obtenidos son consistentes y fiables estos datos dan como resultado actividades que no agregan valor al rubro analizado y que pueden o no ser eliminadas, y también el rendimiento de la actividad real medida en campo.

Ilustración 13: Carta Balance

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:					
Carta Nº:			Cuadrilla Nº:		
Fecha:			Personal de la cuadrilla:		
Hora	inicio:			Tiempo de muestreo:	
	fin:			Intervalo de muestreo:	

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						
41						
42						
43						
44						
45						

Trabajo Productivo TP	
1	
2	
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	
18	
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	
T2:	
T3:	
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Fuente 13: Elaboración propia.

Trabajo productivo. - Actividad realizada que agrega valor directamente al proceso que se está realizando, en la ilustración 14 mostrada a continuación se visualiza la excavación a máquina de zanjas para la instalación de tuberías, aquí el trabajo productivo es la acción de excavar la zanja.

Ilustración 14: Excavación.



Fuente 14: Fotografía tomada por el autor (16-08-2023).

Trabajo contributivo. Las actividades realizadas y necesarias para que el proceso se siga pueda realizarse correctamente, en la siguiente ilustración 15 la acción del trabajo contributivo viene dada por el transporte de tuberías.

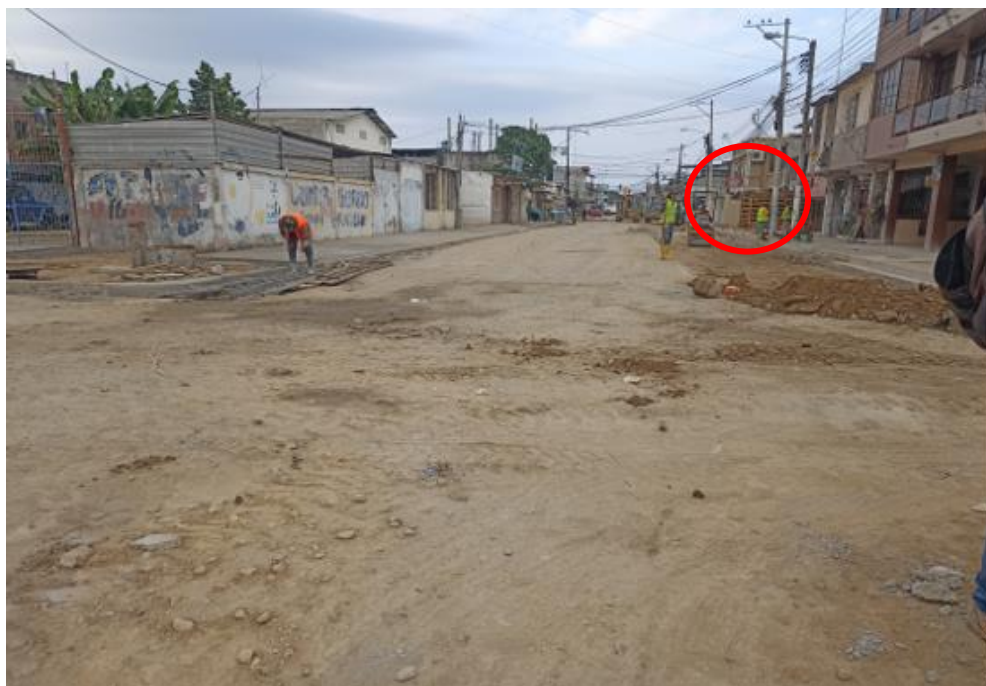
Ilustración 15: Transporte



Fuente 15: Fotografía tomada por el autor (23-08-2023)

Trabajo no contributivo. – Son las actividades que no agregan valor a el proceso, estas actividades se las debe detectar rápidamente y realizar las correcciones necesarias, con estas actividades se generan perdidas, por lo que tiene un impacto directo en el proyecto, en la siguiente ilustración 16 se presenta a personal de la obra con escasa actividad y hablando entre ellos sin realizar actividades productivas de acuerdo con lo visto en la obra además de que existe personas en espera para realizar sus actividades como se muestra en la ilustración.

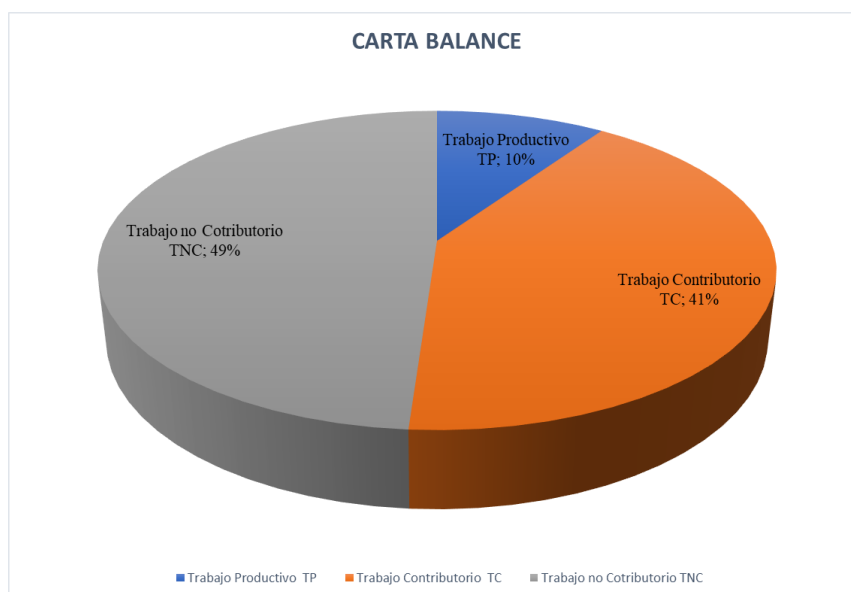
Ilustración 16: Ocio por parte del personal



Fuente 16: Fotografía tomada por el autor (29-06-2023)

Una vez tabulados los datos obtenidos en la carta de balance sobre el trabajo productivo, contributivo y no contributivo, se pueden realizar gráficos como la presentada a continuación, que es un ejemplo supuesto donde se presenta en la ilustración 17 de pastel los porcentajes obtenidos dependiendo del tipo de trabajo realizado anteriormente.

Ilustración 17: Gráfica de carta balance.



Fuente 17 propia

Factores que afectan a la productividad.

Algunos de los factores que afectan en la productividad son los siguientes:

- Distracciones de parte de los obreros.
- Errores en la etapa de diseño del proyecto.
- Complejidad del proyecto.
- Sobre población de las áreas de trabajo.
- Falta de una supervisión adecuada.
- Poca especialización de la mano de obra.
- Clima
- Equipamiento insuficiente.

2.2.5 Lean Construction y sostenibilidad.

Por causa del crecimiento de la población, la industria de la construcción es una de las que más contaminación produce, según el Global Alliance for Buildings and construction, en su informe del 2020, esta actividad está generando aproximadamente 38% de emisiones de CO2 al ambiente, por esto cada vez se migra a modelos de producción más eficiente y amigables para el medio ambiente, por esto debido a la similitud de la reducción de residuos tanto en Lean Construction como la Construcción Sostenible y al darse cuenta de la necesidad de realizar construcciones más sostenibles se generó esta conexión entre el Lean Construction con las practicas que habitualmente conocemos como construcción sostenible para mejorar las condiciones ambientales de forma responsable (Cavalcante Danilo et al., 2019).

2.3. Proyecto “Construcción del alcantarillado parroquia Puerto Bolívar”

El proyecto en el que se está construyendo el alcantarillado sanitario de la parroquia Puerto Bolívar, ha tenido algunas paralizaciones producto de los problemas económicos y contractuales que se han presentado, estos han afectado significativamente al proyecto, en la actualidad este proyecto se realiza conforme a la reprogramación realizada por parte de la empresa constructora y la entidad contratante, en el proyecto se han creado estaciones de trabajo sectorizadas para la culminación de las actividades, estas están distribuidas según la planificación de la empresa constructora, en estas cuadrillas los técnicos de la obras comentas la importancia de la supervisión de la obra porque esto les permite garantizar la calidad y la culminación puntual de las actividades sin embargo aun

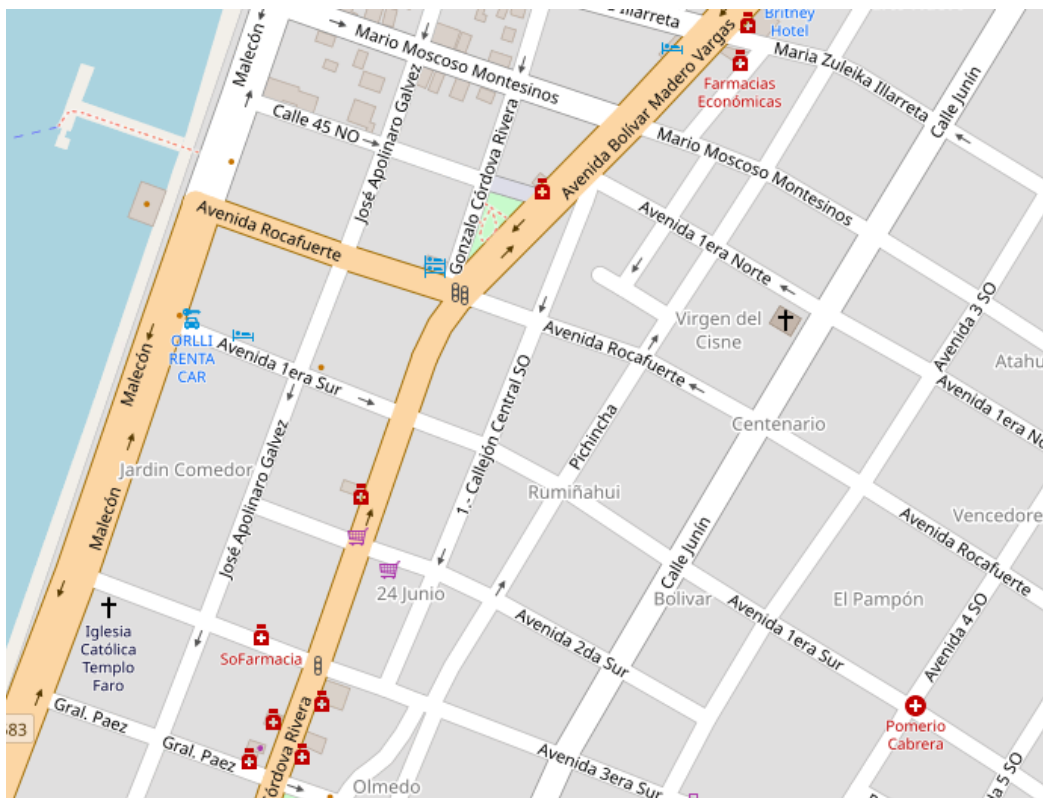
con estos controles se presentan problemas como roturas de tubería el equipamiento de los sectores de trabajo no es óptimo.

Para la contextualización de la situación actual del proyecto se puede realizar una fase de diagnóstico utilizando los siguientes formatos el cual se realizado en base a investigaciones realizadas por diferentes personas y con la opinión del especialista 1 de titulación que valido el formato realizado.

Lugar donde se realizará el trabajo de titulación.

Los trabajos se realizan por grupos de trabajo distribuidos a lo largo de la parroquia puerto bolívar, estos trabajos son supervisados por los técnicos y residentes de obra los cuales nos brindas su conocimiento para cumplir con el objetico de este trabajo de titulación, el lugar escogido para realizar la carta balance dependerá del avance de la obra y además de las condiciones del sitio, en la siguiente ilustración 18 se presenta un posible lugar donde se puede realizar la medición.

Ilustración 18 donde se puede realizar la medición.



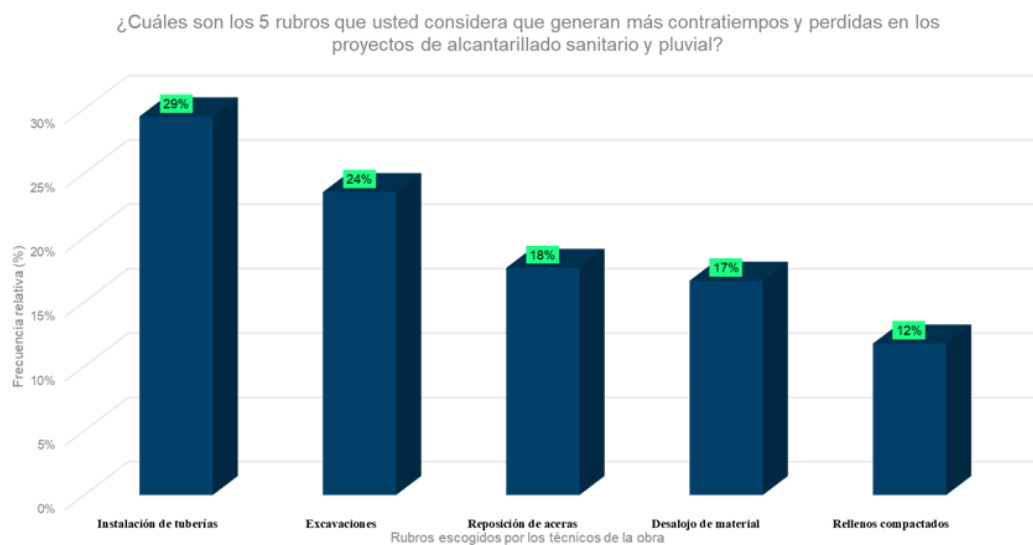
Fuente 18: Open Street map

Para realizar las mediciones en campo con ayuda de la carta balance se debe tomar desde un lugar estratégico que nos permita observar la actividad realizada teniendo en cuenta que la supervisión puede afectar los datos recolectados, el lugar será variable debido a

que depende del avance de la obra, para esto se tiene la colaboración del personal técnico de la obra además de esto las entrevistas que se realizó a los 5 técnicos de obras lo cual nos permiten conocer la opinión acerca de los rubros que ellos consideran más deficientes.

Para el análisis de los datos obtenidos se realizó de forma tal que solo veremos los rubros más representativos, además para mejor visualización de los datos se calculó las frecuencias relativas de los datos más representativos, los cuales fueron 17 divididos en cinco rubros y que están presentados en la ilustración 19.

Ilustración 19: Rubros con más desperdicios.



Fuente 19: Elaboración propia

Cronograma de actividades del proyecto.

Se resumió el cronograma facilitado por el departamento administrativo, en algunos rubros de interés que pueden servir para realizar las mediciones que se presentan en la siguiente ilustración 20.

Ilustración 20: Cronograma reajustado de algunos rubros del proyecto.

Rubro	Descripción	unidad	Cantidad	P, unitario	P, total	19 septiembre al 17 noviembre	18 noviembre al 17 diciembre	18 diciembre al 16 enero
1	TRAZADO Y REPLANTEO	m	38793,5	0,77	\$29.871,00	\$ 3.133,64 10,49%	\$ 1.785,59 5,98%	
2	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE MEJORAMIENTO	m3	33363,14	14,2	\$473.756,59	\$ 17.947,54 3,79%	\$ 17.947,54 3,79%	\$ 256.381,54 54,12%
3	SUM.INST. Y PRUEB. TUB PVC PARED ESTRUCTURADA DE 500MM int.	m	1499,9	79,78	\$119.662,02	\$ 5.036,57 4,21%	\$ 8.988,73 7,51%	\$ 13.249,22 11,07%
4	REPOSICIÓN DE ACERA DE HORMIGÓN (E=8CM)	m2	42465,82	13,54	\$574.987,20	\$ 71.873,40 12,50%	\$ 71.873,40 12,50%	\$ 143.746,80 25,00%
5	EXCAVACION A MAQ. DE ZANJA DE 0 A MTS	m3	30518,45	3,12	\$95.217,56	\$ 9.611,90 10,09%		

Fuente 20: Elaboración propia.

Para realizar las actividades de este proyecto de titulación se realizada de acuerdo a la siguiente programación.

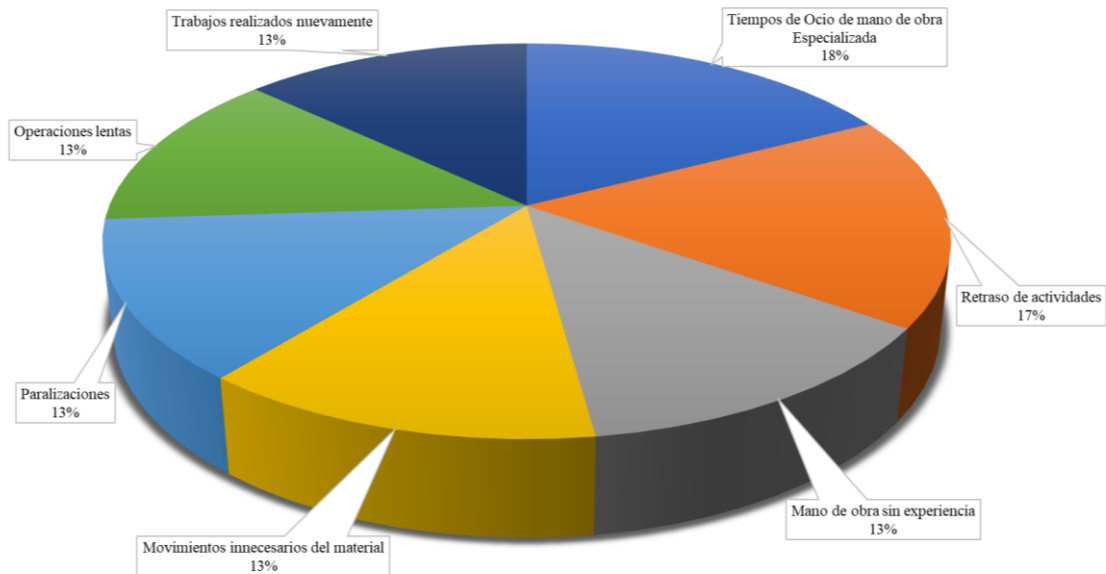
Principales afectaciones que se han presentado en el proyecto.

De acuerdo a las encuestas realizadas a los 5 técnicos de la obra se determinó que las actividades que más perjudican al proyecto son el ocio por parte del personal obrero y los retrasos en las actividades planificadas.

En la encuesta realizada se contemplaron según las investigaciones realizadas 40 posibles pérdidas que se pueden generar en los rubros de alcantarillado sanitario, y al igual que la entrevista se tomó las perdidas 7 perdidas más representativas que se muestran en la ilustración que se presenta a continuación y para una buena presentación de datos se calculó la frecuencia relativa de los datos tomados como muestra que corresponden a 23 datos, los cuales se presenta en la ilustración 21 en forma del siguiente gráfico de pastel.

Ilustración 21: Perdidas más comunes en la obra

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de alcantarillado sanitario y pluvia.



Fuente 21: Elaboración propia.

Distracciones de parte de los obreros.

Se da por el tipo de actividades que se realizan ya que mucho tiempo se debe esperar que se culmine una actividad para realizar la siguiente

Retraso de actividades.

Esto se da por las dificultades técnicas y eventualidades que se pueden dar en la obra, hay que destacar que el proyecto se ha paralizado en varias acciones por falta de recursos económicos lo cual hace que no se cumplan las actividades previstas.

Desperdicios generados en el proyecto de acuerdo con el Lean Construction:

- Transporte
- Movimiento
- Espera
- Retrabajo
-

2.4. Antecedentes conceptuales.

Lookahead.

Según la definición presentada por (Hoyos & Botero, 2018) el lookahead es una forma de organización del proyecto a corto y mediano plazo en donde aquello que se puede realizar en un periodo determinado de tiempo generalmente de entre 4 y 12 semanas para cumplir objetivos de corto plazo además en esta herramienta se debe identificar las rutas críticas para la realización correcta de las actividades.

En este se define aquello que puede realizarse en un horizonte de tiempo que varía entre 4 y 12 semanas, según los tiempos de reacción, los procedimientos internos de la compañía y las particularidades de cada proyecto.

Line of Balance (LOB)

Como lo explica Pereira et al., (2022) consiste en evaluar los riesgos o posibles contratiempos durante la ejecución de un proyecto para conocer las actividades críticas que no se pueden aplazar para el correcto desarrollo de los procesos productivos para aspirar a lograr un flujo de trabajo ininterrumpido.

5S

Los principales objetivos de las 5S son mejorar productividad, reducción de desperdicios, mejora continua, mejorar los procedimientos de trabajo y aumentar la seguridad (Fardhosseini et al., 2021).

- Organizar. – Mantener un orden en la estación de trabajo, teniendo a la mano los elementos necesarios para la realización de una actividad.
- Ordenar. – Se refiere a la colocación de los elementos que sirven para la realización de una actividad, que estén disponibles de forma muy accesible.
- Limpiar. – Limpieza en el área de trabajo con buenas condiciones de seguridad e higiene.
- Estandarizar. – Realizar estandarización de las actividades y esto se obtiene cumpliendo los tres apartados anteriores.
- Disciplina. – Mantener en el tiempo los hábitos que ayudan a la realización de una actividad.

Kanban

Su creador Taiichi Onho de la empresa automotriz Toyota desarrollo este método como un sistema que le permite visualizar los procesos de la producción que nos permiten conocer cómo se está realizando el avance del proyecto con esto podemos modificar ciertas partes del proyecto para aumentar la generación de valor así mismo se evita la sobreproducción o el almacenaje de recursos los cuales hasta que no sean necesarios se los podría ahorrar en términos de espacio para el proyecto (Gaete et al., 2021).

Integrated Project Delivery (IPD)

Se basa principalmente en la comunicación que se presenta entre los líderes de un proyecto y demás elementos que forman parte del mismo en la integración de los participantes donde estos expresan su punto de vista para generar valor y buscar soluciones creativas a problemas que se puedan encontrar en el proyecto, en general todos los elementos que conforman un proyecto estas dispuestos a tener una comunicación efectiva eliminando barreras que no les permitas expresar su punto de (De Marco & Karzouna, 2018).

DEA (Data Envelopment Analysis).

Es una herramienta para analizar la productividad por las entradas y salidas de valor que existen en una empresa.

Sostenibilidad.

Se define como acciones para asegurar las necesidades del presente sin comprometer a las generaciones futuras enfocando sus esfuerzos en preservación del medio, en la

actualidad es un tema recurrente en la implementación de nuevos proyectos de construcción debido a la necesidad de manejar correctamente los recursos existentes.

Certificación LEED.

Es un sistema de certificación cuyo acrónimo es (Liderazgo en Energía y Diseño Ambiental), desarrollada en 1993 para clasificar a los construcciones y actividades realizadas por las personas como sostenibles.

III. Capítulo III: Metodología.

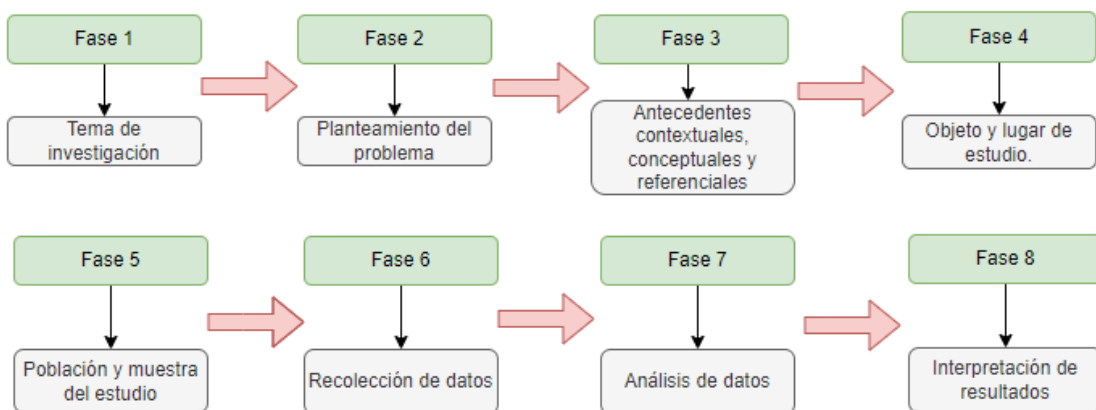
3.1. Modalidad básica de investigación

Se utiliza como referencia diversos trabajos de investigación de los que se partirá y se aplica una metodología cuantitativa de investigación, mediante la recolección de datos de campo por medios del método de observación presentado en esta modalidad cualitativa para el análisis de las pérdidas que se generan en un proyecto de abastecimiento de agua potable.

3.2. Tipo de investigación

Para aplicar como base la modalidad de investigación cuantitativa se presenta la siguiente ilustración 22 en donde se representan las fases a seguir para un buen análisis de los datos que serán recopilados en el proyecto de alcantarillado sanitario que se estudiara en esta investigación.

Ilustración 22 de análisis de datos.



Fuente 22: Elaboración propia.

Fase 1: Tema de investigación.

Para realizar una investigación se debe primero tener una problemática que se desea resolver en este trabajo de titulación se planteó el siguiente tema de investigación acerca de las pérdidas que se generan en los proyectos de alcantarillado sanitario por causa del rendimiento de la mano de obra con ayuda de las herramientas que nos provee la filosofía Lean Construction, las cuales ya se han utilizado satisfactoriamente en otros proyectos de ingeniería civil.

Fase 2: Planteamiento del problema.

Teniendo un tema de investigación pasamos a el planteamiento del problema el cual nos servirá como primer filtro para validar el tema de investigación si es viable realizarlo, aquí definimos algunas preguntas que se provee responderlas al final de la investigación estas son en base a las pérdidas generadas por los rendimientos de la mano de obra en los proyectos de alcantarillado sanitario.

Fase 3: Antecedentes contextuales, conceptuales y referenciales.

Esta fase representa el marco teórico de la investigación, con esto se verifica que el tema planteado tiene relevancia científica para esto se divide en tres partes los antecedentes contextuales los antecedentes conceptuales y los antecedentes referenciales que nos sirven como guía o posibles métodos aplicables a nuestra investigación para resolver la problemática planteada.

Fase 4: Objeto y lugar de estudio.

Se debe especificar el lugar donde se realizará la investigación, para esto se realiza visitas a este sitio para conocer cómo se realizará la investigación y se es viable realizarla ya que actualmente la seguridad es un factor importante para tomar esta decisión, todo esto se planteará posteriormente.

Fase 5: Población y muestra de estudio.

Se define como la cantidad de personas que conforman el universo de participantes en la zona de estudio, en el caso de realizar encuestas o entrevistas se toma un número significativo de personas las cuales se puede tomar como validad para realizar un estudio, para esto se debe conocer de forma correcta quienes son los integrantes que participan en la zona de estudio.

Fase 6: Recolección de datos.

Mediante las herramientas que nos provee el Lean Construction, tenemos encuestas entrevistas y carta balance, las cuales nos indica que debemos tomar muestras de campo para realizar análisis estadísticos, los datos tomados en los datos tomado en campo se debe tener cuidado para que el análisis que se realice pueda ser valido.

Fase 6: Análisis de datos.

En el análisis de los datos que se tomaron en campo como parte de las herramientas del Lean Construction se debe realizar gráficos estadísticos que nos permitan visualizar de forma correcta datos importantes para la investigación, en este caso se realizara para las

encuestas y entrevistas realizadas también un análisis estadístico en el cual se tomara muestras repetitivas de datos para realizar los gráficos estadísticos ya que al ser preguntar abiertas no se pudo tomar el 100 % de los datos recolectados, se debe hacer rangos de acuerdo al criterio del evaluador.

Fase 8: Interpretación de datos.

Una vez que tengamos los datos ya representados de forma clara correspondientes a la fase anterior se procede a realizar conclusiones acerca de los datos que se tiene identificando cuales son las perdidas más frecuentes que ocurren en un proyecto de alcantarillado sanitario y si estas afectan de forma masiva al proyecto, para esta investigación se toma algunos rubros del proyecto ya que no se puede tomar todos los datos.

3.3.Objeto de estudio

El objeto de estudio se ubica en la provincia del Oro en la ciudad de Machala, donde se realizará un análisis de los rendimientos de la mano de obra que realiza el proyecto “Construcción del sistema de alcantarillado pluvial y sanitario de la parroquia Puerto Bolívar”

3.4.Descripción de la población y muestra

El análisis de los rendimientos de la mano de obra se lo realizara en rubros de alcantarillado sanitario, para esto se debe contar con un proyecto que se esté ejecutante con un porcentaje de más del 20% del mismo para que se puede llevar a cabo el proyecto sin inconvenientes, el proyecto en la construcción del alcantarillado sanitario de la Parroquia Puerto Bolívar del Cantón Machala, en el cual se encuentran laborando ingenieros civiles como residentes de obra y obreros estas personas son importantes ya que con la colaboración de estos se puede realizar las mediciones de forma normal.

3.5.Métodos teóricos con los materiales utilizados

Se aplicará una metodología de investigación cualitativa la cual consta de las faces previamente presentadas en la ilustración, donde se aplicará los principios de la filosofía Lean Construction para el análisis de los rendimientos de la mano de obra en los rubros de alcantarillado sanitario.

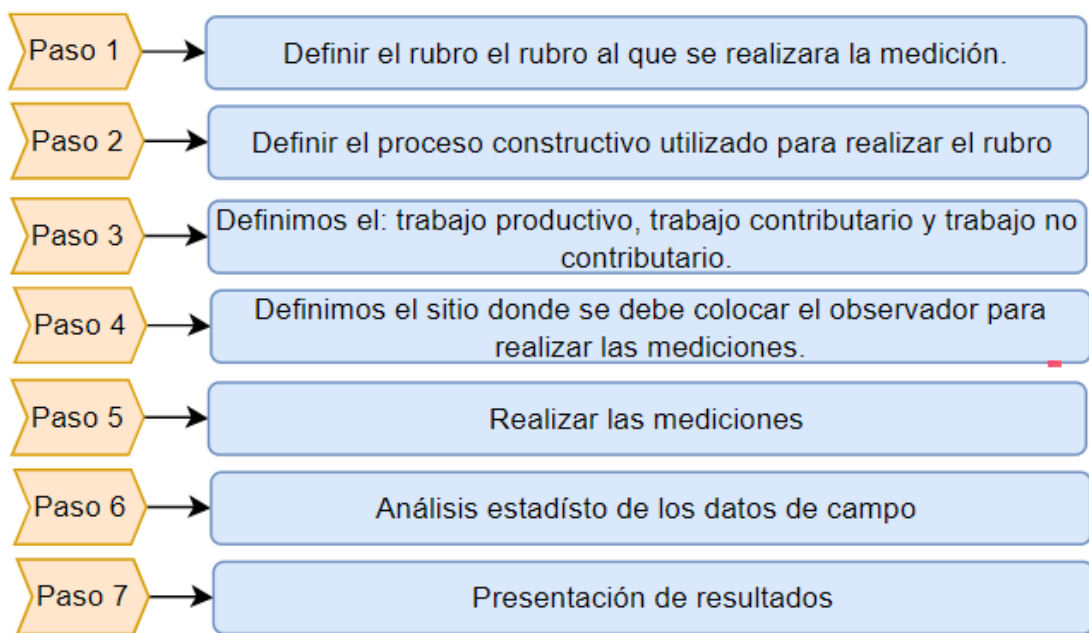
3.5.1 Carta de balance de recursos.

Se utiliza para analizar actividades específicas dentro de un proyecto de construcción, se desarrolla con la plantilla que se presentó anteriormente en la cual se realizara las mediciones cada minuto transcurrido sirve para determinar cómo se está realizando las actividades dentro del rubro analizado ya que nos proporciona una idea más específica de que realizan la mano de obra, maquinaria o equipos dentro de un rubro, es muy usada para determinar que actividades son las que se puede mejorar tal y como los principios del Lean Construction lo señalan mejorando continuamente los procesos para mejores resultados al momento de ejecución de un rubro o actividad que estemos realizando.

Para la aplicación de la carta balance se estable el rubro a medir para este caso en base a los resultados de las encuestas y entrevistas realizadas, también se tomó en cuenta para seleccionar estos rubros la dificultad para realizar su medición ya que dependiendo de las características del proyecto estos puede ser muy difíciles de medir o inclusive llegando a ser prácticamente imposible su medición y otro aspecto que se tomó en cuenta es la incidencia que tiene el rubro dentro del presupuesto del proyecto ya que si no son muy significativos las mediciones poco o nada ayudaran a tener una idea de lo que está sucediendo con el proyecto.

Se diferencian entre tres grandes grupos los cuales son el trabajo productivo el trabajo contributivo y el no contributivo, dentro de estos tres conociendo el proceso constructivo se propone diferentes ítem para cada uno de ellos los cuales nos definirán como se está realizando la actividad y posteriormente se pueda realizar graficas para representarlo de mejor manera, luego con la plantilla presentada se determina en periodos de un minuto las actividades realizadas por los obreros durante un periodo de tiempo de 45 minutos, para esto dependerá del autor la comprensión de los datos recabados, sin embargo es recomendado por varios autores como Serpell 1993 que se realicen al menos tres cartas de balance por cada rubro realizado.

Ilustración 23: Metodología para la aplicación de la carta balance.



Fuente 23: Elaboración propia

Paso 1. Definir el rubro al que se realizara la medición.

Primero debemos definir los rubros adecuados para realizar las mediciones, ya que al ser un trabajo de titulación se debe tener en cuenta el tiempo que se tiene para realizar estas actividades por ende estos rubros además de ser representativos deben ser medibles esto se puede verificar mediante la búsqueda de información en otros trabajos académicos que nos pueden dar una idea de cómo se ha realizado en otras ocasiones este proceso para proyectos o situaciones similares.

Paso 2. Definir el proceso constructivo utilizado para realizar el rubro.

Luego que ya contamos con los rubros que se realizaran las mediciones procedemos a determinar el proceso constructivo de cada uno de estos rubro para lo cual necesitamos visitar periódicamente el lugar donde se está realizando los trabajo del proyecto escogido para esta trabajo de titulación, aquí podremos definir las actividades repetitivas que realizan los obreros y demás personal de la obras, esto es importante porque nos ayudara a definir de forma clara las actividades para trabajo productivo, contributivo y no contributivo.

Paso 3. Definimos actividades para: Trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

Como se mencionó anteriormente ya que tenemos definido el proceso constructivo de cada uno de los rubros que se analizara, debemos interpretar cuales son las actividades que con regularidad son ejecutadas para la realización de los rubros, dependiendo de estas actividades debemos colocar cuales irán a el trabajo productivo, contributivo y no contributivo, también se puede ayudar en otras investigaciones respecto que tengan alguna relación con el trabajo que estamos realizando ya sea en artículos de investigación, tesis de maestrías e inclusive en la opinión de personas que conozcan sobre el tema que se está investigando y que den su opinión desde la experiencia que tienen.

Paso 4. Ubicación del observador.

Para realizar las mediciones se debe tener en cuenta que usualmente los obreros si sienten que están siendo supervisados realizan las actividades mejor que cuando no se encuentra nadie bajo la supervisión de la obra, por ende el lugar donde se realiza las observaciones debe estar alejado a la vista de los obreros, sin embargo también se debe cumplir que las actividades que realizan los obreros deben estas visibles para la persona que está observando la actividad, esta es una parte delicada del proceso de recolección de datos para lo cual se debe tener cuidado para que las mediciones de la productividad y las actividades que realizan los obrero en la obra sea las reales y que no sean datos alterados por la presencia de la persona que está realizando las observaciones.

Paso 5. Realizar las mediciones.

Ya que se ha definido el lugar donde se ubicará el observador para realizar las mediciones procedemos a realizar las mediciones muchos autores que se ha leído para realizar este trabajo de titulación recomiendan realizar 3 cartas de balance en días y horarios diferentes o un tiempo aproximado de muestreo de 350 minutos, esto siempre depende de cómo se está realizando la actividad y el criterio de la persona que está realizando el trabajo, al ser herramientas de diagnóstico bastara con que los datos recopilados generen tendencias de que es lo que ocurre en el proyecto que se está analizando.

Paso 6. Análisis estadístico de los datos recopilados.

En este paso se realizará el procesamiento de los datos que se han recolectado para lo cual se debe tener una herramienta acorde a lo que se realizara, se recomienda el uso de Excel para el procesamiento de datos ya que se puede trabajar de forma rápida y es muy fácil de utilizar para realizar gráficas y además cuenta con funciones que nos permiten analizar datos.

Paso 7. Presentación de resultados.

Con ultimo paso debemos analizar los datos que se han obtenido y sacar conclusiones de lo que está sucediendo en el proyecto, aquí se obtendrán las actividades que no generan valor en los rubros que se estén analizando, estos son muy importantes ya que según los principios de la filosofía Lean Construction esto nos permitirá eliminarlos o reducirlos aumentando las actividades productivas realizadas en el proyecto.

3.6.Métodos empíricos con los materiales utilizados

También se aplicará para tener una visión global de la investigación una entrevista y una encuesta a los técnicos de obra que están en contacto directo con los procesos constructivos en este proyecto para que nos den su opinión acerca de lo que está ocurriendo en el proyecto.

Esta encuesta es realizada en base a la utilización de los principios Lean Construction, la cual fue elaborada por el Departamento de Gestión de la Construcción de la Escuela de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile, para identificar perdidas que se pueden generar en los procesos constructivos dentro de una obra.

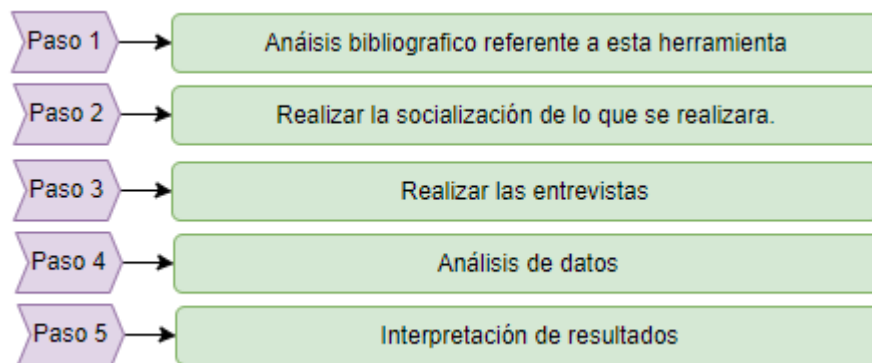
3.6.1 Encuesta de detección de pérdidas.

Primera parte: Entrevista.

Está enfocada al personal técnico involucrado con el caso de estudio que se esté analizando, se realiza para percibir la opinión de los técnicos respecto a los posibles problemas de productividad que se puedan presentar o se presentaron en la realización de la obra, esta herramienta parte de los principios de la filosofía Lean Construction como una herramienta de diagnóstico de proyectos de construcción en base a la opinión de las personas que laboran todos los días en el proyecto y que conocen de primera mano cómo se están realizando los procesos constructivos en dicho proyecto.

Para la aplicación de esta herramienta se realizó la siguiente metodología que se presenta en la ilustración 21, esto en base a diferentes estudios realizados en los que se da bases de cómo se debe realizar además de formatos y recomendaciones que se han observado antes, también se presenta el formato como se puede observar en la ilustración 22 que se realizó para el caso del proyecto donde se realizara este trabajo de titulación

Ilustración 24: Metodología para entrevista de detección de pérdidas



Fuente 24: Elaboración propia.

Paso 1: Análisis bibliográfico referente a esta herramienta.

Antes de realizar cualquier actividad debemos conocer todo con respecto a la entrevista de detección de pérdidas para lo cual se busca información acerca de esta herramienta que nos proporciona el Lean Construction, esto sirve para definir los parámetros las recomendaciones realizadas por otras personas que han aplicado en otros proyectos estas herramientas con el fin de poder adaptarla a las condiciones específicas de nuestro proyecto de estudio.

Paso 2: Comunicar al encargado del proyecto sobre lo que se desea realizar.

Con el fin de que se pueda aplicar esta entrevista de forma correcta se debe comunicar al o a los encargados del proyecto lo que se desea realizar para que no se produzcan malentendidos y contar así con su aprobación y apoyo además también a las personas entrevistadas se les debe indicar que esta entrevista se la realiza con fines académicos y que no afectara en nada a la labor que están realizando.

Paso 3: Aplicación de las entrevistas.

Cuando ya se han realizado la socialización de los que se realizara y se ha obtenido la aprobación y los permisos correspondientes se procede a aplicar las entrevistas a las personas que están en contacto directo con la realización del proyecto de alcantarillado sanitario que es el caso de estudio, para este caso se realizara de forma individual por la disponibilidad de tiempo que poseen algunos técnicos de la obra.

Paso 4: Análisis de los datos recopilados.

Las entrevistas que se realizan son preguntas abierta como se muestra en la ilustración 25, para lo cual debemos utilizar el criterio para definir rangos de valores que sean

representativos o interpretar lo que los entrevistados han contestado, para lo cual se usara la herramienta Excel que nos permite gráficamente representar datos y así hacer un análisis consistente de los datos recopilados

Paso 5: Interpretación de resultados.

Cuando ya se tenga el análisis de los datos recopilados se procede a realizar las conclusiones este paso es muy importante porque nos dirá que es lo que está ocurriendo en el proyecto, tendremos la percepción de las personas que laboran en el proyecto acerca de que perdidas ellos han notado en este proyecto de alcantarillado sanitario y en proyectos similares donde han trabajado.

Ilustración 25: Entrevista de detección de perdidas.

Entrevista de detección de perdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	
Cargo:	
Fecha:	

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

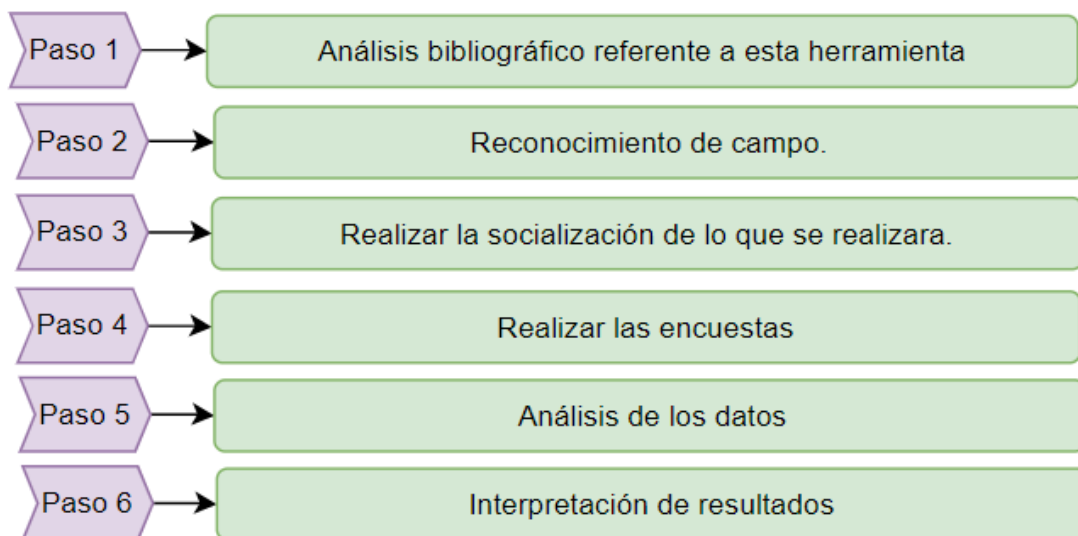
Fuente 25: Elaboración propia

Segunda parte: Encuesta.

Se presentan 40 opciones de respuestas donde el encuestado debe tomar la decisión de escoger 10 de ellas y además de agregar otras que cree que deberían estar incluidas, esta encuesta se la aplica directamente a los encargados de la obra los residentes que están en contacto directo con los procesos que se llevan día a día en el proyecto.

Se definió los procedimientos a seguir para la aplicación tanto de la entrevista como de la encuesta la cual se presenta en la siguiente ilustración 26 en la que se presentan pasos que se seguirá para realizar la recolección de datos de forma estándar esto con base en las investigaciones que se ha realizado previamente con respecto a las encuestas de detecciones de perdidas.

Ilustración 26: Metodología para la aplicación de la encuesta.



Fuente 26: Elaboración propia

Paso 1: Análisis bibliográfico referente a esta herramienta.

Al igual que en la entrevista primero se debe realizar una investigación acerca de lo referente a la encuesta, esta herramienta que parte de los principios de la filosofía Lean Construcción y ya ha sido aplicada a diversos proyectos de construcción por ende se debe adecuar dependiendo las condiciones del proyecto de alcantarillado sanitario que se está estudiando en este trabajo de investigación.

Paso 2: Reconocimiento de campo.

Para la correcta aplicación de esta herramienta se debe realizar también una visita a el proyecto que se está realizando esto con el fin de determinar algunas de las perdidas más

comunes que se pueden encontrar en este proyecto para añadirlas a la encuesta, además también se puede utilizar las entrevistas realizadas como apoyo para definir estas actividades que generan problemas en el proyecto para esto se recomienda realizar un reconocimiento del campo.

Paso 3: Realizar la socialización de lo que se realizara.

Se procede a realizar la socialización del proyecto con el ingeniero encargado del proyecto, como en el caso de la entrevista esto se realiza para contar con la aprobación y los permisos necesarios por parte del encargado del proyecto de alcantarillado sanitario que se estudiar y así no tener ningún inconveniente al momento de la realización de estas encuestas al personal de la obra.

Paso 4: Aplicación de las encuestas.

Cuando ya se tenga claro todo lo referente a la entrevista y los permisos necesarios para poder realizar esta actividad se procede a llevar a cabo la recolección de datos para lo cual se debe realizar de forma individual, así como en la entrevista debido a la disponibilidad de tiempo que poseen los trabajadores y a las recomendaciones propuestas por el encargado del proyecto.

Paso 5: Análisis de los datos recopilados

Con los datos recopilados se procede a el procesamiento de la información que se tomó en campo mediante el uso de la herramienta Excel la cual nos permite ver gráficamente los resultados obtenidos en la encuesta como en la entrevista, estos datos son muy importantes ya que nos dan una idea de cómo se está realizando el proyecto y aplicar rápidamente las cartas de balance de recursos.

Paso 6: Interpretación de los resultados.

Por último, debemos realizar la interpretación de los resultados obtenidos en la encuesta para lo cual debemos buscar las actividades que generan más pérdidas en la construcción del alcantarillado sanitario de la parroquia Puerto Bolívar del cantón Machala, esto resultados son las opiniones de los residentes de obra que están en muy relacionados a los procesos constructivos que se están llevando a cabo en este proyecto y los problemas que ha presentado.

IV. Capítulo IV: Análisis e interpretación de resultados

4.1. Análisis de resultados.

4.1.1 Encuestas para la detección de pérdidas.

Primera parte: Entrevista resultados

Paso 1: Análisis bibliográfico referente a esta herramienta.

Para determinar las características propias de esta herramienta que se basa en los principios de la filosofía Lean Construction, se realizó una ardua investigación en artículos y tesis de maestría referente al tema de investigación donde se determinó el siguiente formato presenta en la ilustración 27 adecuado para el caso del proyecto que se está investigando.

Ilustración 27: Entrevista de detección de pérdidas.

Entrevista de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	
Cargo:	
Fecha:	

1A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

2A. En proyectos de abastecimiento de agua potable: ¿Usted qué opina acerca las pérdidas económicas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas económicas en los proyectos de abastecimiento de agua potable?

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Fuente 27: Elaboración propia.

Paso 2: Comunicar al encargado del proyecto sobre lo que se desea realizar.

También se realizó la socialización con los encargados de llevar a cabo el proyecto a los cuales se les explico de que se trabaja el tema del trabajo de titulación para lo cual estuvieron de acuerdo en brindar las facilidades necesarias que nos podían otorgar para que se realice de forma normal la recolección de datos y además aportaron con sus opiniones acerca de lo que se estaba realizando.

Paso 3: Aplicación de las entrevistas.

Para la aplicación de las entrevistas se procedió a realizarlas de forma individual a los trabajadores que estaban con disponibilidad de tiempo a los que se les pidió la colaboración para poder realizar esta actividad sin inconvenientes, en el anexo 1 se presentan los datos obtenidos de las entrevistas realizadas y en la ilustración 28 se presenta a continuación el cual fue un día donde se realizó las entrevistas el 29 de agosto del 2023 en la cual no se tuvo ningún inconveniente para realizar esta actividad.

Ilustración 28: Toma de datos para la entrevista.



Fuente 28: Elaboración propia (29/10/2023)

Paso 4: Análisis de los datos recopilados.

Para la parte de la entrevista realizada se realiza el análisis de cada una de las preguntas realizadas, al ser preguntas abiertas se interpretará la opinión del personal al que se le realizó las entrevistas para unificar los criterios, a continuación, se presentan los resultados de las entrevistas realizadas.

Pregunta 1A: De las respuestas recibidas en la entrevista se puede decir que la mayor parte de los entrevistados opina que cuando ocurren problemas por causa del diseño en los proyectos de alcantarillado sanitario estos generan atrasos y repercuten en la productividad de la mano de obra, para lo cual se debe ser previsorio para detectar estos problemas antes de que se presenten.

Pregunta 2A: Según las respuestas recibidas por parte de las personas a quienes se le aplicó la entrevista se determinó que la mayoría está de acuerdo en un punto importante el cual que es el rendimiento de la mano de obra es muy variable en los proyectos de alcantarillado sanitario y lluvias debido a que se generan un sinnúmero de problemas que afecta a la productividad y más aún si la mano de obras no se encuentra especializada y esto muchas veces genera pérdidas con respecto a los precios unitarios de los rubros de alcantarillado sanitario.

Pregunta 3A: Para esta pregunta se debe realizar la selección de una muestra de datos que son los más representativos para realizar el análisis estadístico, para lo cual se utiliza la herramienta Excel para lo cual se presentan los siguientes resultados en la ilustración 29 con respecto a los rubros que más generan problemas en el proyecto que se está analizando.

Ilustración 29 relativas y absolutas

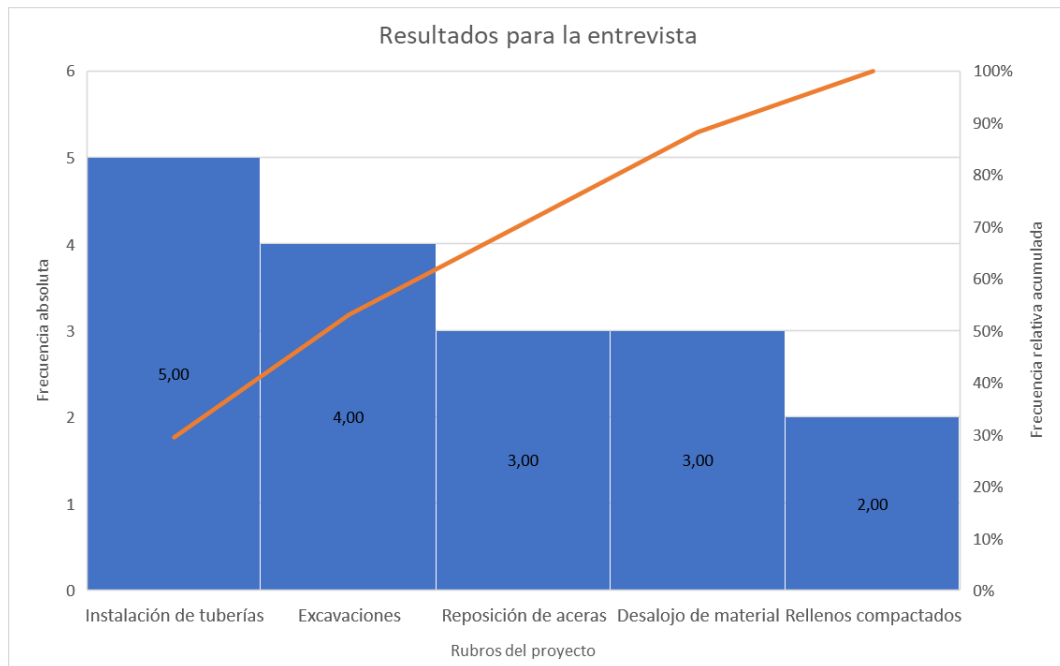
Rubros	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Instalación de tuberías	5	29%
Excavaciones	4	24%
Reposición de aceras	3	18%
Desalojo de material	3	17%
Rellenos compactados	2	12%
Suma:	17	100%

Fuente 29 propia.

A continuación, se representa gráficamente en la ilustración 30 los datos obtenidos de las entrevistas realizadas, en la cual claramente la instalación de tuberías con un 29% es la

actividad que más genera pérdidas o inconvenientes en este proyecto además los entrevistados mencionaron que esta actividad depende de muchos factores y de otras actividades como las excavaciones que le siguen en la lista de actividad es que más perdidas generan con un 24 % del total de la muestra tomada.

Ilustración 30: Rubros con más desperdicios.



Fuente 30: Elaboración propia

Pregunta 4A: De acuerdo con las entrevistas realizadas la mayor parte de las personas encuesta escogieron estos rubros debido a los problemas que estos generan en los proyectos se alcantarillado sanitario y pluvial y que ellas han presenciado en el proyecto en que están laborando.

Segunda parte: Encuesta resultados.

Paso 1: Análisis bibliográfico referente a esta herramienta.

De igual forma que se realizó en la entrevista se debe hacer para realizar la encuesta conforme a las investigaciones que se han realizado se presenta el siguiente formato de entrevista propuesto en la ilustración 31, en donde se debe marcar en 10 casilleros de los 40 disponibles esta para realizar un buen análisis de datos en las etapas posteriores.

Ilustración 31: Formato de encuesta.

Segunda parte:

Encuesta del rendimiento económico

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de alcantarillado sanitario y lluvia,		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y perdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	
25	Operaciones lentas	
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	
42	Otras (especifique)	
43	Otras (especifique)	
44	Otras (especifique)	
45	Otras (especifique)	

Fuente 31: Elaboración propia.

Paso 2: Reconocimiento de campo.

A diferencia de la entrevista aquí se debe ir a campo como se observa en la ilustración 32 en donde se revisó como se están realizando las diferentes actividades en la obra que se está estudiando esto para verificar que las opciones que se colocaron en el formato de la entrevista concuerdan con las del proyecto, en las visitas a campo se observó diferentes perdidas como el ocio o las esperas que son frecuentes en proyectos de este estilo debido a su complejidad y la disponibilidad de recursos.

Ilustración 32: Reconocimiento de actividades realizadas en campo.



Fuente 32: Fotografía tomada por el autor.

Paso 3: Realizar la socialización de lo que se realizara.

Al igual que paso en la entrevista y en conjunto con esta se debe realizar las comunicaciones pertinentes a los encargados del proyecto que deben aprobar y brindar su apoyo para que se pueda de la mejor manera ir a la obra y tomar datos con esto también se pudo dialogar acerca de recomendaciones para poder realizar las mediciones y para el proyecto de titulación que se está realizando.

Paso 4: Aplicación de las encuestas.

La encuesta se realizada de forma individual a cada persona debido a la dificultad que se tiene al momento de la recolección de datos por parte del personal que labora en este proyecto al ser individuales se pudo hablan detenidamente con cada uno de los entrevistados y darles a conocer para que se realizaran estás encuntes y cuál es el fin de aplicar los principios de la filosofía Lean Construction en este proyecto.

Paso 5: Análisis de los datos recopilados

Al ser una pregunta donde se debe marcar 10 respuestas dentro de una lista se debe sacar una muestra de datos los cuales deben ser los más representativos del universo de datos para poder hacer un buen análisis estadístico, para lo cual se usa la herramienta de Excel para realizar el procesamiento de los datos y que se pueda visualizar gráficamente los resultados obtenidos en la encuesta.

El número total de datos recopilados para esta encuesta son de 50 respuestas receptadas para lo cual se tomó una muestra de 23 datos los cuales se presentan a continuación en la ilustración 30 considerando que estos son los más representativos y los que nos ayudaran a realizar la interpretación de los resultados correspondientes a 7 actividades que generan perdidas o contratiempos en este proyecto de alcantarillado sanitario.

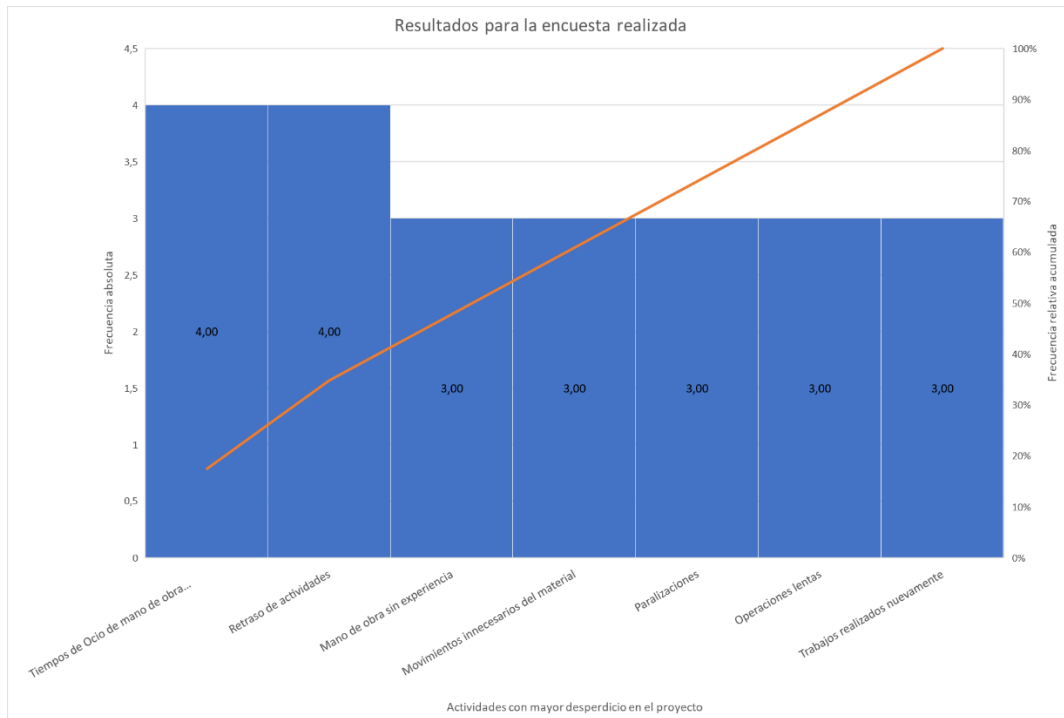
Ilustración 33: Datos de encuesta.

Actividades ponderadas	Frecuencia absoluta	Frecuencia relativa
Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	4	17,4%
Retraso de actividades	4	17,4%
Mano de obra sin experiencia	3	13,0%
Movimientos innecesarios del material	3	13,0%
Paralizaciones	3	13,0%
Operaciones lentas	3	13,0%
Trabajos realizados nuevamente	3	13,0%
	23	100%

Fuente 33: Elaboración propia

Para este caso se optó por un gráfico tipo pastel que se muestra en la ilustración 34 ya que representa de mejor forma los datos recopilados en los que se tiene las actividades como ocios de la mano de obra que son los tiempos que los usan los obreros en actividades ajenas a las que se les establece, y que no generan valor a el rubro que se está realizando, también tenemos el retraso de actividades ya o la mano de obra sin experiencia que son problemas que se han generado en el proyecto según la opinión de los propios trabajadores del lugar.

Ilustración 34: Resultados de la entrevista



Fuente 34: Elaboración propia.

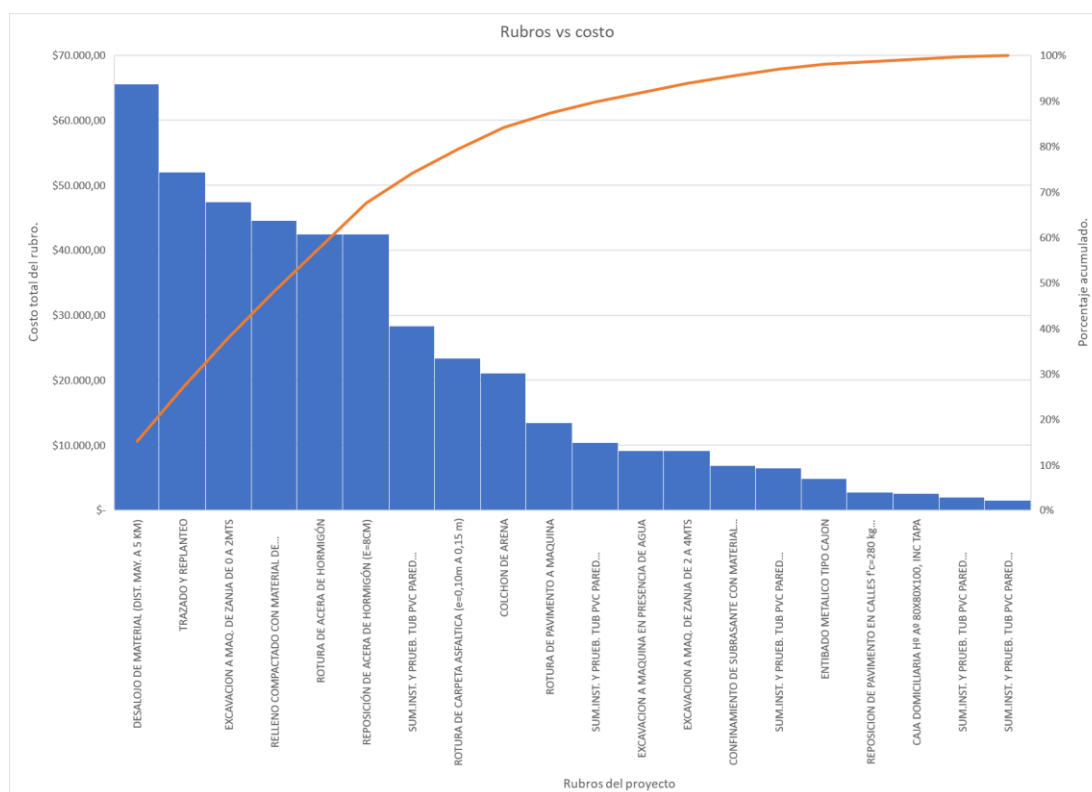
4.1.2 Carta de balance de recursos análisis de datos

Paso 1. Definir el rubro al que se realizara la medición.

Para definir los rubros que se realizaran las mediciones se tomó en cuenta la disponibilidad de tiempo que se tiene para realizar las mediciones en los cuales los rubros que se ha escogido para realizar las mediciones son la instalación de tuberías la excavación a máquina hasta 2 metros de profundidad y también la reposición de hormigón en acera, a continuación, se explicara brevemente en que consiste cada uno de estos, estos rubro se han seleccionado debido al impacto que generan en el presupuesto del proyecto además de los resultados obtenido en las entrevistas y encuestas previamente realizadas.

A continuación, se presenta la ilustración 35 en donde se puede observar el costo de algunos de los rubros con más peso en la realización del proyecto, esta grafica se realizó para analizar el peso de los rubros que se ha escogido para realizar las mediciones en función del costo económico que este representa como un elemento más para justificar su análisis con la carta de balance.

Ilustración 35: Costos del proyecto en función del rubro analizado.



Fuente 35: Elaboración propia.

Instalación de tuberías.

La instalación de tuberías es uno de los rubros de más impacto en el proyecto este es uno de los aspectos por los que se ha elegido este rubro para su análisis además otro aspecto importante es debido a los resultados que se han generado en la entrevista ya que uno de los rubros que los profesionales que trabajan en la obra han mencionado como uno de los que más generan pérdidas en los proyectos de alcantarillado sanitario.

Excavación a máquina con profundidad de hasta 2 metros.

Las excavaciones también son uno de los rubros representativos del proyecto por el costo económico importante que este representa y además que es uno de los rubros representativos según las encuestas realizadas se presenta como uno de los que más generan pérdidas y que se relaciona la posibilidad de realizar las mediciones con facilidad.

Reposición de acera.

La reposición de acera se ha escogido por debido a que puede ser medida con relativa facilidad además de que se están realizando al momento de las mediciones junto a la instalación de las tuberías y las excavaciones, otro aspecto importante por lo que se lo ha

tomado en cuenta es debido a que es un rubro representativo dentro del proyecto esto por el costo que unitario que se genera al realizar un metro cuadrado de este rubro.

Paso 2. Definir el proceso constructivo utilizado para realizar el rubro.

Excavación a máquina con profundidad de hasta 2 metros.

A continuación, en la ilustración 36 se presenta el proceso constructivo para el rubro de excavaciones el cual se definió en base a las visitas que se han realizado en la obra para conocer el proceso que siguen los obreros para realizar este rubro, también de las opiniones que los ingenieros a cargo de este proceso han realizado como un aporte y a la investigación realizada acerca de este rubro en fuentes académicas de investigación.

Ilustración 36: Proceso constructivo del rubro de excavación.



Fuente 36: Elaboración propia.

Paso 1: Colocación del equipo.

Para realizar el rubro lo primero que se debe realizar es la colocación del equipo como se muestra en la ilustración 37 que realizara la excavación esto debe estar definido antes de empezar con las actividades y el encargado de definir el lugar de excavación es el residente de la obra que supo manifestar que el día anterior ya deja preparando sus notas de donde seguirán realizado las excavaciones para ganar tiempo y al día siguiente ir directamente y empezar con las actividades.

Ilustración 37: Colocación del equipo para realizar las excavaciones.



Fuente 37: Fotografía tomada por el autor.

Paso 2: Realizar las excavaciones.

Una vez realizar el paso 1 se puede excavar de acuerdo a las medidas que se han planificado para lo cual el operador es el responsable de realizar esta actividad con sumo cuidado ya que debe precautelar la vida del personal obrero que está pendiente de que las dimensiones de la excavación sean las correctas, en este proceso se presentan diversos problemas uno de los cuales son los derrumbes que se producen al momento de la excavación debido a la presencia de agua y la resistencia del terreno es muy frágil, otro problema importante que se puede rescatar es la rotura de tuberías ya sea guías domiciliarias como conexiones clandestinas y no clandestinas de agua potable esto retrasa mucho las actividades de excavación porque se debe resolver estas cuestiones para seguir con las excavaciones.

Al momento de realizar las excavaciones no solo el operador realiza esta actividad, sino también la realizan los obreros debido a la complejidad de dejar uniformemente la superficie o para descubrir tuberías que se encontraban en la zona y así no dañar su estructura sin embargo se trata de evitar esta actividad ya que generan en los obreros mucho cansancio físico, también otro aspecto importante es que la excavación no solo la puede realizar el equipo como se muestra en la ilustración 38 si no también la realiza los obreros para lugares donde lo se requiera una excavación manual.

Ilustración 38 a máquina.



Fuente 38: Fotografía tomada por el autor.

Paso 3: Verificación de las dimensiones de la excavación.

Como se mencionó anteriormente el personal que conforma la cuadrilla de excavación debe estar pendiente de las dimensiones de la excavación estos obreros se encuentran midiendo y avisando al operador sobre la geometría que le debe dar a la excavación y la posible existencia de tuberías que no se han previsto que aparecieran en la zona para evitar las roturas y el sobredimensionamiento de la excavación, sin embargo aun tomando todas estas medidas existe la posibilidad de que se presenten inconvenientes con la geometría de la excavación.

Paso 4: Remoción de escombros.

También se debe constantemente limpiar la zona de excavación para que el personal puede movilizarse de forma segura y rápida por el área de excavación esto lo realiza el operador y también manualmente los obreros este proceso también es muy importante para la seguridad de las personas que pasan por el lugar ya que existen muchas piedras que al momento del paso de un vehículo pesado como puede ser una volqueta cargada estas piedra pueden saltar hacia los lados, menciono el residente de obra que esto es muy peligroso ya que incluso la fuerza con la que salen estas piedra es tal que ha causado daño a vehículos que se encontraban cerca.

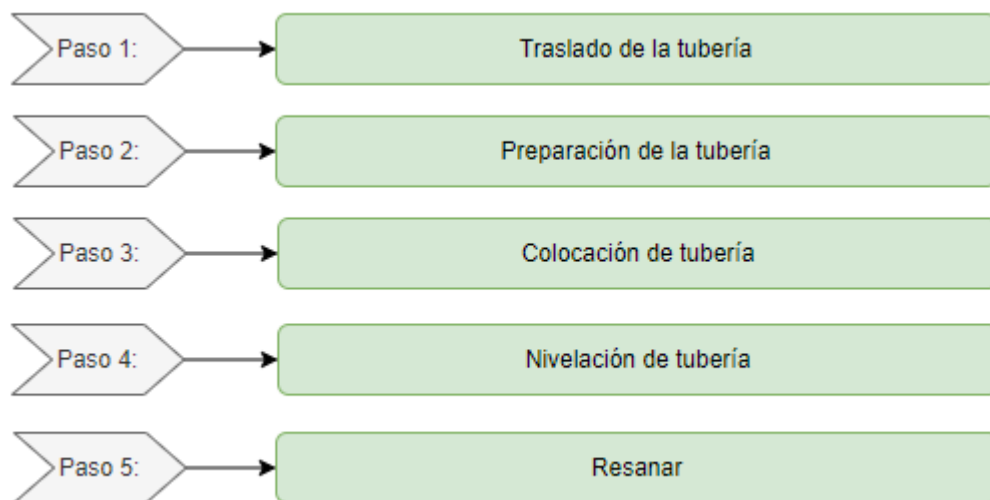
Paso 5: Nivelación del terreno natural.

Este es un paso importante no solo en el rubro de excavaciones si no también en la instalación de tuberías ya que son actividades que esta relacionadas, primero se debe verificar es que el terreno se encuentre con las cotas necesarias que en el diseño así lo indique, la nivelación consiste en darle la pendiente correspondiente a cada tramo de terreno, para esto se usará un nivel de ingeniero y una estadía con esto se podrá verificar que las cotas son las correctas para posteriormente la colocación de la tubería.

Instalación de tuberías.

Para realizar el rubro de instalación de tubería se determinó primero el proceso constructivo que se está llevando a cabo en la obra, este proceso generalmente no difiere del que se realiza en otros proyectos de alcantarillado sanitario, este proceso se puede visualizar en la ilustración 39, donde se presentan 5 pasos esenciales para que se pueda llevar a cabo la instalación de tuberías.

Ilustración 39: Proceso constructivo rubro de Instalación de tuberías.



Fuente 39: Elaboración propia

Paso 1: Traslado de la tubería.

La primera acción en realizar para el rubro de instalación de tuberías es la del traslado debido a las condiciones propias del lugar donde se está realizando el proyecto en la parroquia Puerto Bolívar, ya que en este lugar al momento de realizar esta investigación es una zona conflictiva que dificulta tener las tuberías cerca de donde se realizara su instalación, por esto se la debe transportar desde el campamento y también al momento

de realizar la preparación de la tubería se debe trasladar hacia la excavación y colocar esta tubería en su sitio.

Paso 2: Preparación de la tubería.

Como se mencionó en el rubro anterior también un paso importante para la realización de este rubro es la preparación de la tubería para realizar la instalación, esto debido a que la geometría del diseño que se ha realizado y a las condiciones del sitio conlleva a realizar cortes de la tubería y también en la preparación de la tubería se enmarca la necesidad de realizar la colocación de boyas y grasa vegetal para producir un sello entre las conexiones de las tuberías y evitar así fugas que pueden ser perjudiciales para la zona donde esta se produce.

Paso 3: Colocación de la tubería.

La colocación de las tuberías se refiere a que los obreros se encargan de ubicar correctamente estas tuberías como se tiene previsto en el diseño, esto se puede observar en la ilustración 40 en donde se están colocando tuberías de diámetro 250 mm para conexiones domiciliarias que posteriormente se rellenaran con material de mejoramiento y arena.

Ilustración 40 de tuberías.



Fuente 40: Fotografía tomada por el autor.

Paso 4: Nivelación de tubería.

La nivelación de la tubería se da debido a la no uniformidad de la zanja para esto los obreros deben contar con equipo especial como nivel de ingeniero o simplemente un metro para comprobar que la pendiente de la tubería sea la correcta, sin embargo, muchas veces se observó en campo que esto no se cumplía a cabalidad y los obreros hacían trabajar por rebose a las tuberías para evitar mover las tuberías nuevamente.

Paso 5: Resanar.

Resanar consiste en colocar una capa protectora de hormigón simple en las conexiones entre cajas y tuberías con el fin de darle mayor impermeabilidad a estas para que no se produzcan fugas, esto se realiza muy frecuentemente y en la ilustración 41 se puede observar mejor como se ha realizado esta actividad en el proyecto.

Ilustración 41: Resanado de conexión entre tubería y caja.

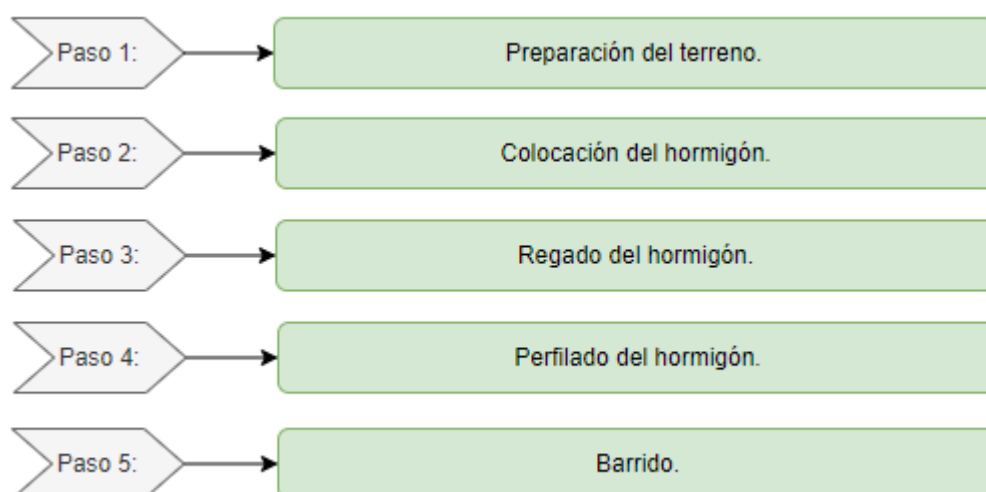


Fuente 41: Fotografía tomada por el autor.

Reposición de acera.

A continuación, en la ilustración 42 se presenta el proceso constructivo para el rubro de reposición de acera con espesor de 8 centímetros el cual se definió en base a las visitas que se han realizado en la obra para conocer el proceso que siguen los obreros para realizar este rubro, también de las opiniones que los ingenieros a cargo de este proceso y las investigaciones realizadas sobre cómo se realiza el proceso de realizar aceras de hormigón simple como se realizan en el proyecto que se está estudiando.

Ilustración 42: Proceso constructivo del rubro de reposición de aceras.



Fuente 42: Elaboración propia

Paso 1: Preparación del terreno.

Antes de realizar el rubro se debe preparar el terreno, esto lo realizan una cuadrilla la cual deja preparando el terreno unas horas antes de que se realicen los trabajos además dentro de la preparación del terreno una vez que ya se está ejecutando se debe humedecer previamente la zona para que el suelo natural no absorba el agua del hormigón ya que el proceso de fraguado es muy importante para un hormigón de buen desempeño.

Paso 2: Colocación del hormigón.

Cuando la superficie esta humedecida y el mixer en posición se procede al vaciado del hormigón por tramos para evitar que este se seque rápidamente y sea difícil de realizar su manipulación usualmente se coloca suficiente hormigón y se mide en metros cuadrados de acera, y luego se procede a realizar otros metros cuadrados de acera, también para la colocación del hormigón se trata de esparcir uniformemente como se puede observar en la ilustración en el área para evitar realizar más trabajo del necesario

Ilustración 43: Colocación del hormigón en obra.



Fuente 43: Fotografía tomada por el autor.

Paso 3: Regado del hormigón.

Cuando se encuentra colocado hormigón para aproximadamente se para la colocación del hormigón y se procesa a regarlo lo más uniforme posible sobre el área para que este se vaya asentando en el terreno natural, y así sucesivamente para cada tramo donde se coloca el hormigón, este proceso se lo trata de realizar rápidamente ya que con las altas temperaturas el hormigón se endurece rápidamente.

Ilustración 44: Regado del hormigone en obra.



Fuente 44: Elaboración propia.

Paso 4: Perfilado del hormigón.

El perfilado del hormigón o también llamado un algún caso pulido lo realizan obreros especialistas en esto ya que requiere mucha habilidad para darle un acabado estéticamente bonito al hormigón, es un proceso que tarda mucho ya que se debe recorrer cada centímetro del hormigón para que pueda tener un acabado liso y uniforme en toda el área donde se colocó el hormigón.

Paso 5: Barrido.

Este es un proceso posterior al perfilado ya que consiste en pasar generalmente una escoba grande sobre el hormigón medio endurecido para que no dañe la contextura del mismo, esto se realiza con la finalidad de darle un acabado más rugoso para que no se generen superficies lisas que pueden ser peligrosas cuando llueven o cuando se ensucian las aceras.

Paso 3. Definimos actividades para: Trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

Instalación de tuberías.

- **Trabajo productivo.**

Para el rubro de instalación de tuberías en las actividades que son parte del trabajo productivo contamos con la propia acción de instalar la tubería en la obra que es una acción directamente relacionada y vital para la realización del rubro antes mencionado además se planteó otra actividad que es la de resanar las conexiones entre la tubería y las cajas el cual también es parte importante para la correcta instalación de las tuberías en la obra.

- **Trabajo contributivo.**

Las actividades para el trabajo contributivo que son actividades que indirectamente se debe realizar para la instalación de las tuberías pero no menos importantes se definió 4 actividades que cumplen el criterio antes planteado, la primera de estas actividades es el traslado de la tubería que se da repetitivamente no solo en el espacio de trabajo si no que a veces no se cuenta con el material y se debe mandar a traer más tuberías, la siguiente actividad que se definió es la colocación de boya en la tubería este proceso se lo realiza en un espacio cómodo se coloca boyas para hermetizar las conexiones además del uso de manteca vegetal para la colocación de las tuberías, la siguiente actividad que se tomó en

cuenta es el corte de la tubería que es necesaria ya que muchas veces las dimensiones no dan para poner tuberías completas, y por último tenemos la nivelación que es un proceso en el cual se verifican que las pendientes y las cotas son las correctas según el diseño ya que debido a la variabilidad del terreno estas pueden cambiar.

- **Trabajo no contributivo.**

Para el caso del trabajo no contributivo en la instalación de tuberías se ha tomado en cuenta dos actividades que se visualiza siempre, la primera son las esperas que se generan al momento de la instalación de las tuberías ya que el personal no puede realizar las actividades hasta que se terminen otras actividades previas a la instalación de tuberías, y la siguiente actividad es el ocio que se plantea debido a que el personal al no realizar actividades estar en espera rápidamente cambia a realizar actividades ajenas al rubro que se está realizando.

Excavación a máquina

- **Trabajo productivo.**

En el caso del rubro de instalación de tuberías se definió dos actividades para el trabajo productivo, la primera actividad es la excavación a máquina y la segunda actividad es la excavación manual, se definieron estas dos actividades debido a lo que se ha observado en las visitas realizadas a la obra, en la cual se observó estas dos actividades que son las críticas para la realización del rubro que estas ligadas directamente a su realización.

- **Trabajo contributivo.**

Para el trabajo contributivo se definió 4 actividades la primera es la coordinación que se da entre el operador de la retroexcavadora y un obrero el cual constantemente le indica si se necesita cambiar la geometría de la excavación para adecuarse a lo que el proyecto necesite, otra actividad es la verificación de la uniformidad de la zanja para lo cual se debe tener en cuenta las dimensiones de la cuchara de la excavadora y las dimensiones de la tubería que se quiere instalar allí además de la comodidad de los obreros para realizar los trabajos correspondientes, la tercera actividad es la remoción de escombros en la cual se debe realizar de forma continua a medida que se está avanzando con el proyecto para que el personal pueda moverse libremente por la zona de la excavación, y por último tenemos la verificación de las cotas lo cual se debe realizar periódicamente cada 3 metros de excavación para cuando se tenga que realizar ajustes a la excavación sea fácil realizarlos.

- **Trabajo no contributivo.**

El trabajo no contributivo en el caso de la instalación de tuberías se han definido tres actividades, la primera son las esperas que se define claramente dentro de las pérdidas más comunes en los proyectos no solo de alcantarillado sanitario sino que también en los demás proyectos de construcción, las esperas se refiere a que los obreros debes esperar que se termine una actividad para realizar las suyas y esto creo tiempo improductivo de la mano de obra, otra actividad no contributaria son los cambios de lugar de la excavadora este se definió en trabajo no contributivo debido a que en otras investigaciones lo incluyen en este apartado como una actividad que no genera valor, y por ultimo tenemos las actividades de ocio que realizan los obreros en campo ya que muchas veces estos se distraen de lo que deben realizar por actividades como hablar con las personas que están cerca de la obra o descansar repetitivamente mientras se están realizando actividades en la obra.

Reposición de acera.

- **Trabajo productivo.**

Para el trabajo productivo se definió dos actividades que se consideren que afectar directamente contribuyen a la realización del rubro una de estas actividades es el colado del hormigón en donde se realiza con un mixer para lo cual un obrero es el encargado de realizar el colado, otra de las actividades es el regado del hormigón en la cual constan actividades como el acabado final que se le da el hormigón, esta es una actividad que demora tiempo y que se debe realizar con precaución.

- **Trabajo contributivo.**

Las actividades que se han elegido aporte indirecto al rubro de reposición de aceras en base a lo que se ha observado en la obra son primero los desplazamientos del personal al realizar una parte de la acera este proceso toma algunos minutos ya que se debe mover todo para realizar el siguiente tramo de acera, y también se tiene la actividad de colocación de agua para que el suelo no absorba el agua del concreto y pueda fraguar con normalidad.

- **Trabajo no contributivo.**

Como en los rubros pasados y en base a lo revisado se determina que la primer actividad que no contributaria son las esperar las cuales se deben a que no se pueden realizar

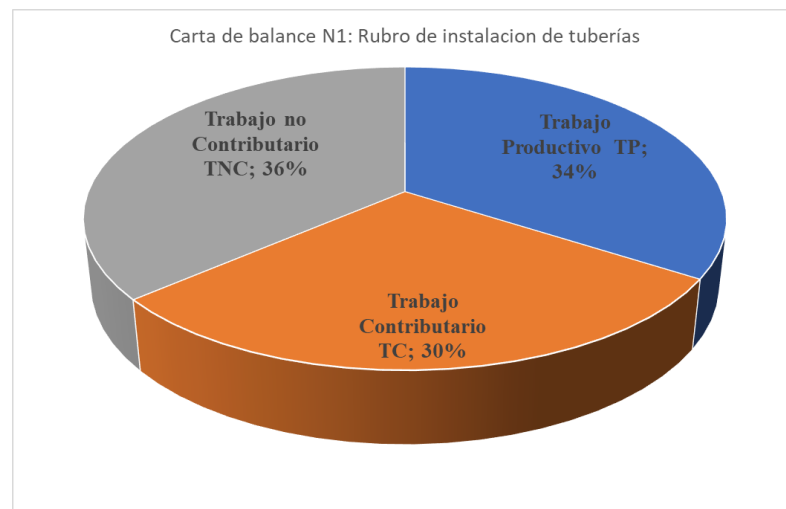
Paso 6. Análisis estadístico de los datos recopilados.

Instalación de tuberías corrugada D200 mm

Carta de balance N1.

El análisis de los datos recopilados para el rubro de instalación de tuberías en cuanto a la carta de balance número uno se puede observar en la ilustración 46 los resultados que para el trabajo productivo tiene un peso del 34% en la realización del rubro, en cuanto al trabajo productivo con un 30 % de peso en la realización del rubro y por último para el trabajo no contributivo con un peso del 36%.

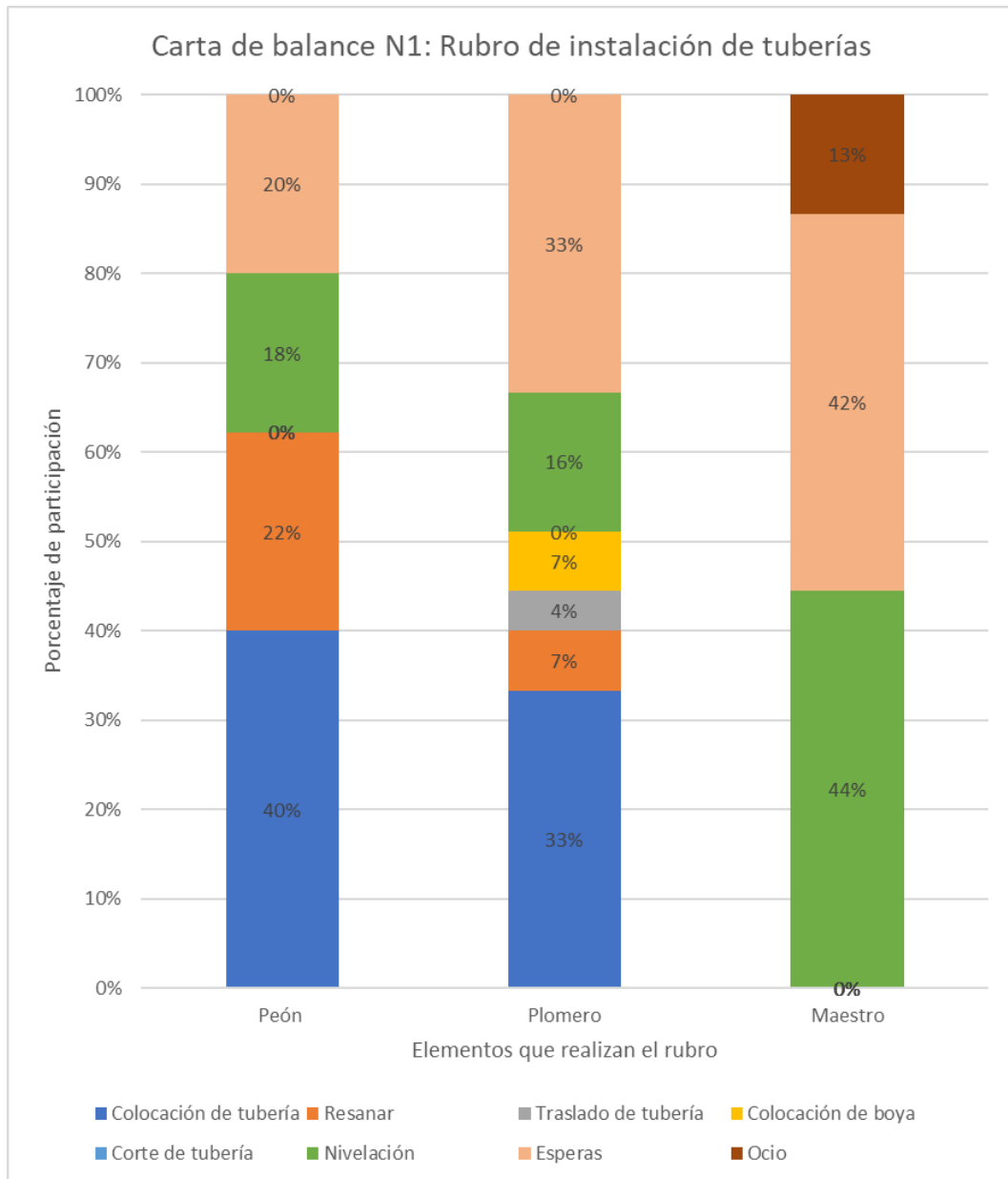
Ilustración 46: Análisis de carta de balance N1



Fuente 46: Elaboración propia.

También se realizó el análisis de las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo que se pueden observar en la ilustración 47 en donde se presentan estas actividades en función de los participantes que realizan el rubro en donde para T1 que se define como un plomero en donde la actividad que más realizo con un 40% durante la medición del rubro es la instalación de tuberías, para T2 que se define como un peón de la misma forma la actividad que más se realizó durante la medición del rubro fue la instalación de tuberías y las esperas con 33% cada una y para T3 que se define como un operador la actividad que más realizado durante la realización del rubro fue la nivelación de la tubería esto por ayudar a realizar más rápido el rubro.

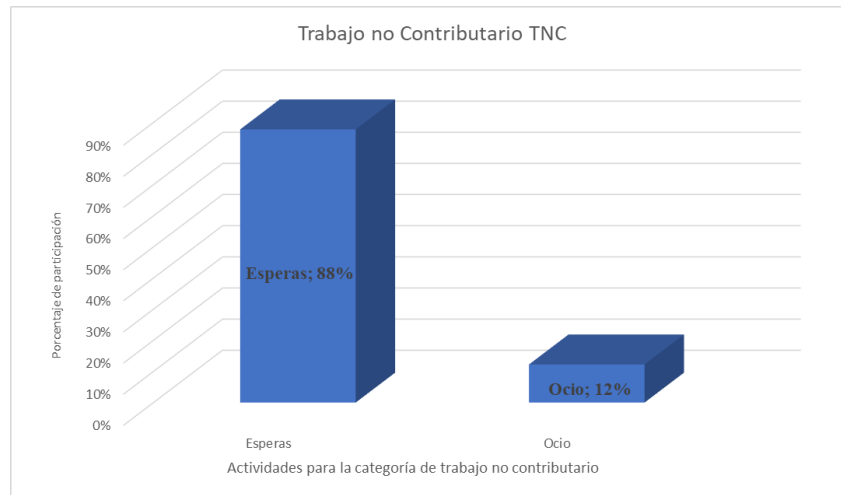
Ilustración 47: Análisis de carta de balance NI



Fuente 47: Elaboración propia.

También se realizó el análisis del trabajo no contributivo que se puede observar en la ilustración 48 en donde con un porcentaje del 88% las esperas fue la actividad que más se realizó en cuanto al trabajo no contributivo y la sigue el ocio con un peso del 12% estas dos actividades son las que se consideran que pueden ser reducidas para aumentar la productividad del rubro.

Ilustración 48 no contributivo.



Fuente 48. Elaboración propia.

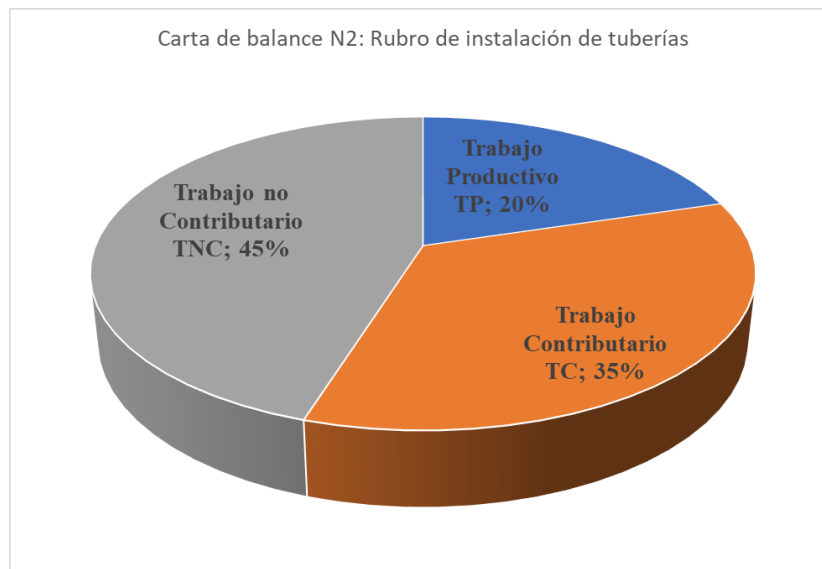
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N1 del rubro de instalación de tuberías.

Durante la medición del rubro se determinó la cantidad de tuberías que se colocó en el día de medición con un total de 36 metros lineales considerado una jornada de trabajo de 8 horas para lo cual nos da un rendimiento del 0.22 Jornal/metros lineales que comparado con los rendimientos del contrato que son 0.100 Jornal/metros tenemos un aumento en el costo del 8 %, esto traducido a costo al costo del rubro representa un aumento del \$ 1.34 dólares.

Carta de balance N2.

Para el análisis de la carta de balance número 2 que se puede observar en la ilustración 49 se tomó en cuenta el trabajo productivo, contributivo y no contributivo para realizar el siguiente análisis en donde el trabajo productivo tiene un peso en la realización del rubro del 20%, para el trabajo contributivo con un peso del 35% en la realización del rubro y para el trabajo no contributivo con un peso del 45% en la realización del rubro durante el periodo de medición del mismo.

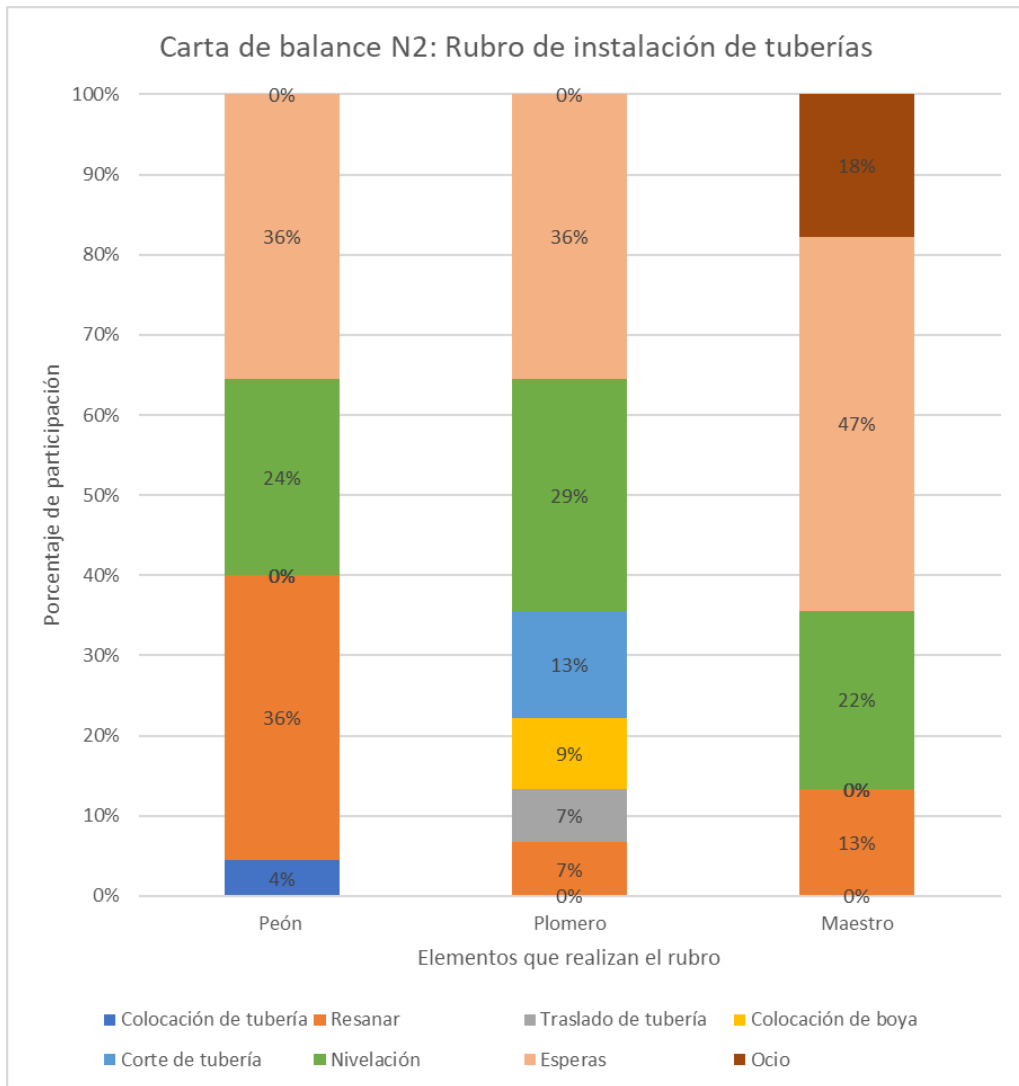
Ilustración 49: Análisis de carta de balance N2.



Fuente 49: Elaboración propia.

También se realizó el análisis de las actividades que conforman el trabajo productivo, contributivo y no contributivo en función de las personas que realizan el rubro esto se puede observar en la ilustración 50, para el cual para T1 que se define como un plomero la actividad que más realizó durante el tiempo de medición son las esperas y resanar con un 36% , para T2 que se define como un peón la actividad que más realizó durante la medición fue las esperas con un 36% y para T3 que corresponde a un operador de equipo pesado la actividad que más realizó fue las esperas con un peso de 47% durante el tiempo de medición del rubro.

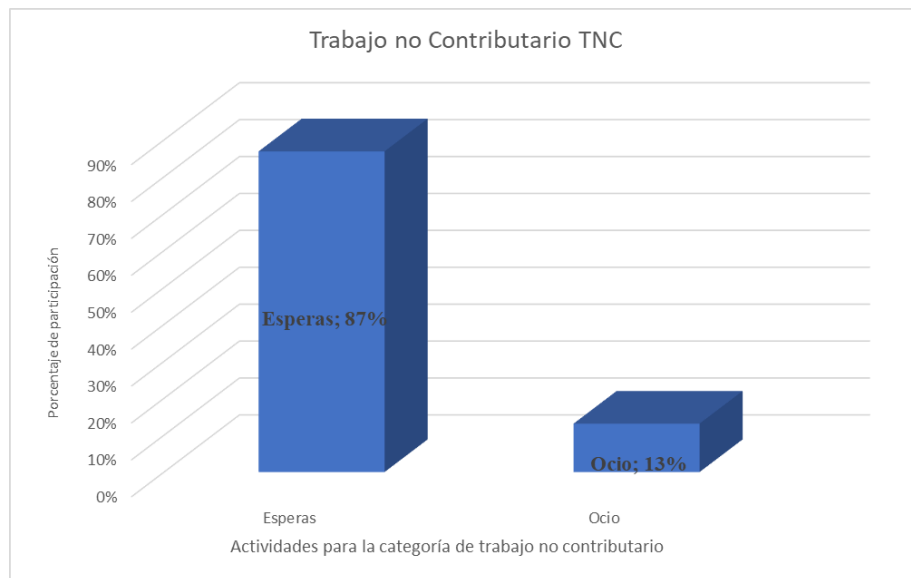
Ilustración 50 de carta de balance N2.



Fuente 50 propia.

Para el análisis del trabajo no contributivo se presenta en la ilustración 51 los resultados obtenidos en función de sus actividades en donde con un porcentaje del 87 % las esperas fue la actividad que mayor se realiza en función del trabajo no contributivo, y con un porcentaje del 13% el ocio, estas dos actividades son imperantes para conocer cuáles son las actividades que se pueden reducir para aumentar la productividad.

Ilustración 51: Trabajo no contributivo.



Fuente 51: Elaboración propia.

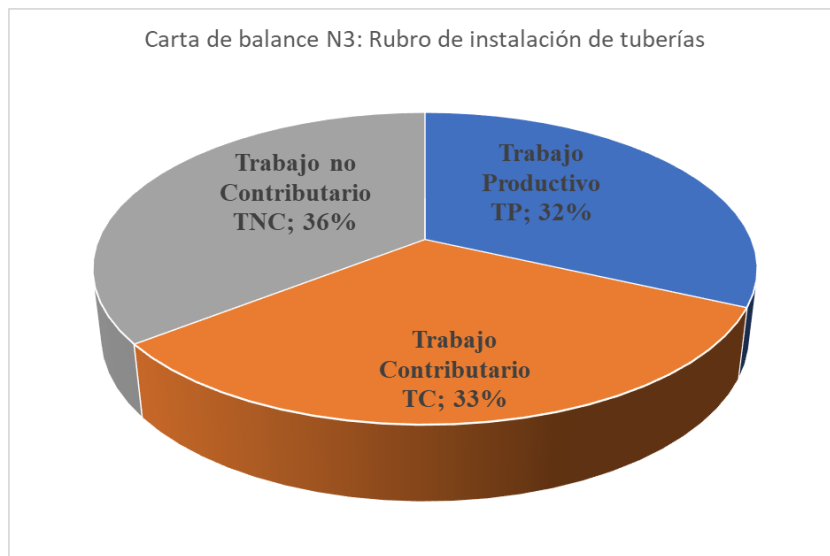
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N2 del rubro de instalación de tuberías.

Para el rendimiento de obtenido para la segunda medición realizada para el rubro de instalación de tuberías el rendimiento real obtenido en campo es de 0.27 jornal/metro correspondiente a 30 metros lineales de tubería en 8 horas de trabajo que con respecto a el rendimiento ofertado de 0.10 se deriva en un 12 % de aumento en el costo del rubro que referente a el costo en dólares significa un aumento de \$ 2.00 dólares.

Carta de balance N3.

Para el análisis de la carta de balance número 3 en cuento al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 52 en donde para el trabajo productivo con un peso del 32 % de participación en la realización del rubro, para el trabajo contributivo con un peso del 33% y para el trabajo no contributivo con un peso del 36% en la realización del rubro durante las mediciones para esta carta de balance.

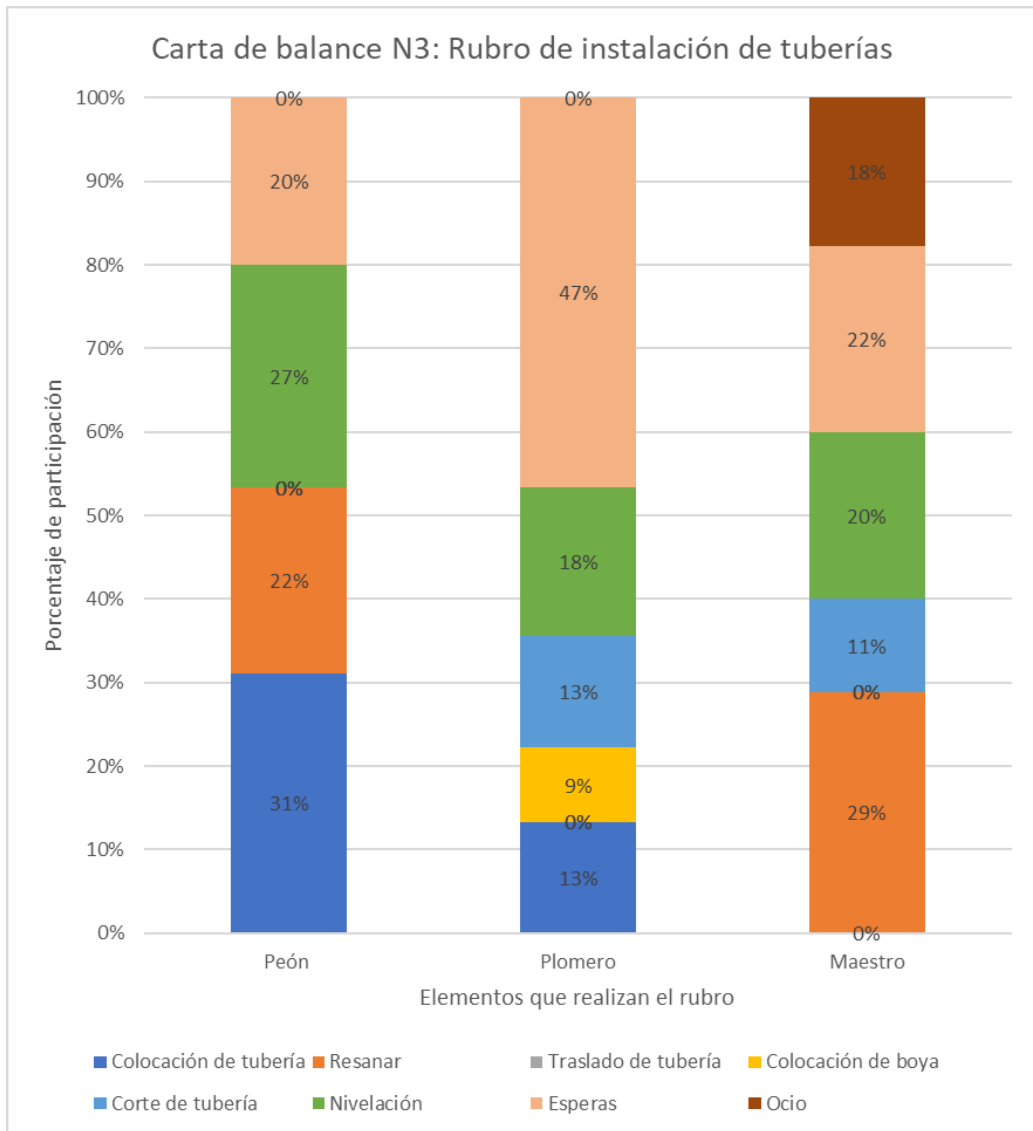
Ilustración 52: Análisis de carta de balance N3.



Fuente 52: Elaboración propia.

Para las actividades que conforman el trabajo productivo contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 53 el análisis de los datos en función de los trabajadores que para T1 definido como un plomero la actividad más realizada durante la medición es la colocación de tuberías con un 32%, en cuanto a T2 correspondiente a un peón la actividad que más realizó durante la medición del rubro es la definida como esperas y por último para T3 definido como un operador la actividad que más realizó durante la medición es la de resanar.

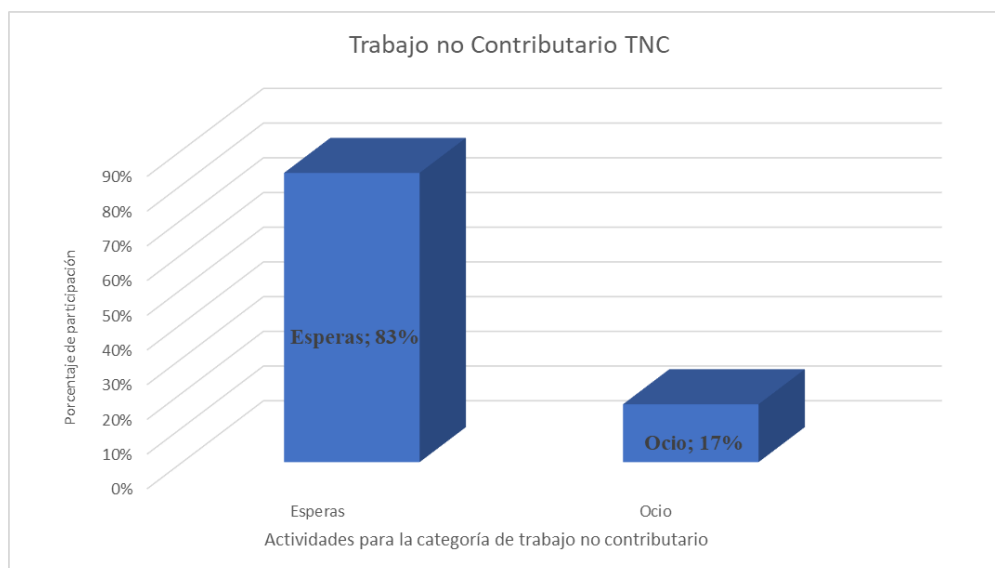
Ilustración 53 de carta de balance N3.



Fuente 53: Elaboración propia.

También para el trabajo no contributivo se puede observar en la ilustración 54 las actividades con su respectiva participación en donde con un peso del 83% las esperas es la actividad que más se realiza dentro del trabajo no contributivo seguido del ocio con un 17%, estas actividades son importante conocer su participación e identificar como se pueden reducir.

Ilustración 54: Trabajo no contributivo.



Fuente 54: Elaboración propia.

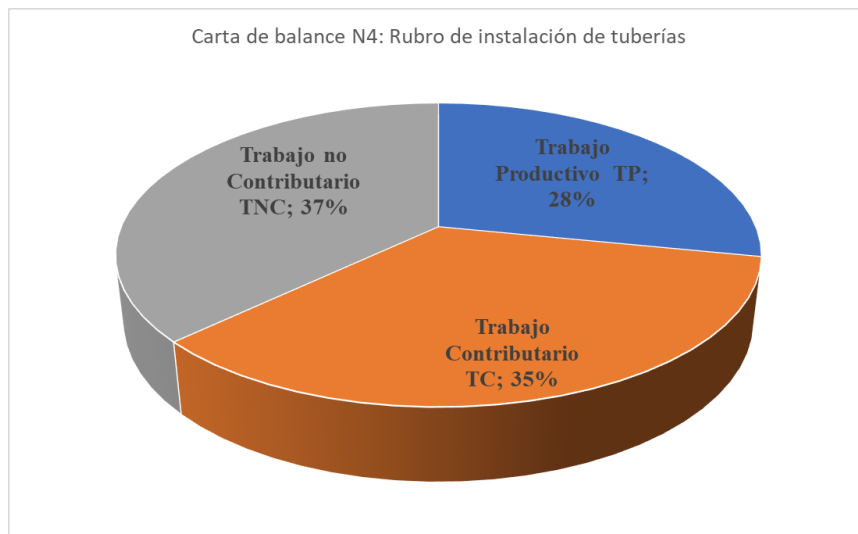
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N3 del rubro de instalación de tuberías.

El rendimiento obtenido para la medición realizada en la carta de balance número 3 donde en ese día se instaló 30 metros de tubería en una jornada laboral de 8 horas se determinó un rendimiento del 0.27 Jornada/metro lineal realizado que en comparación al rendimiento del rubro ofertado de 0.1 Jornada/metro lineal se tiene un aumento del precio del rubro de un 12% que correspondería a un aumento de \$ 2.00 dólares en un metro lineal de tubería instalada.

Carta de balance N4.

Para el análisis de la carta de balance número 4 en cuanto al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 55 en donde para el trabajo productivo con un peso del 28% de participación en la realización del rubro, para el trabajo contributivo con un peso del 35% de participación en la realización del rubro y para el trabajo no contributivo con un 37% en la realización del rubro según los datos recopilados.

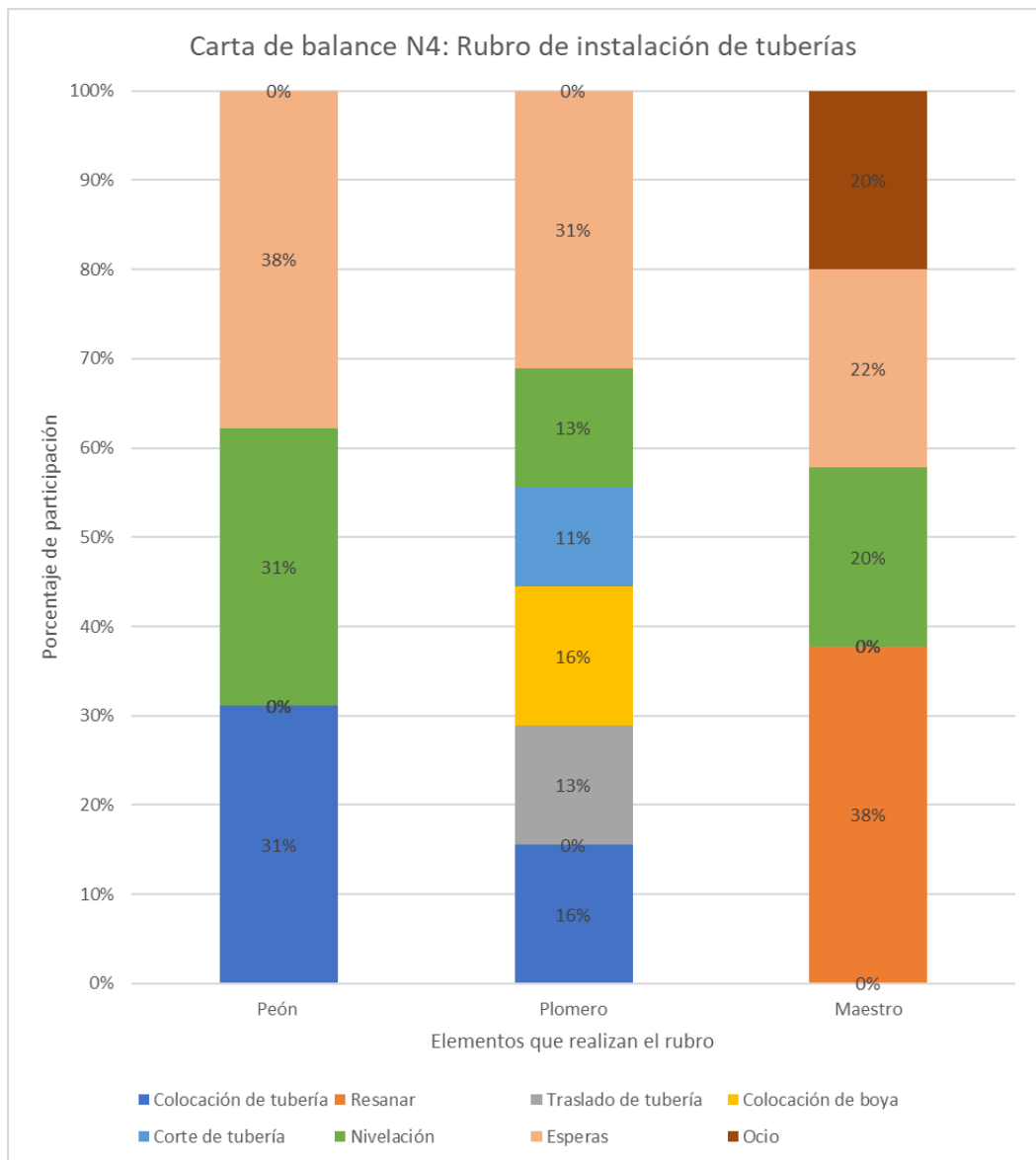
Ilustración 55: Análisis de carta de balance N4.



Fuente 55: Elaboración propia.

Para las actividades que conforman el trabajo productivo contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 56 el análisis de los datos en función de los trabajadores que para T1 que se define como un plomero la actividad que más realizó durante la medición fue la definida como esperas con un 38 %, para T2 correspondiente a un obrero la actividad que más realizó durante la medición del rubro fue la definida como esperas con un 31% y por último para T3 correspondiente a un operador con un 38% de participación la actividad más realizadas es la de resanar.

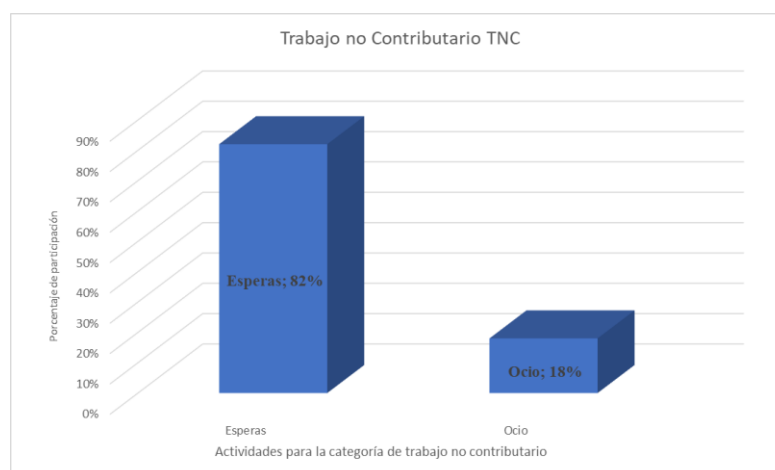
Ilustración 56: Análisis de carta de balance N4.



Fuente 56: Elaboración propia.

También para el trabajo no contributivo se puede observar en la ilustración 57 las actividades con su respectiva participación en donde con un peso del 82% la actividad definida como esperas es las más realizadas y luego está el ocio con un 18 % de participación en el trabajo no contributivo.

Ilustración 57: Trabajo no contributivo.



Fuente 57: Elaboración propia.

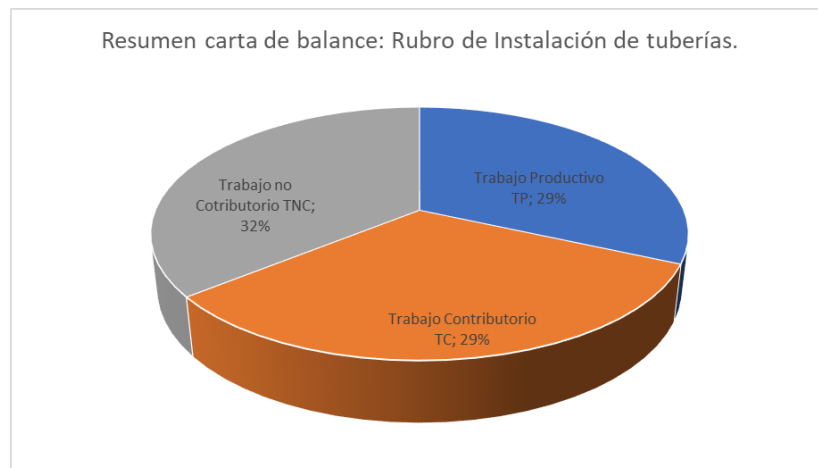
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N4 del rubro de instalación de tuberías.

Para la carta de balance N4 se determinó también el rendimiento de la mano de obra en donde en una jornada de 8 horas se realizaron 32 metros lineales de tubería que corresponde a un rendimiento del 0.25 Jornal/metro lineal que en comparación con el rendimiento teórico de 0.1 Jornal/metro lineal presupone un aumento del 11% en el costo total del rubro que en términos monetarios sería un aumento de \$ 1.75 dólares

Resumen carta de balance: Rubro de instalación de tuberías.

Se realizó el análisis de las 4 cartas de balance realizadas para el rubro de instalación de tuberías para los cual se presenta en la ilustración 58, en donde para el trabajo productivo se tiene un peso del 29% en la realización del rubro, para el trabajo contributivo con un peso del 29% en la realización del rubro y para el trabajo no contributivo con un 32% en la realización del rubro.

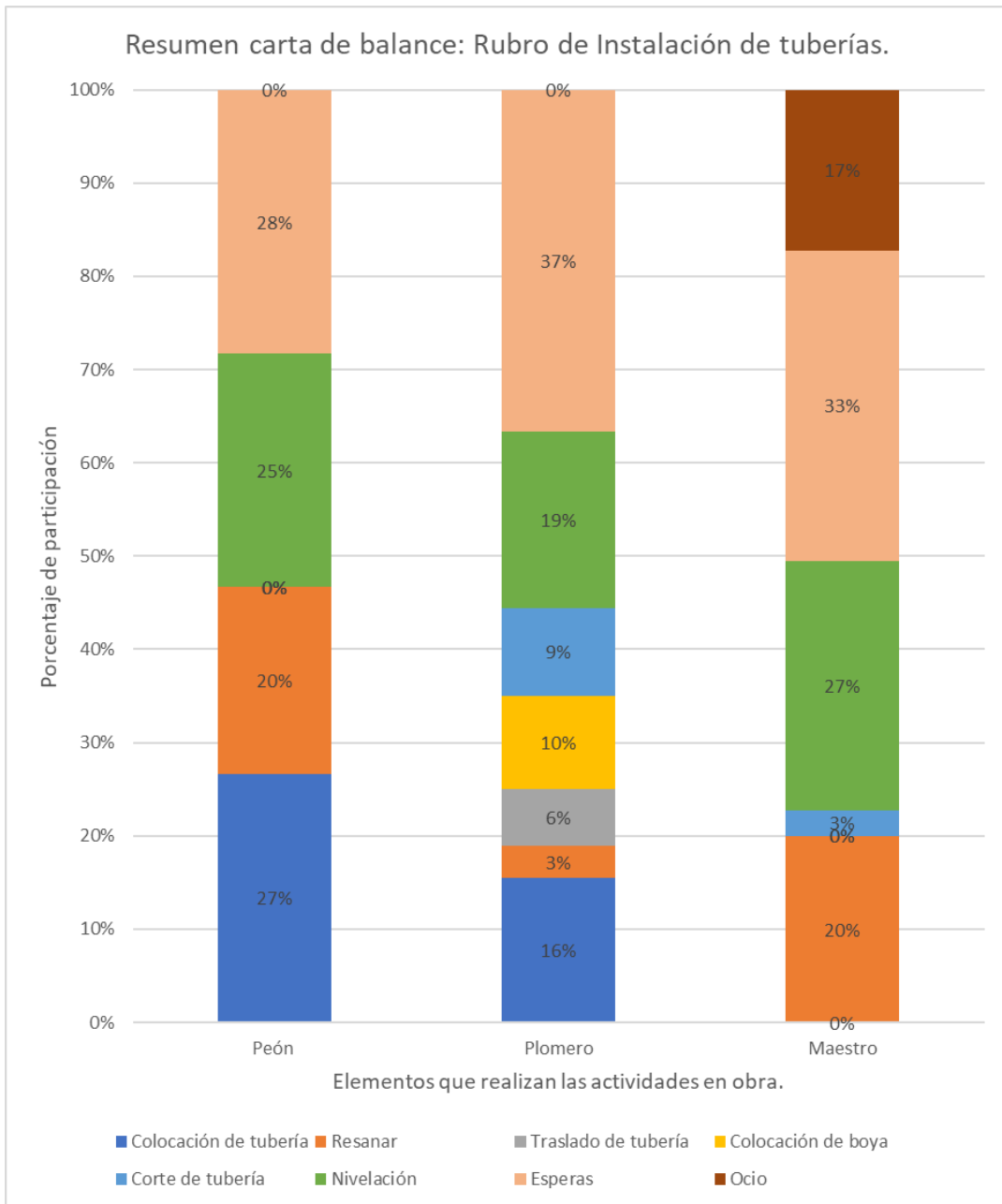
Ilustración 58: Resumen del análisis de carta de balance.



Fuente 58: Elaboración propia.

También se revisó las actividades que corresponden al trabajo productivo, contributivo y no contributivo que se pueden observar en la ilustración 59 en donde para T1 correspondiente a un plomero la actividad más realizada es la denominada colocación de tuberías, para T2 correspondiente a un peón la actividad más realizada fue las denominadas esperas y para T3 que se define un peón la actividad más realizada fue las denominadas las esperas.

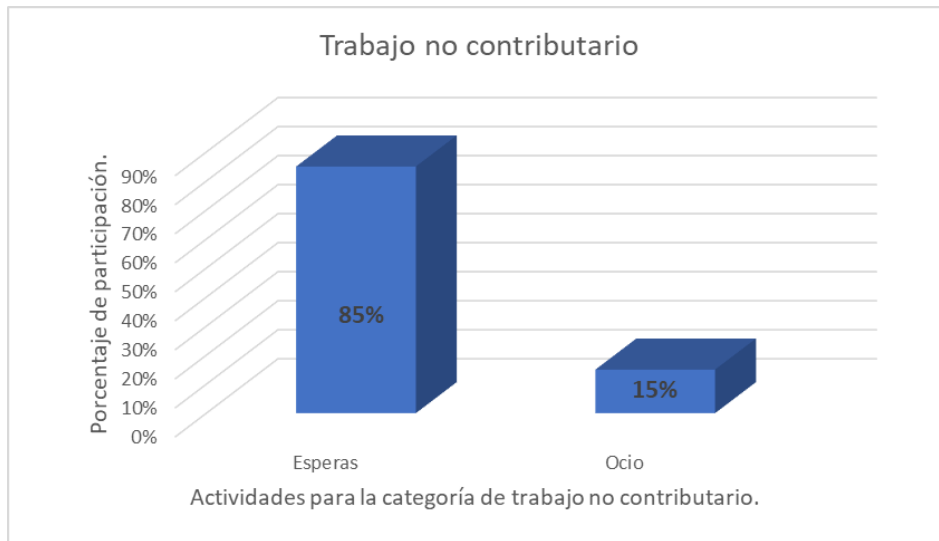
Ilustración 59: Resumen del análisis de carta de balance.



Fuente 59: Elaboración propia.

Para el trabajo no contributivo de igual forma se realizó el análisis de las cartas de balance que se puede observar en la ilustración 60 en donde la actividad más realizada es la definida como esperas con un 85% de peso y el ocio con un 15% de participación durante la medición de las 4 cartas de balance.

Ilustración 60: Trabajo no contributivo.

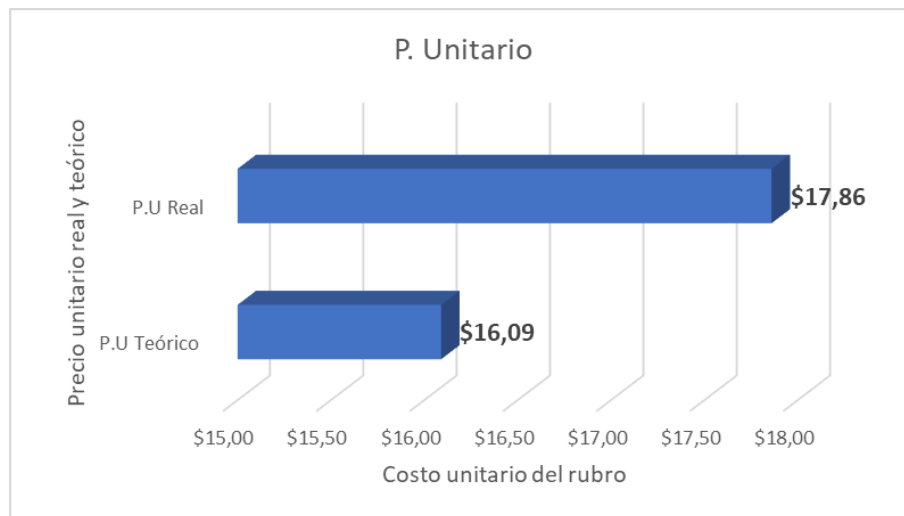


Fuente 60: Elaboración propia.

Rendimiento de la mano de obra promedio para el rubro de instalación de tuberías.

En los cuatro días que se realizó la recolección de datos se promedió un rendimiento de 0.25 Jornal/metro lineal considerando 8 horas de trabajo que respecto al rendimiento real de 0.1 Jornal/metro lineal correspondería un aumento en el costo del 11% que en términos monetarios sería un \$ 1.77 dólares más del valor teórico referencial que si calculamos esto con la cantidad de obra que se debería realizar 28310.54 metros lineales con el precio unitario calculado con los rendimientos reales y teóricos que se presentan en la ilustración 61 para la instalación de tubería obtendríamos un aumento en el costo del rubro de \$ 50109,66 lo cual necesita una mejor gestión del rubro ya que es una cantidad elevada.

Ilustración 61: Precio unitario para el rubro de instalación de tuberías D=200 mm



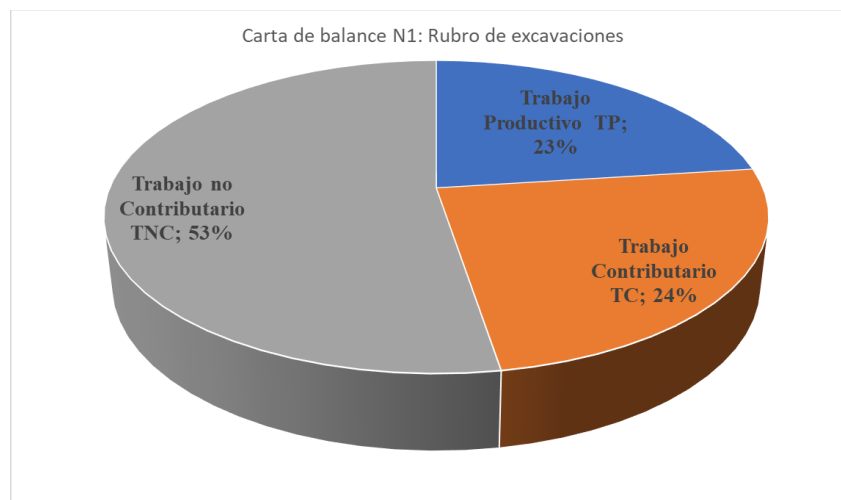
Fuente 61: Elaboración propia.

Excavación a máquina de zanja de 0 a 2 metros.

Carta de balance N1.

Para el análisis de la carta de balance número 1 en cuanto al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 62 que para el trabajo productivo tiene un peso del 23% en la realización del rubro, para el trabajo contributivo con un 24% de participación en la realización del rubro y para el trabajo no contributivo con un 53% en la participación del rubro.

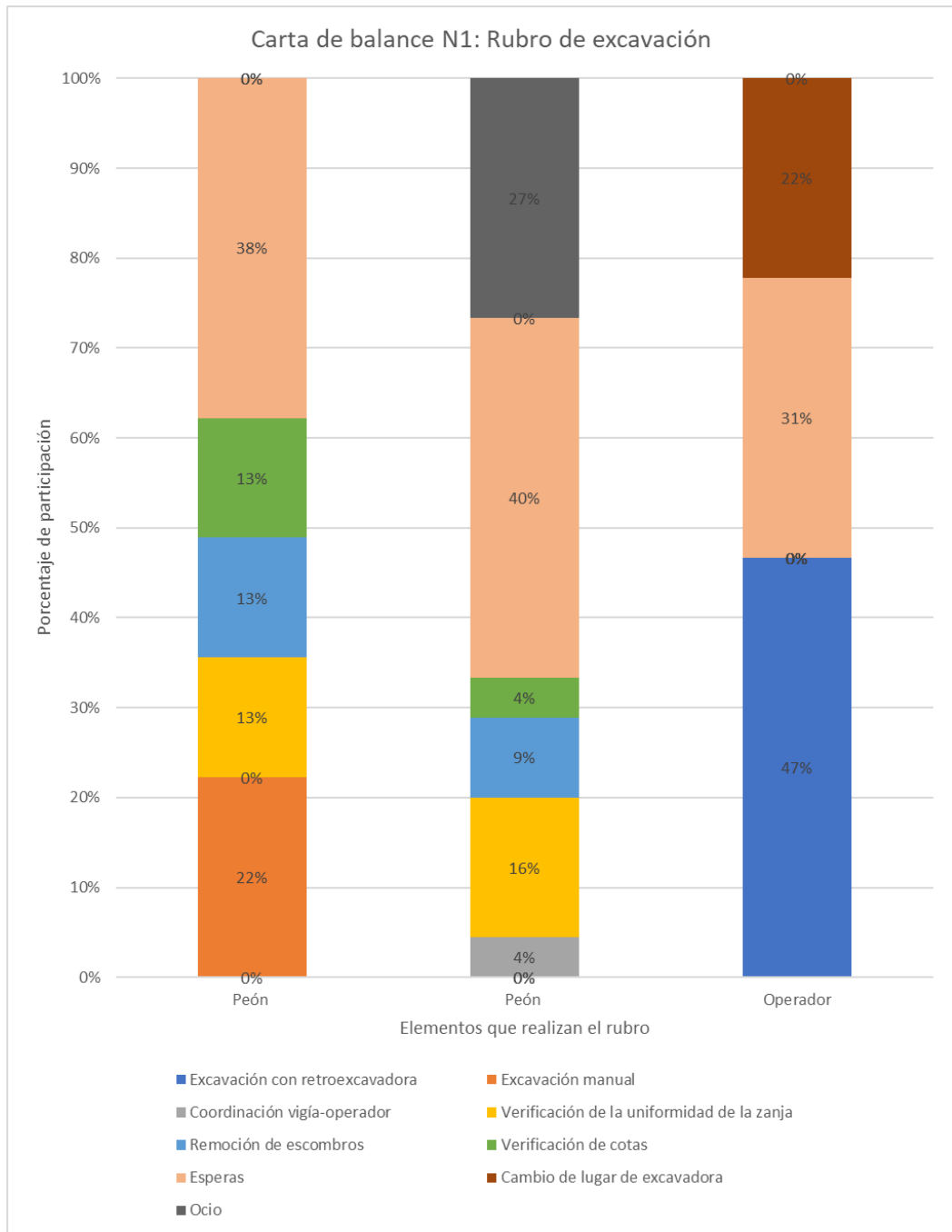
Ilustración 62: Análisis de carta de balance N1.



Fuente 62: Elaboración propia.

También se realizó el análisis de las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo que se puede observar en la ilustración 63 en donde para T1 definido como un peón con un peso del 38% la actividad que más realizó es la definida como esperas, para T2 definido como un peón con un peso del 40% la actividad que más realizó es la definida como esperas y para T3 definido como un operador con un 47% la excavación a máquina es la actividad más realizada durante la realización de las mediciones.

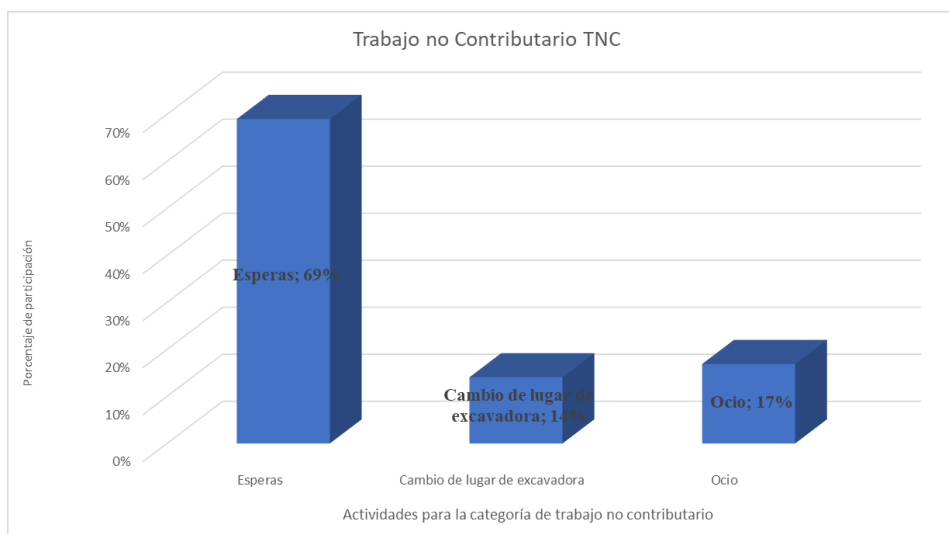
Ilustración 63 de carta de balance NI.



Fuente 63: Elaboración propia.

También se realizó el análisis del trabajo no contributivo que se puede observar en la ilustración 64 donde para la actividad definida como esperas con un peso del 69% es la que más se realiza seguida del ocio con un 17% de participación en esta categoría, estas actividades son muy importantes ya que nos permiten realizar una mejor valoración del rubro para aumentar la productividad.

Ilustración 64: Trabajo no contributivo.



Fuente 64: Elaboración propia.

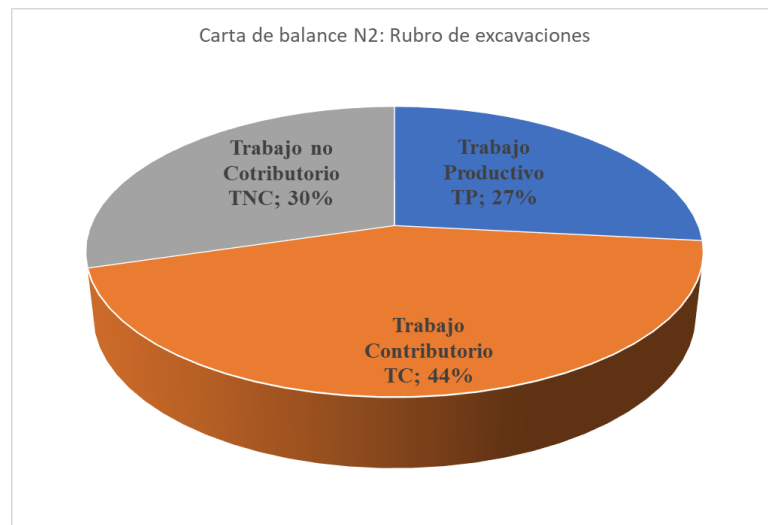
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N1 del rubro de excavaciones.

Para el rubro de excavación a máquina se determinó el rendimiento de la mano de obra durante la medición realizada para lo cual se realizó un volumen de excavación correspondiente a 2.2 metros cúbicos de excavación que se realizaron en 45 minutos correspondiente a el tiempo de medición del rubro en donde se tiene un 0.0666 Jornal/m³ que corresponde a un 5 % de aumento en el valor del rubro teórico que tiene un rendimiento de 0.07 Jornal/m³ que en términos económicos significa que \$ 0.15 dólares.

Carta de balance N2.

Para el análisis de la carta de balance número 2 en cuanto al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 65 en donde para el trabajo productivo con un peso del 27% en la participación del rubro también para el trabajo contributivo con un 44% de peso en la realización del rubro y por último para el trabajo no contributivo con un peso del 30% en la realización del rubro durante el periodo de la medición.

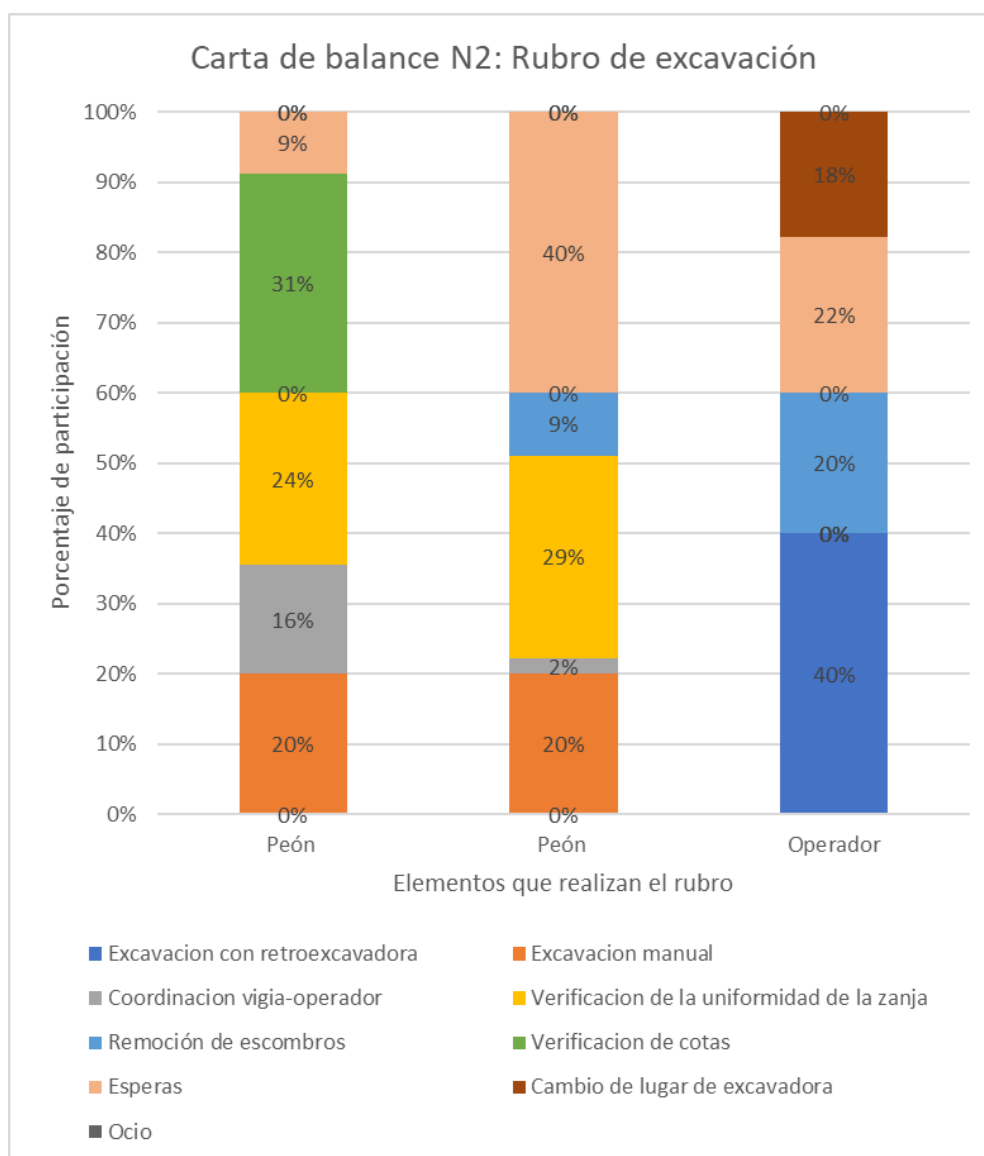
Ilustración 65: Análisis de carta de balance N2.



Fuente 65: Elaboración propia.

También para las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 66 que para T1 correspondiente a un peón con un peso de 31 % la actividad que más ha realizado es la verificación de cotas, para T2 con un peso del 40% la actividad más realizada es la definida como esperas y por último para T3 correspondiente a un operador la actividad más realizada con un peso del 40% es la denominada excavación a máquina.

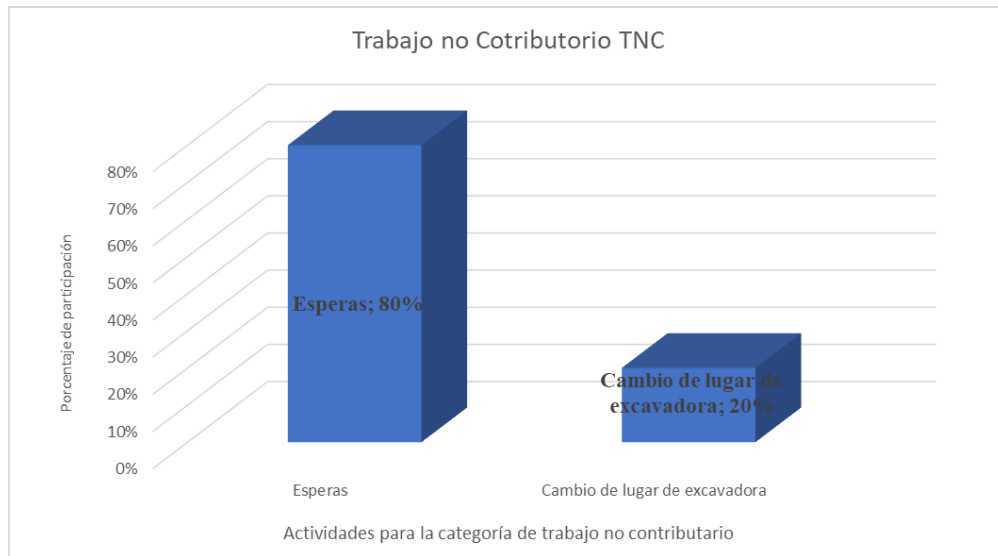
Ilustración 66: Análisis de carta de balance N2.



Fuente 66: Elaboración propia.

De la misma forma se realizó un análisis individual del trabajo no productivo que se puede observar en la ilustración 67 en donde para esta categoría la actividad más realizada es la denominada esperas con un 80% de participación seguida de la actividad definida como cambio de lugar de excavadora con un 20% de peso con referencia al trabajo no contributivo.

Ilustración 67: Trabajo no productivo.



Fuente 67: Elaboración propia.

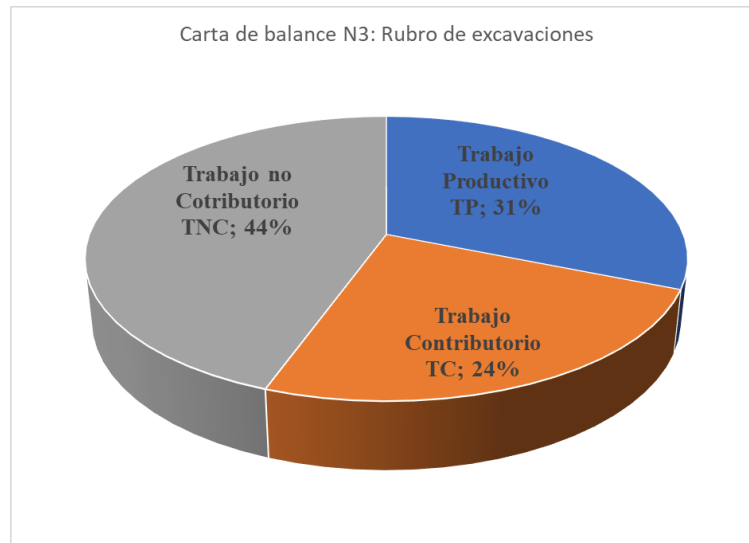
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N2 del rubro de excavaciones.

El rendimiento de la mano de obra para el rubro de excavación de zanjas para lo cual se realizó una excavación con un volumen de 3.4 m³ que corresponde con el rendimiento real de 0.0552 Jornal/m³ que comparado con el rendimiento teórico 0.07 Jornal/m³ que significa una disminución del precio de un 25% en donde en términos económicos de \$ 0.78 dólares americanos ahorrados durante la realización de la medición del rubro.

Carta de balance N3.

Para el análisis de la carta de balance número 3 en cuento al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 68 en donde para el trabajo productivo tenemos un peso del 31% en la realización del rubro para el trabajo contributivo con una participación del 24 % en la realización del rubro y por último para el trabajo no contributivo con un peso del 44% en la realización del rubro durante el tiempo que se midió para esta carta de balance.

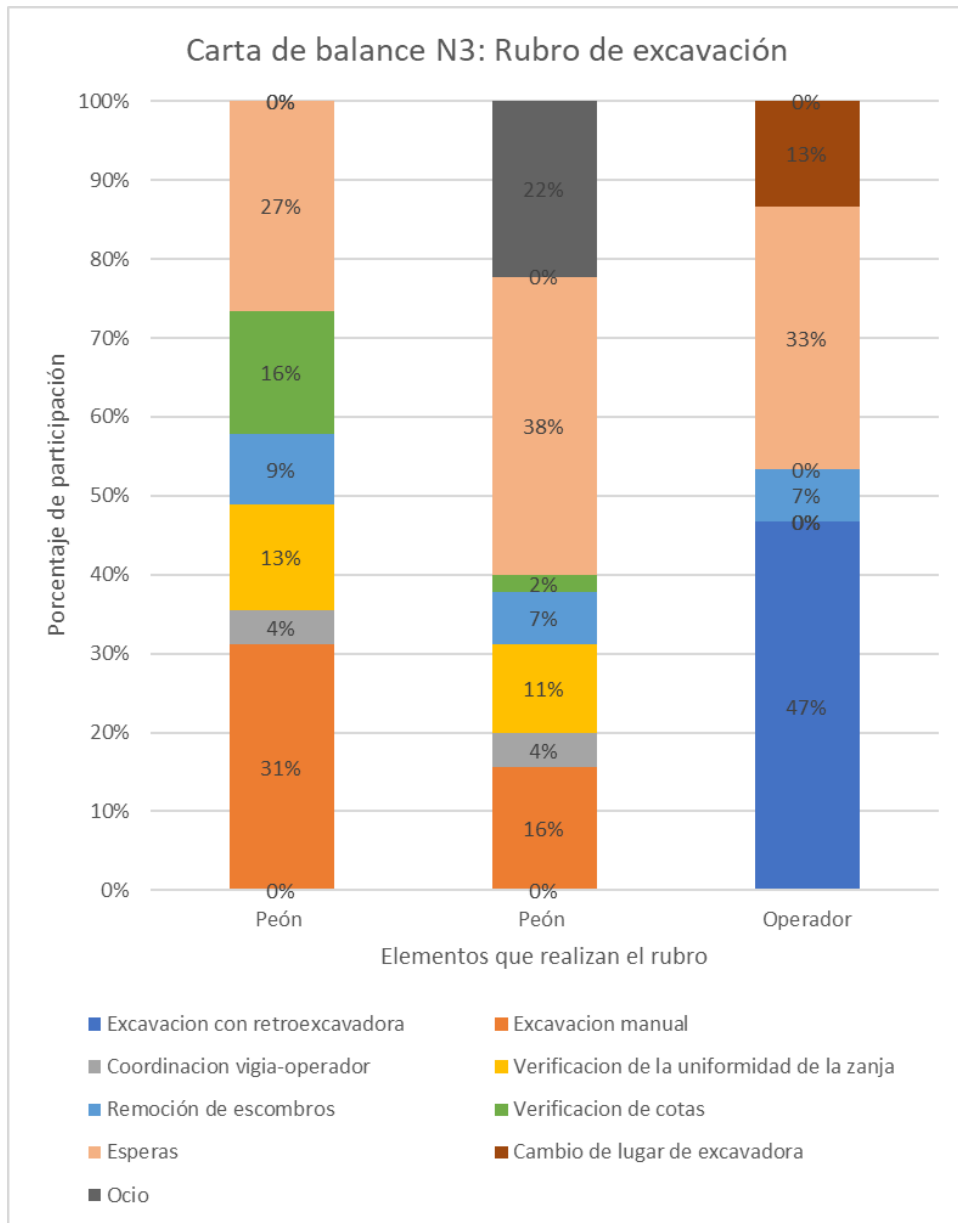
Ilustración 68: Análisis de carta de balance N3.



Fuente 68: Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar el análisis realizado en la ilustración 69 en donde para T1 que se define como peón la actividad que más realizó durante la medición del rubro fue la denominada como excavación manual con un peso del 31% mientras que para T2 que se define como un peón la actividad más realizada fue la definida como esperan con un peso del 38% y por ultimo para T3 definido como un operador la actividad que más realizó durante la realización del rubro fue la denominada como excavación manual con un 47% de participación durante la medición del rubro.

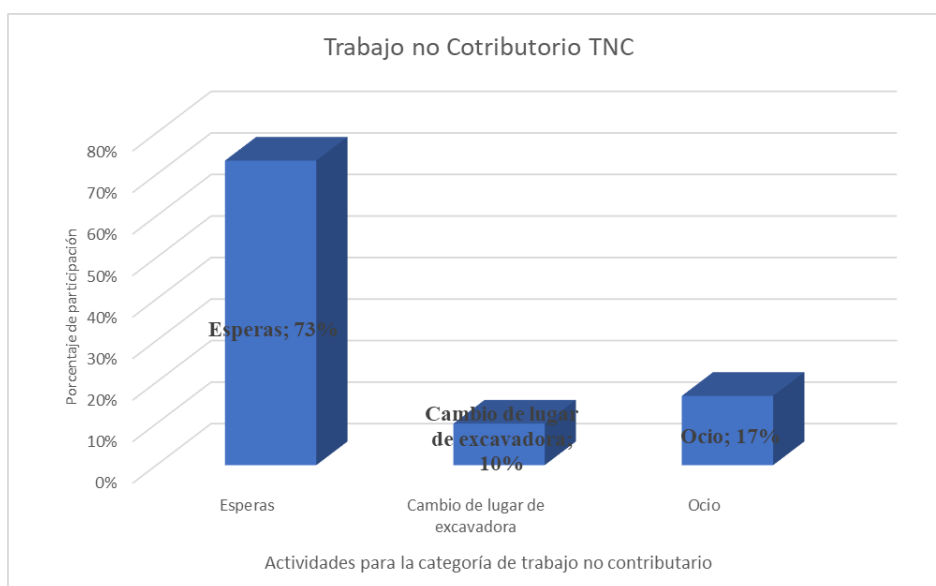
Ilustración 69 de carta de balance N3.



Fuente 69: Elaboración propia.

Para las actividades que forman parte del trabajo no contributivo se puede observar en la ilustración 70 que para esta carta de balance el peso de la actividad definida como esperas tiene un 73% de participación en el rubro, mientras que el ocio presenta un 17% de participación en el rubro esto en base a la medición realizada para la carta de balance N3.

Ilustración 70: Trabajo no contributivo.



Fuente 70: Elaboración propia.

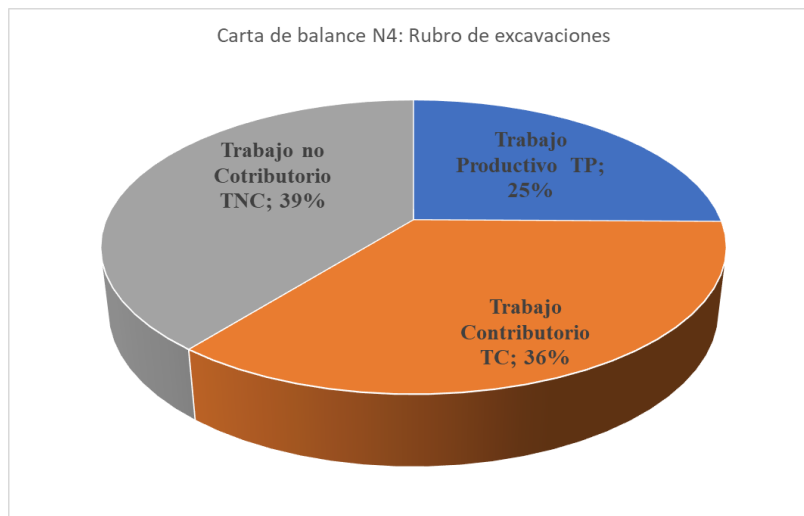
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N3 del rubro de excavaciones.

El rendimiento de la mano de obra para el rubro de excavaciones correspondiente a la carta de balance 3 con un volumen de excavación realizada 2.7 m³ durante la medición del rubro que corresponde a un rendimiento del 0.0551 Jornal/m³ que comparado con el rendimiento teórico del 0.070 Jornal/m³ que corresponde a un aumento del 21% en el costo del rubro que transformado al nivel económico con un \$ 0.66 dólares de sobrecosto.

Carta de balance N4.

Para el análisis de la carta de balance número 3 en cuento al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 71 en donde para el trabajo productivo se tiene un peso del 25% en la participación del rubro mientras que para en trabajo contributivo se tiene un 36% en la participación del rubro y por último para el trabajo no contributivo se tiene un 39% en la participación del rubro durante la medición realizada.

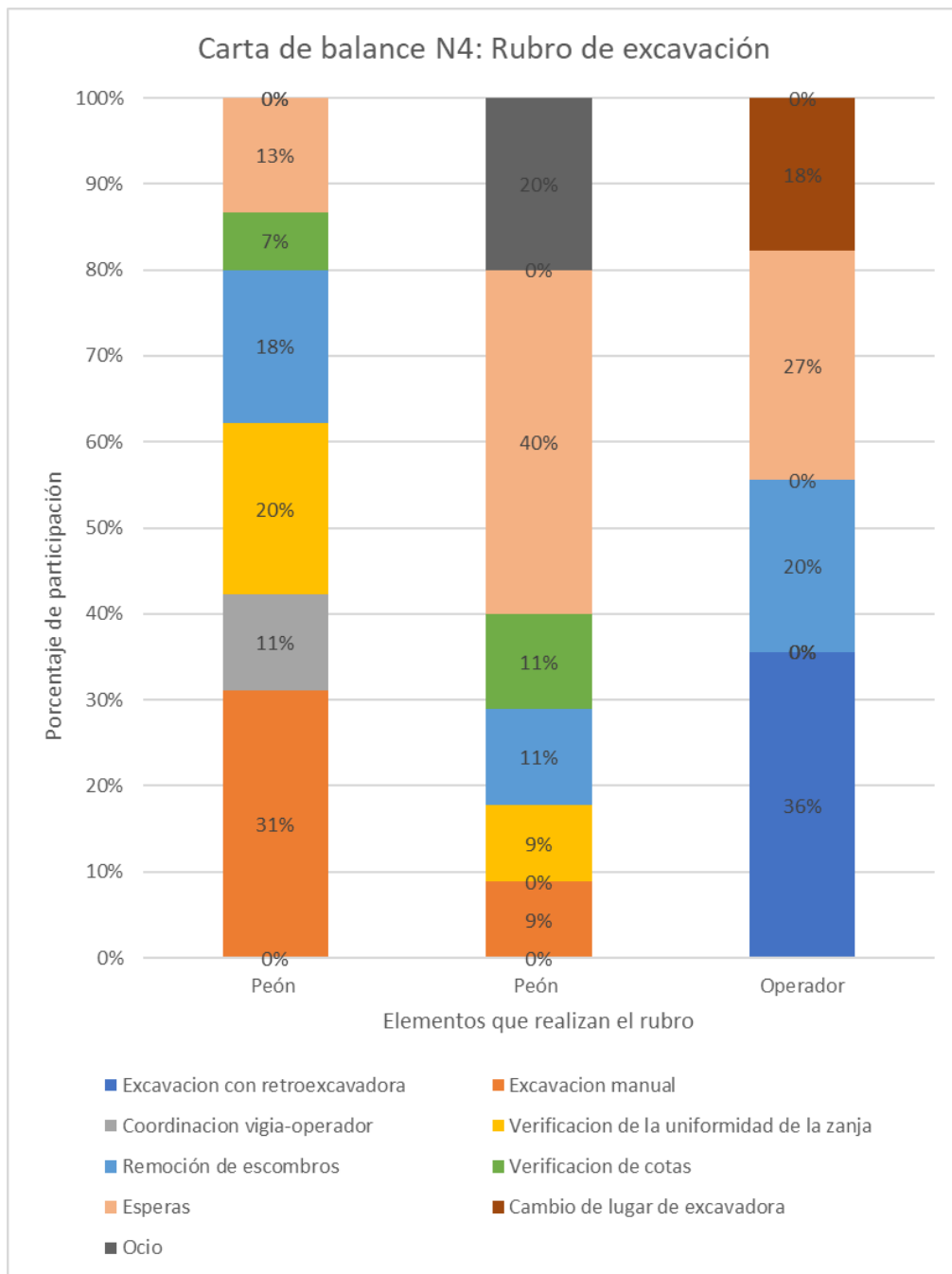
Ilustración 71: Análisis de carta de balance N4.



Fuente 71: Elaboración propia.

Para las actividades que forman parte del trabajo productivo contributivo y no contributivo se puede observar el análisis realizado en la ilustración 72 en donde por T1 correspondiente a un peón con un peso del 31% la actividad que más realizó durante la medición del rubro fue la excavación manual mientras que para T2 que corresponde también a un peón la actividad más realizada por este corresponde a la definida como esperas con una participación del 40% y por último para T3 definido como un operador la actividad que más se realizó durante la medición del rubro con un peso del 36% fue la excavación con retroexcavadora.

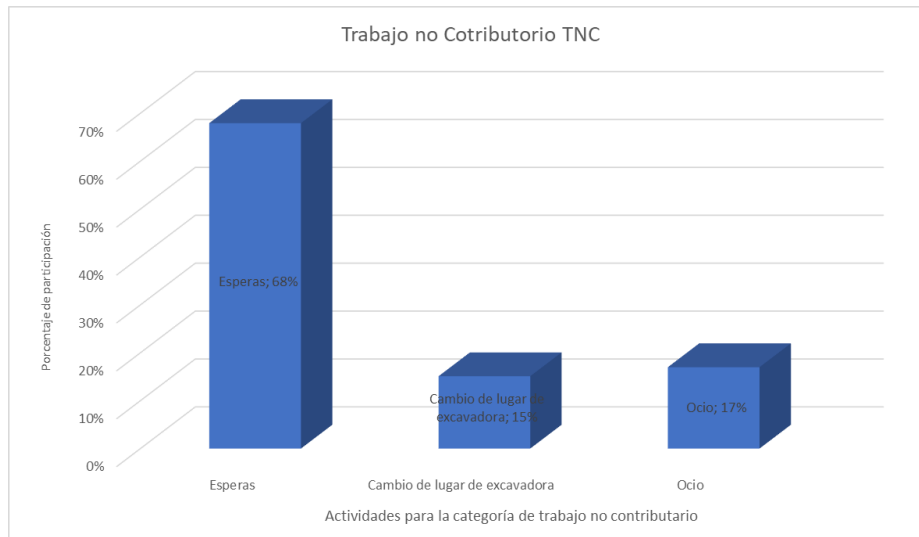
Ilustración 72: Análisis de carta de balance N4.



Fuente 72 propia.

También se realizó el análisis de las actividades que forman parte del trabajo no contributivo que se puede observar en la ilustración 73 en donde la actividad más realizada es las esperas con un peso del 68% seguida del ocio con un peso del 17% de participación en el trabajo no contributivo.

Ilustración 73: Trabajo no contributivo.



Fuente 73: Elaboración propia.

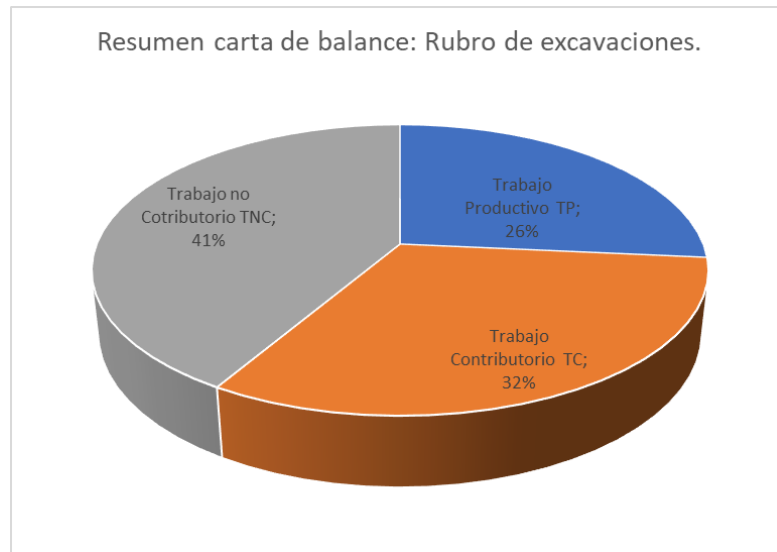
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N4 del rubro de excavaciones.

Para la medición realizada para la carta de balanza número 4 para lo cual se registró un volumen de excavación de 2.05 metros cúbicos en el cual corresponde a un rendimiento durante la duración de la medición de 0.0457 jornal/m³ que comparado con el rendimiento teórico de 0.07 jornal/m³ que corresponde a una disminución de 35 % en el costo que en términos económicos corresponde a \$ 1.08 dolares americanos.

Resumen carta de balance: Rubro de excavaciones.

En la ilustración 74 se presenta el promedio del análisis de las 4 cartas de balance realizadas durante toda la medición del rubro en donde el trabajo productivo presenta un peso en la participación del rubro del 26% mientras que para en trabajo contributivo tiene un peso del 32% en la participación del rubro y por último para el trabajo no contributivo tenemos un 41% de participación en el rubro durante las 4 cartas de balance realizadas.

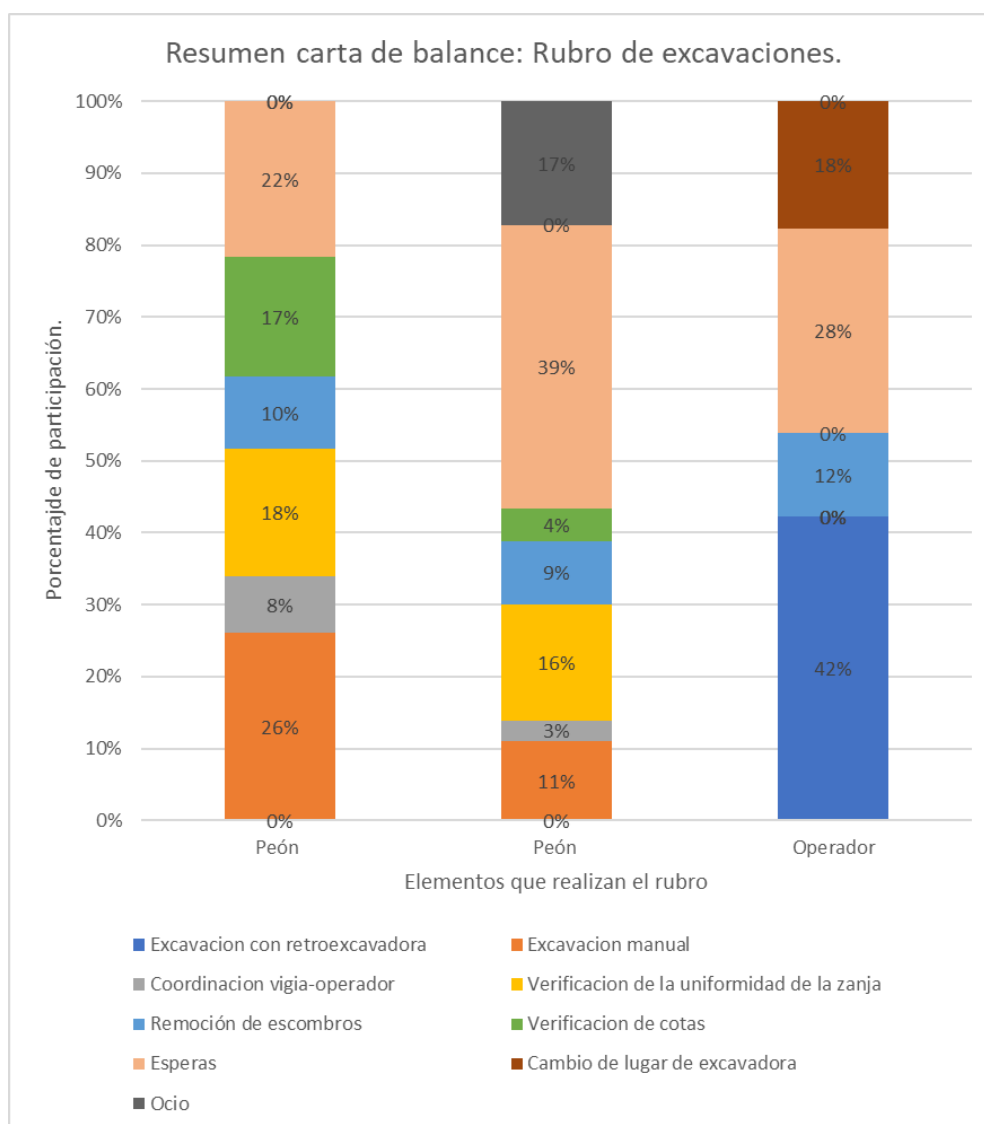
Ilustración 74: Resumen del análisis de carta de balance.



Fuente 74: Elaboración propia

También se realizó el análisis de las actividades que forman parte del trabajo productivo contributivo y no contributivo que se puede observar en la ilustración 75 en donde para T1 definido como un peón la actividad que más ha realizado durante las 4 cartas de balance realizadas fue la definida como excavación manual con un 26% de participación mientras que para T2 definido como un peón la actividad más realizada por este fue la definida como esperas con un 39% de participación y por último para T3 definido como un operador la actividad que más realizó durante las 4 cartas de balance fue la definida como excavación a máquina.

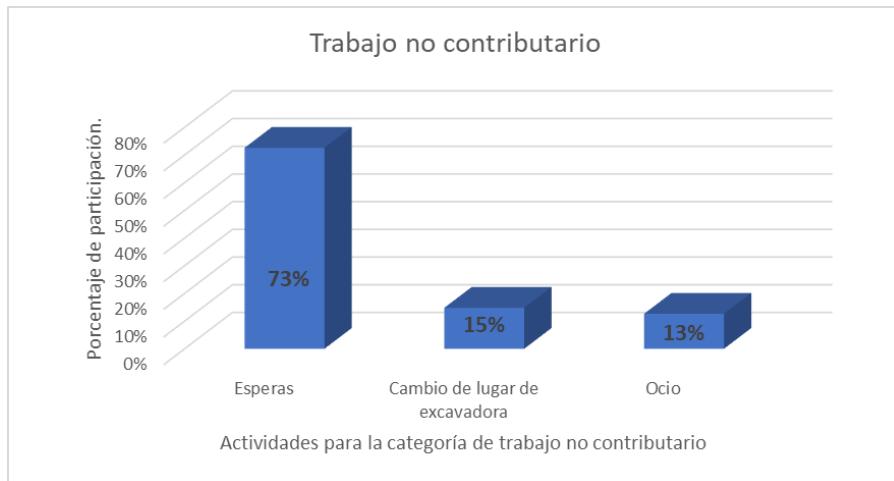
Ilustración 75: Resumen del análisis de carta de balance.



Fuente 75: Elaboración propia

En cuanto al trabajo no contributivo se presenta en la ilustración 76 el análisis promedio de las 4 cartas de balance realizadas de las actividades que formar parte de esta categoría en donde con un peso del 73% las esperas es la actividad más realizada por los trabajadores seguida del cambio de lugar de la maquina con un 15% y por último tenemos el ocio con un 13% de participación en el rubro.

Ilustración 76: Trabajo no contributivo.

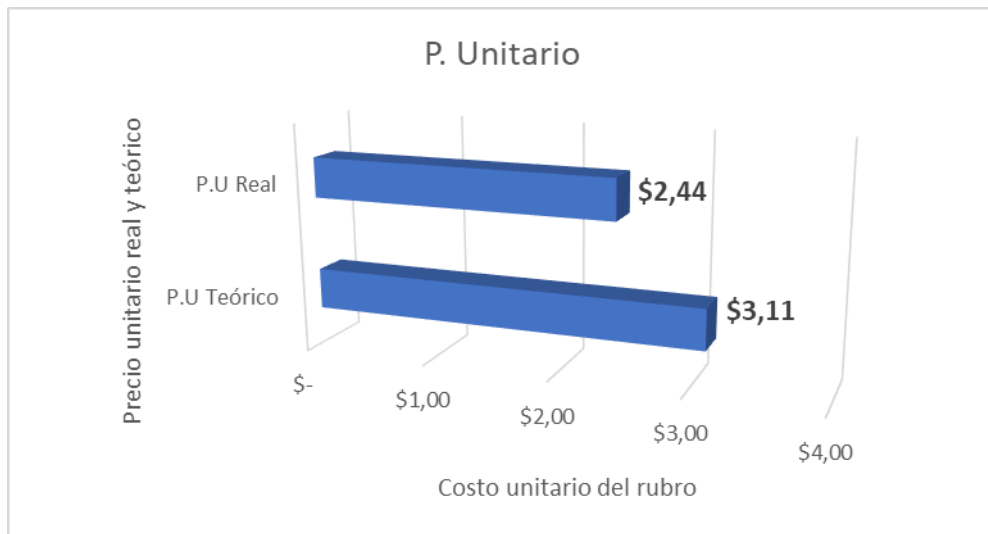


Fuente 76: Elaboración propia.

Rendimiento de la mano de obra para el rubro de excavaciones de las 4 cartas de balance.

Para las 4 cartas de balance realizadas se calculó el promedio de los rendimientos obtenidos que es de 0.055 Jornal/m³ que comparados al rendimiento teórico correspondiente a 0.07 Jornal/m³ que significa una ganancia o una reducción de costos del 22 % que corresponde a \$ 0.67 dólares de ahorro en la realización del rubro y conociendo la cantidad de obra a realizar que es de 30518,45 metros cúbicos de excavación para lo cual se tiene con el precio unitario real presentado en la ilustración 77 de \$ 2.44 corresponde a un ahorro de \$ 20447,36 dólares si se siguiera realizando con ese rendimiento el rubro de excavaciones.

Ilustración 77: Costo unitario para el rubro de excavación a máquina de zanjas de 0-2 metros.



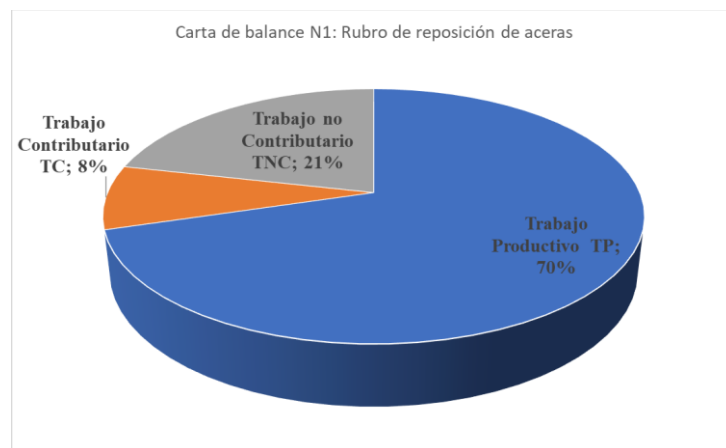
Fuente 77: Elaboración propia.

Reposición de aceras.

Carta de balance N1.

Para el análisis de la carta de balance número 1 en cuento al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 78 donde para el trabajo productivo tiene una participación en el rubro del 70% mientras que para el trabajo contributivo tiene un peso del 8% en la realización del rubro y por último para el trabajo no contributivo con un peso en la realización del rubro del 21%.

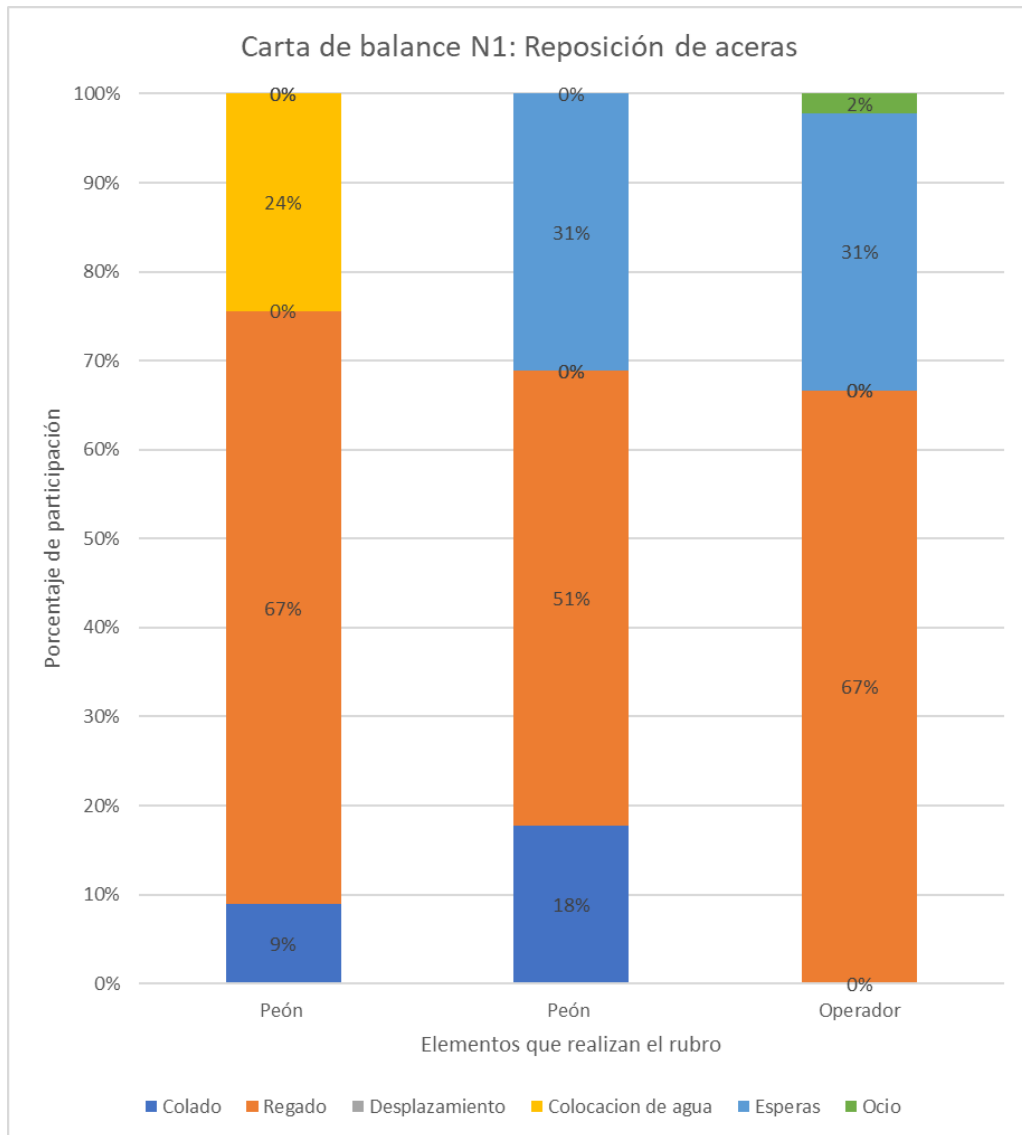
Ilustración 78: Análisis de carta de balance N1.



Fuente 78: Elaboración propia.

También se analizó las actividades que forman parte del trabajo productivo contributivo y no contributivo esto se puede observar en la ilustración 79 donde para T1 correspondiente a un peón la actividad que más ha realizado durante la medición es la definida como regado con un 67% de participación también para T2 correspondiente a un peón la actividad que más ha realizado es la del regado con un 51% de peso y por ultimo para T3 que es un operados la actividad que más se ha realizado es la de regado con un 67% de participación.

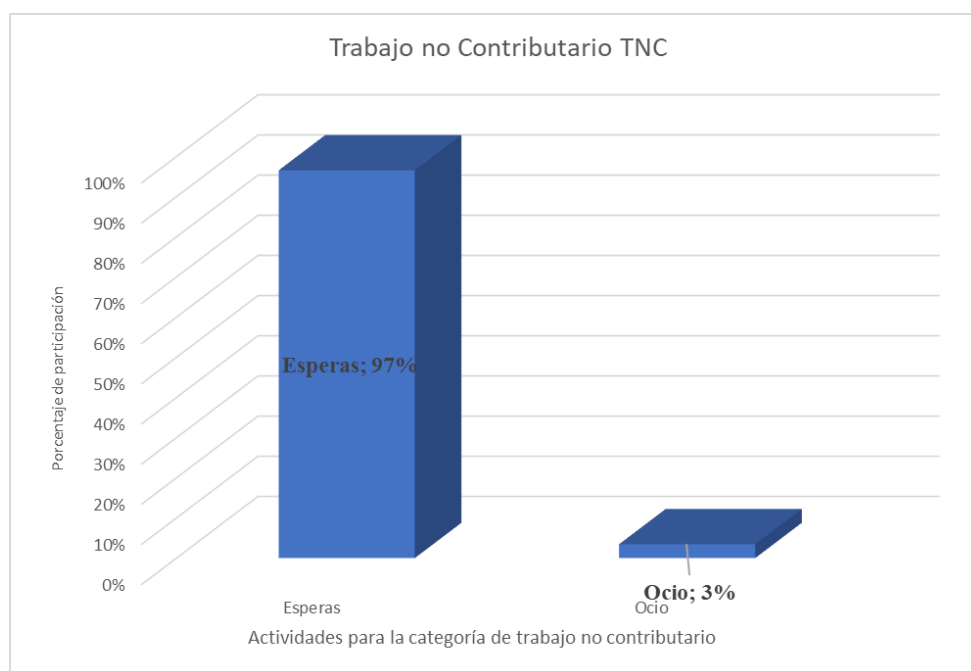
Ilustración 79: Análisis de carta de balance N1



Fuente 79: Elaboración propia.

También se analizó el trabajo no contributivo por separado debido a la importancia que tiene este para mejorar la productividad esto se muestra en la ilustración 80 donde las esperas son la actividad más recurrente con un 97% y le seguó el ocio con una participación del 3% en la realización del rubro durante la medición realizada para la carta de balance número 1.

Ilustración 80: Trabajo no contributivo.



Fuente 80: Elaboración propia.

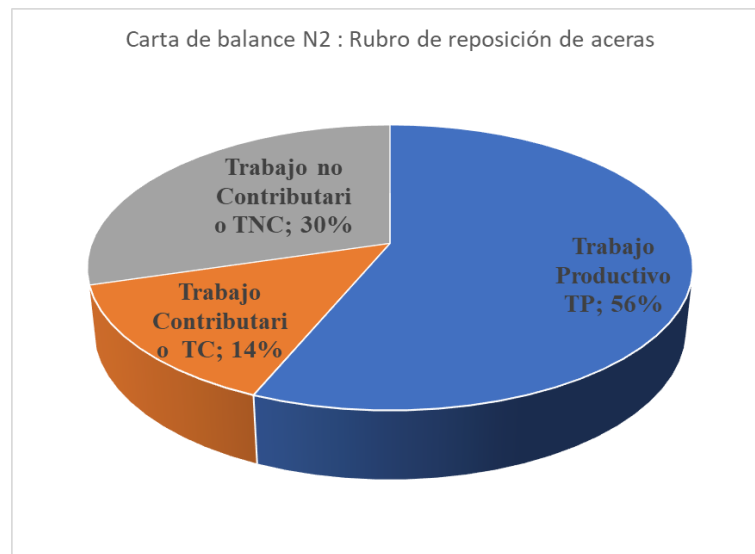
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N1 del rubro de reposición de acera.

Para el rubro de reposición de aceras el cálculo del rendimiento se ha determinado de forma especial debido a que el análisis de precios unitarios se tomó en cuenta más insumos para realizar el rubro mientras que en la realizada se toma en cuenta otra distribución de trabajadores para lo cual se tiene un rendimiento del 0.2 Jornal/m² que comparado con el rendimiento teórico de 0.07 Jornal/m² que correspondería a un ahorro de 8% que en términos económicos de \$ 1.06 dólares.

Carta de balance N2.

Para el análisis de la carta de balance número 2 en cuanto al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 81 que para el trabajo productivo se tiene un peso del 56% en la realización del rubro, en cuanto al trabajo contributivo se tiene un peso del 14% y finalmente para el trabajo no contributivo se tiene un peso del 30% en la realización del rubro esto para la carta de balance número 2.

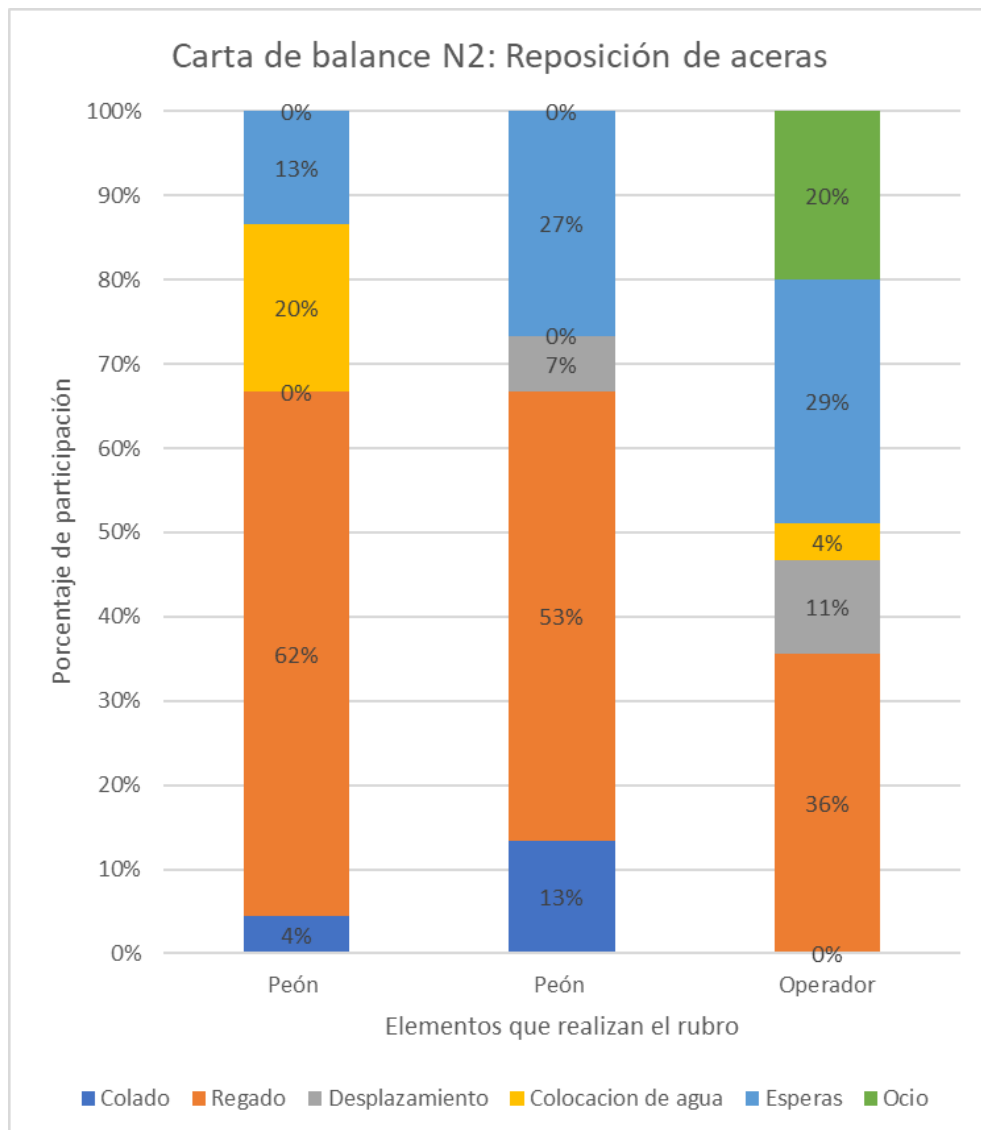
Ilustración 81: Análisis de carta de balance N2.



Fuente 81: Elaboración propia.

También se tiene las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo que se pueden observar en la ilustración 82 en donde para T1 que se define como un peón la actividad que más realizado durante la medición fue la denominada como regado con un 62% de peso, así también se tiene que para T2 correspondiente a un peón la actividad que ,as realizo durante la medición fue la denominada regado y finalmente para T3 la actividad que más realizado con un 36% fue también la denominada regado.

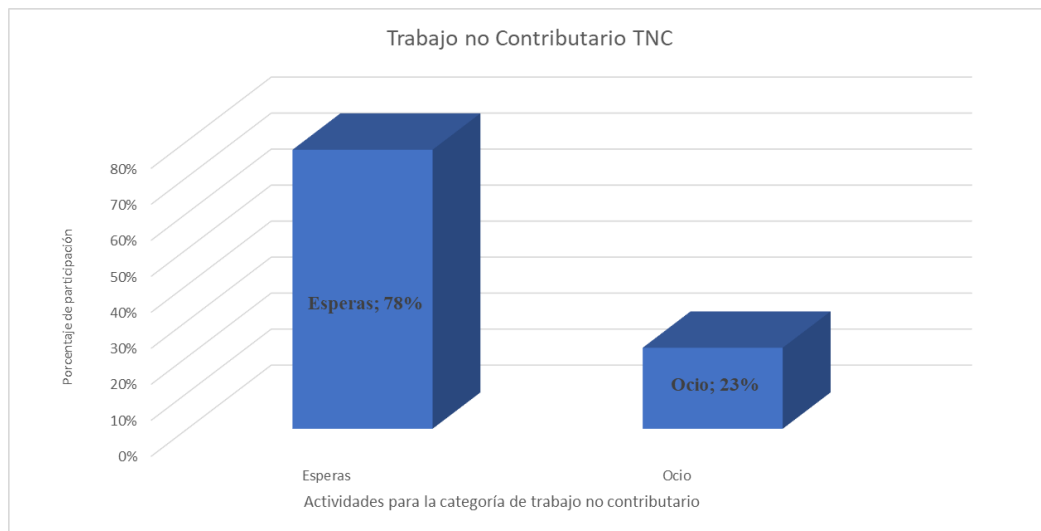
Ilustración 82: Análisis de carta de balance N2.



Fuente 82: Elaboración propia.

En cuanto al trabajo no contributivo se realizó un análisis aparte debido a su importancia que se presenta en la ilustración 83 en donde la actividad que más se realizó dentro de esta categoría fueron las esperas con un 70% y la siguió el ocio con un 23% de participación durante la recolección de los datos para esta carta de balance.

Ilustración 83: Trabajo no contributivo.



Fuente 83: Elaboración propia.

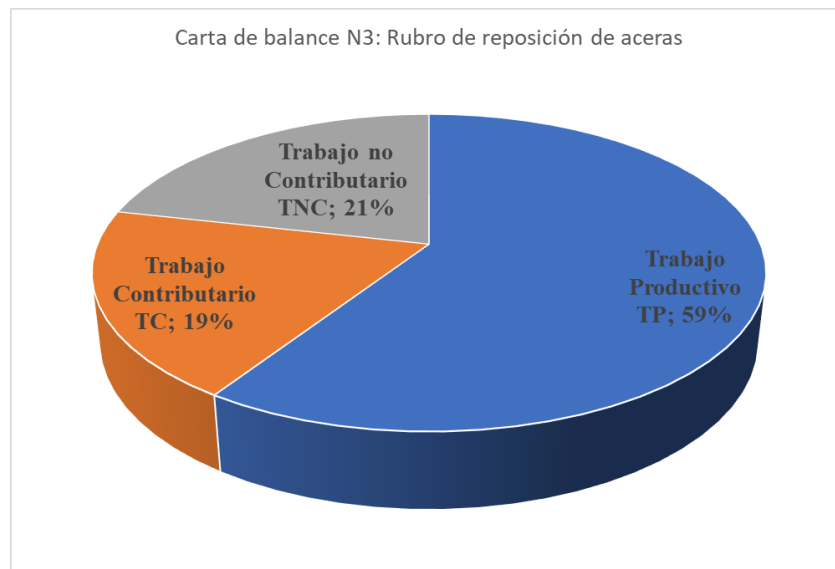
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N2 del rubro de reposición de acera.

Para la carta de balance número 2 se ha realizado 3.2 metros cuadrados para lo cual se tiene un rendimiento del 0.23 Jornal/m² que comparado con el rendimiento teórico de 0.07 Jornal/m² correspondiente a más trabajadores se tiene un ahorro del 4% y que correspondería a \$ 0.51 dólares de aumento para el rubro.

Carta de balance N3.

Para el análisis de la carta de balance número 3 en cuanto al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 84 que para el trabajo productivo se tiene una participación del 59% en la realización del rubro, en cuanto al trabajo contributivo con una participación del 19% y por último para el trabajo no contributivo con una participación del 21% en la realización del rubro durante el periodo de medición de este.

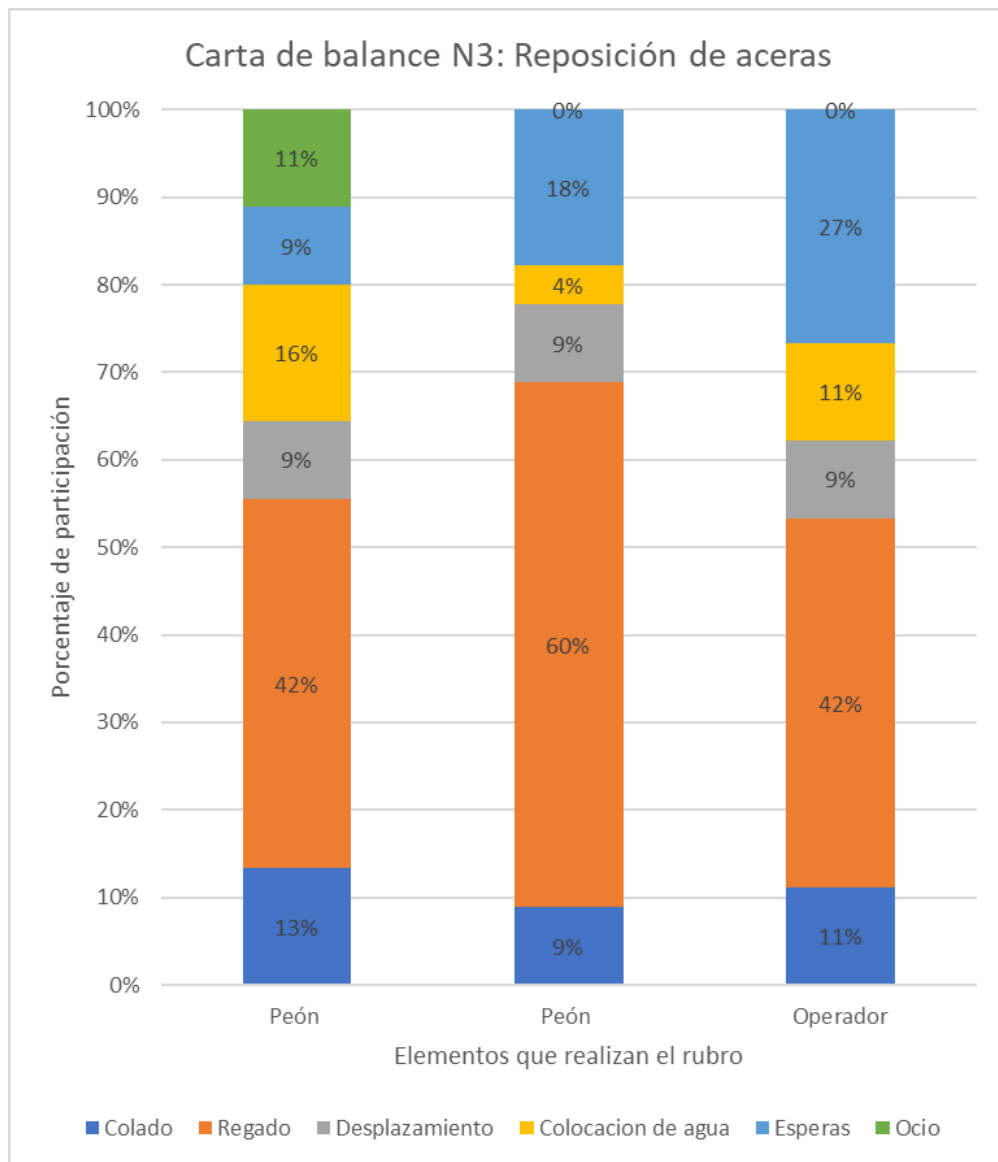
Ilustración 84: Análisis de carta de balance N3.



Fuente 84: Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo se tiene si análisis en la ilustración 85 en la que se muestra que para T1 correspondiente a un peón con un 42% de peso la actividad más realizada por este trabajador es la de regado del hormigón, en cuanto a T2 correspondiente a un peón de ilegal forma con un 60% la actividad más realizada es la definida como regado y para T3 correspondiente a un operador con un 42% la actividad más realizada por este es la de regado del hormigón esto durante el tiempo de medición del rubro.

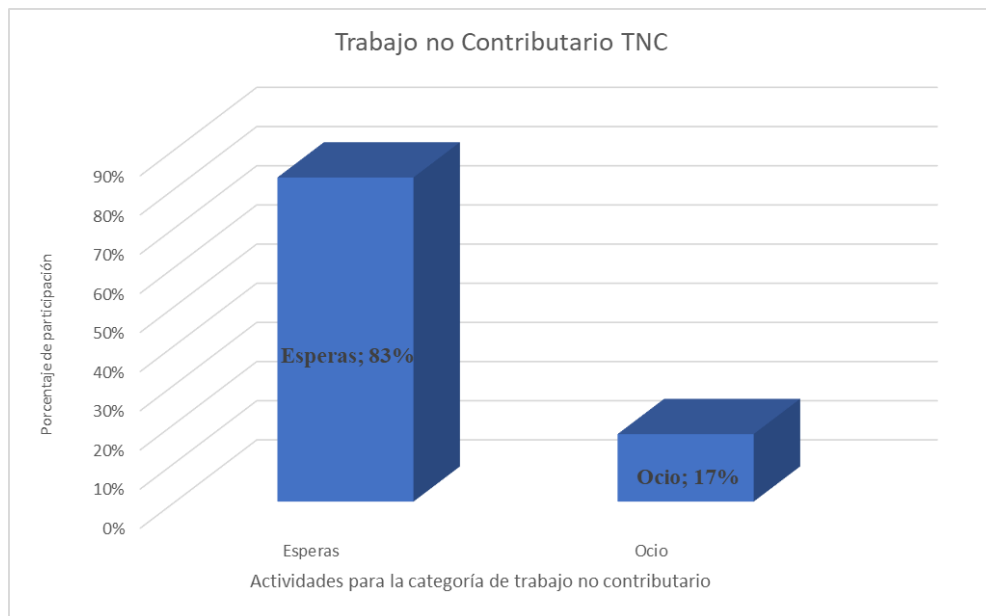
Ilustración 85: Análisis de carta de balance N3.



Fuente 85: Elaboración propia.

En cuanto al trabajo no contributivo se presenta la ilustración 86 en donde se puede observar que la actividad que más se realiza dentro de esta categoría es la de esperas con un porcentaje del 83 % seguida del ocio con un 17% de participación durante la medición para esta carta de balance.

Ilustración 86: Trabajo no contributivo.



Fuente 86: Elaboración propia.

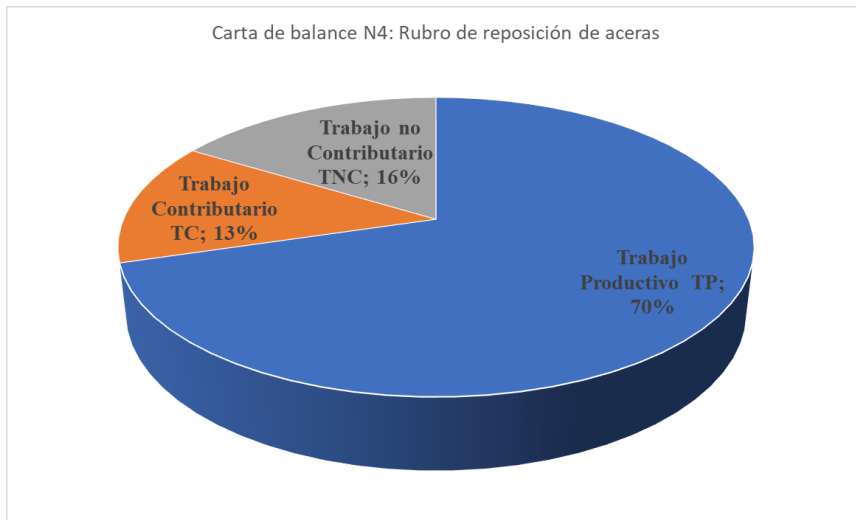
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N3 del rubro de reposición de acera.

Para la carta de balance número 3 del rubro de reposición de aceras se determinó una cantidad de obra realizada de 3.5 metros cuadrados en donde se obtiene un rendimiento de 0.214 Jornal/m² que comparado con el rendimiento teórico del rubro de 0.07 Jornal/m² presenta un ahorro del 6 % en el costo del rubro que económicamente correspondería a \$ 0.81 dólares en aumento para la realización del rubro.

Carta de balance N4.

Para el análisis de la carta de balance número 4 en cuanto al trabajo productivo, contributivo y no contributivo se puede observar en la ilustración 87 en donde para el trabajo productivo se tiene un peso del 70%, para el trabajo contributivo se tiene un peso del 13% y para el trabajo no contributivo se tiene un peso del 16% en la realización del rubro durante el periodo de medición para esta carta del balance.

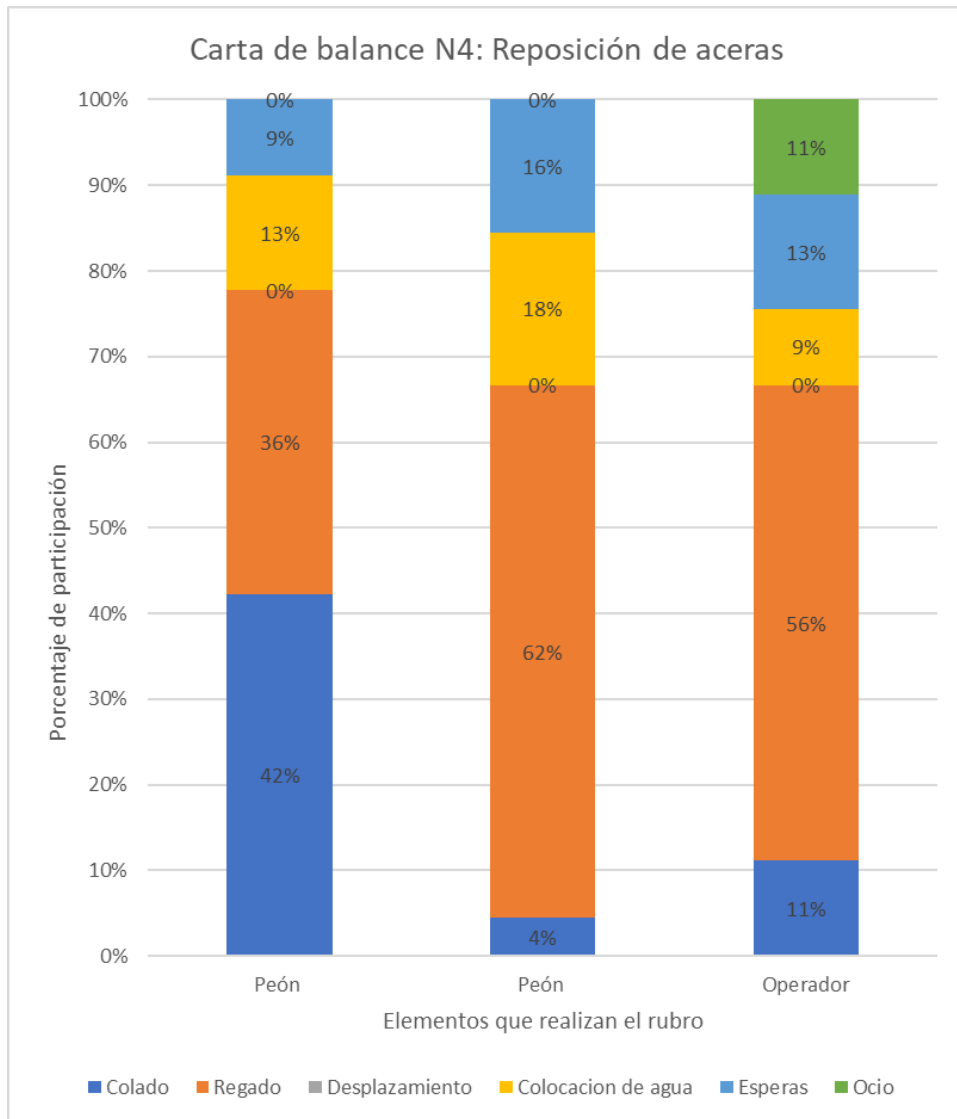
Ilustración 87. Análisis de carta de balance N4.



Fuente 87: Elaboración propia.

Para las actividades que forman parte del trabajo productivo contributivo y no contributivo se puede observar el análisis respectivo en la ilustración 88 en donde para T1 que corresponde a un peón la actividad que más ha realizado es la definida como colado con un 42% mientras que para T2 la actividad que más ha realizado es la de regado con un 62% y para T3 correspondiente a un operador la actividad que más se ha realizado es la denominada regado con un 56 % de participación durante el periodo de medición del rubro.

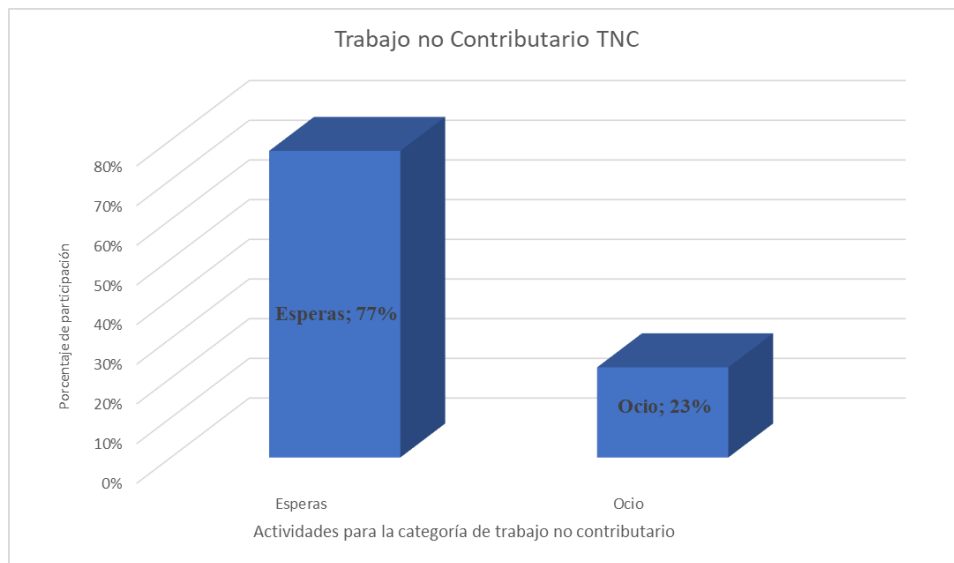
Ilustración 88: Análisis de carta de balance N4



Fuente 88: Elaboración propia.

También se realizó el análisis del trabajo no contributivo debido a su importancia en donde se puede observar en la ilustración 89 que la actividad más realizada dentro de esta categoría es la definida como esperas con un 77% de participación seguida del ocio con un 23% de participación durante el periodo de medición del rubro.

Ilustración 89: Trabajo no contributivo.



Fuente 89: Elaboración propia.

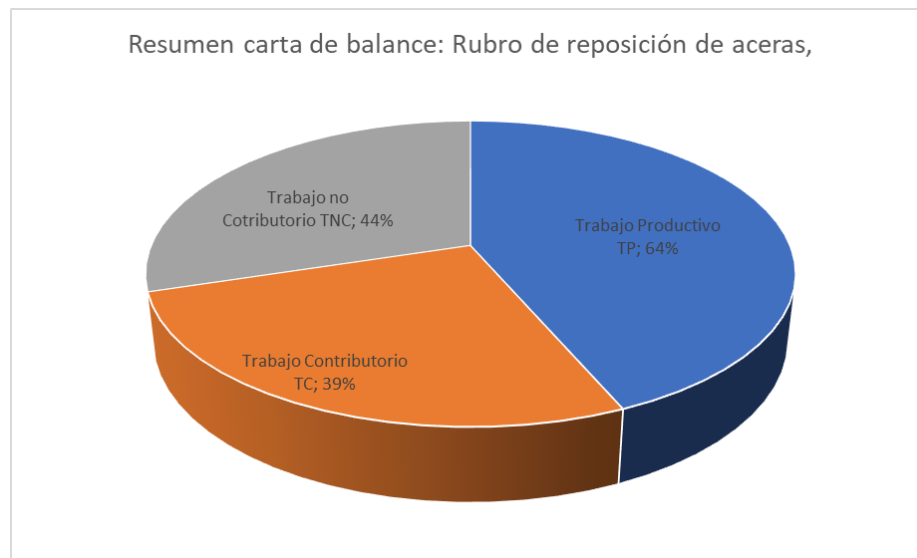
Rendimiento de la mano de obra para la carta de balance N2 del rubro de reposición de acera.

Para la carta de balance número 3 del rubro de reposición de aceras se determinó una cantidad de obra realizada de 4.6 metros cuadrados en donde se obtiene un rendimiento de 0.163 Jornal/m² que comparado con el rendimiento teórico del rubro de 0.07 Jornal/m² presenta una disminución del 12 % en el costo del rubro que económicamente correspondería a \$ 1.57 dólares en ahorro para la realización del rubro.

Resumen carta de balance. Rubro de reposición de acera.

En la ilustración 90 se presenta el análisis del rubro de reposición de acero con el promedio de las 4 cartas balances realizadas para lo cual el trabajo productivo tiene un peso del 64% el trabajo contributivo tiene un peso del 39% en la realización del rubro y por último el trabajo no contributivo tiene un peso del 44% en la realización del rubro esto en base a las 4 cartas de balance realizadas.

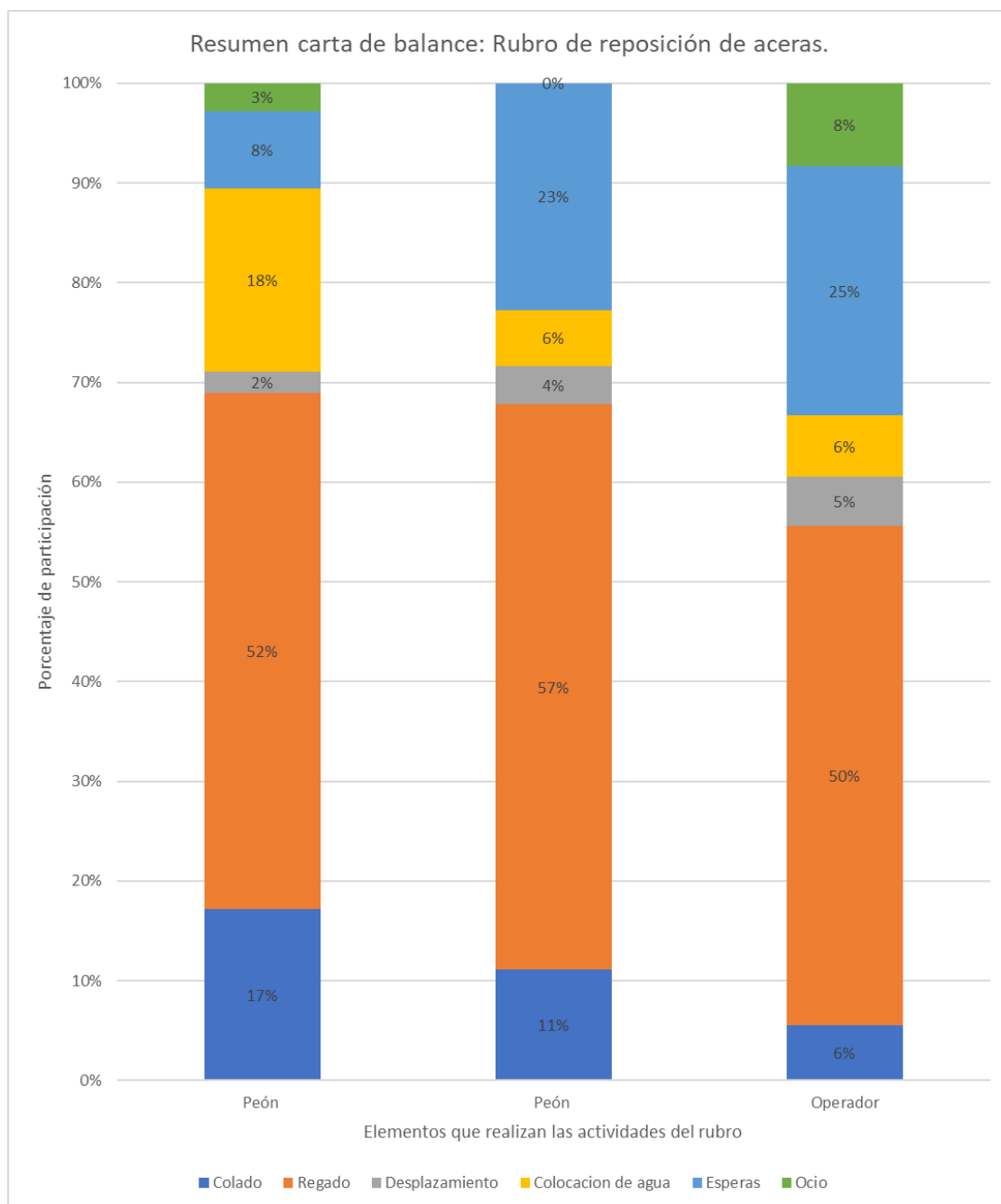
Ilustración 90: Resumen de carta de balance.



Fuente 90: Elaboración propia.

En cuanto a las actividades que forman parte del trabajo productivo, contributivo y no contributivo se presenta en la ilustración 91 el análisis realizado en base a las 4 cartas de balance en donde por T1 correspondiente a un peón la actividad más realizada por este fue la definida como regado del hormigón con un 52%, para T2 correspondiente a un peón la actividad más realizada por este con un 57% de participación es la de regado del hormigón y finalmente para T3 correspondiente a un operador la actividad más realizada por este con un 50% es también el regado del hormigón.

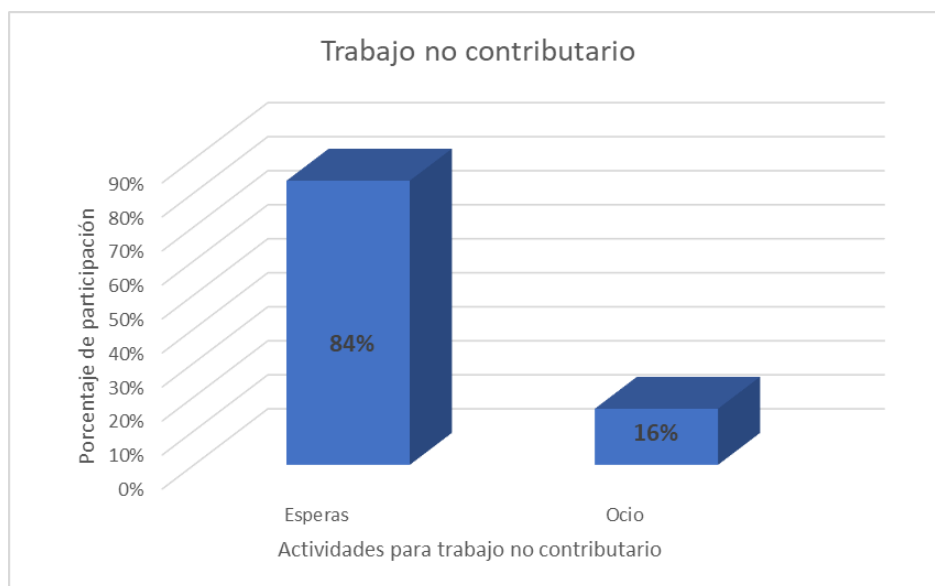
Ilustración 91: Resumen de carta de balance.



Fuente 91: Elaboración propia.

En cuanto al trabajo no contributivo que es una parte importante para el análisis de la productividad según el análisis que se puede observar en la ilustración 92 la actividad que más se realiza dentro de esta categoría es la de esperas con un 84% de participación surgida de un 16% perteneciente a la actividad denominada ocio.

Ilustración 92: Resumen de trabajo no contributivo.

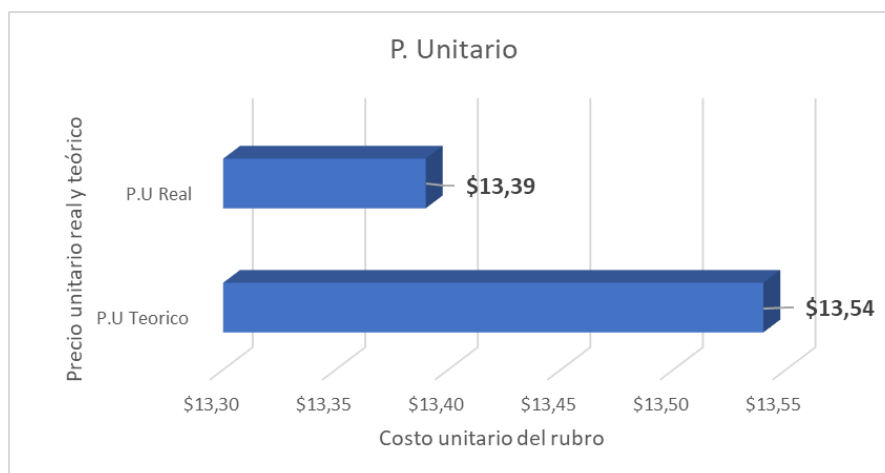


Fuente 92: Elaboración propia.

Rendimiento promedio para el rubro de reposición de aceras.

El rendimiento promedio de las 4 cartas de balance en donde se observa un rendimiento del 0.20 Jornal/m² para 3 personas que participaban directamente en la realización del rubro como se observó en campo y comparado con el rendimiento teórico del rubro de 0.07 Jornal /m² se tiene que el costo en el rubro disminuyó un 1% que en términos económicos corresponde a \$ 0.15 dólares de ahorro en la realización del rubro esto calculando con la cantidad de obra realizada de 42465,82 metros cuadrados de acera con el precio unitario mostrado en la ilustración 93 se obtiene una reducción del costo \$ 6369,87 dólares en la realización del rubro.

Ilustración 93: Precio unitario del rubro de reposición de aceras e=20 cm



Fuente 93: Elaboración propia.

4.2. Interpretación de datos

4.2.1 Entrevistas realizadas.

La entrevista realizada se puede observar que los rubros a los cuales el personal tenido del proyecto conformado por ingenieros civiles coincidió en que el rubro de instalación de tuberías, las excavaciones a máquina, la reposición de acera, desalojo del material y rellenos compactados generan mayormente perdidas en proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia.

Para el rubro de instalación de tuberías se puede interpretar que los técnicos del proyecto escogieron este rubro debido al costo que genera en el proyecto además de que estos mencionaron que muchas de las veces las tuberías sufren desperfectos en obra y se generan costos adicionales además de desperdician en el lugar del proyecto.

Para el rubro de excavaciones a máquina se puede deducir que los técnicos del proyecto tomaron esta elección debido a la no uniformidad del terreno y a el nivel freático que se presenta en la Parroquia Puerto Bolívar del cantón Machala y la reposición de acera que se tomó en cuenta para analizar según el criterio de los entrevistados esto consideran ellos que es uno de los 3 que generan más perdidas debido a la dificultad que se presenta y el corto tiempo que se requiere para realizar la colocación del hormigón en obra, en campo esto se lo mitigaba con el uso constante de agua para que el hormigón se pueda manejar de forma fácil.

4.2.2 Encuestas realizadas.

Para la segunda herramienta del Lean Construction la encuesta de detección de perdidas en donde se colocó algunas de las actividades que generan perdidas más representativas según esta filosofía para lo cual una de estas actividades que más tomaron en cuenta los técnicos es el tiempo de ocios de la mano de obra que según los ingenieros encuestados es un problema recurrente en los proyectos de alcantarillado sanitario muchas veces por la falta de control o supervisión de la mano de obra.

Otra de las actividades que los ingenieros encuestados resaltaron es el retraso de las actividades que en muchos casos al ser preguntados los ingenieros supieron conectar esta actividad con las paralizaciones realizadas en el proyecto por múltiples factores, lo cual hace pensar en una mala planificación del proyecto ya sea económico o técnico.

También del análisis de los resultados se determinó que los ingenieros piensan que una de las actividades que generan perdidas es la contratación de mano de obra sin experiencia

debido a que es muy barata y fácil de conseguir a diferencia de personal especializados que realice los trabajos esto también lo relacionaron con otra actividad que es la realización de trabajos nuevamente por la poca experiencia que tiene la mano de obra y que genera costos mayores al proyecto, sin embargo los ingenieros comentaron que se debe equilibrar la mano de obra sin experiencia y la con experiencia para obtener mejores resultados al momento de realizar un proyecto.

4.2.3 Carta de balance realizadas.

Instalación de tuberías D=200mm

Para el rubro de instalación de tuberías según el análisis de datos para las cartas de balance se determinó que el trabajo no contributivo es una de las categorías que más se realizan dentro de este rubro con un 32% de participación lo que significa que las actividades como esperas ocio y cambio de lugar de excavadora son dominantes, esto significa que el rubro no es eficiente en sus procesos y que se puede mejorar reduciendo estas actividades.

Una parte importante del análisis es que el maestro es la persona que más realiza actividades dentro del trabajo no contributivo seguido del plomero para lo cual se necesita que estas personas mejoren el rendimiento en obra se vio que estas personas son las que más realizan actividades denominadas como esperas no solo durante la realización de las mediciones.

De acuerdo con el rendimiento calculado que es un 11% menor al rendimiento teórico del rubro se presenta un aumento del costo unitario del rubro lo cual si la tendencia se mantiene al ser cantidades grandes de obra o de metros lineales de tubería generaría pérdidas considerables para el rubro por lo que se necesita herramientas rápidas que permitan revertir esta situación.

Cabe resaltar que en todas las mediciones realizadas se presentó aumento en el costo unitario del rubro y según el residente de obra encargado de la zona donde se realizaba esta actividad supo decir que ellos tenían que colocar o instalar 6 unidades de tuberías como mínimo al día para poder cumplir con los requisitos de la instalación sin embargo se pudo verificar que esto no es correcto y que se deberían instalar al menor 9 tuberías para que se generen ganancias en el rubro, esto se preguntó al residente de obra el cual supo decir que esto se realiza de esta forma debido a que se distribuían de acuerdo a la zona del proyecto aumentaban la capacidad de instalación de tuberías pero que siempre

iban a perder dinero sin embargo esto se compensaba con las ganancias de otros rubros del proyecto.

Excavación de zanja 0-2metros

Para el rubro de excavaciones de zanjas se realizaron 4 cartas de balance en donde el trabajo no contributivo fue el más realizado según el análisis de los datos lo que nos lleva a pensar que las actividades denominadas como esperas, cambio de lugar de la excavadora y ocio son las que con más frecuencia se poder observar en la realización del rubro, sin embargo no sucede igual que el rubro anterior de instalación de tuberías para el cual se determinó una pérdida para este caso aun cuando el trabajo no contributivo es mayor a él productivo y el contributivo por el rendimiento de este rubro de excavaciones se genera una ganancia de \$ 0.67 dólares en la realización del rubro.

Esto es muy interesante ya que aun con este aumento sabiendo que el trabajo no contributivo es elevado se puede optar por medidas que permitan la disminución de este trabajo y aumentar la productividad en el rubro, además esta disminución en el valor del rubro según el ingeniero encargado del proyecto mitiga de alguna manera la perdida que se pudo obtener en el rubro de instalación de tuberías, sin embargo a criterio personal consideró que realizar este tipo de acciones pone en riesgo la viabilidad del proyecto y sería mejor adecuar los rendimientos de la mano de obra para que no se generen perdidas como en el rubro de instalación de tuberías.

En cuanto a los trabajadores que realizan las actividades del rubro en el caso de las excavaciones se encontró algo interesante en donde un peón realiza mayor porcentaje de actividades de trabajo no contributivo mayormente esperas, esto se puede deducir que es producto del rango o peso dentro del proyecto ya que T1 correspondiente a otro peón tiene mayor rango y realiza más actividades mientras que T2 que es el otro peón realiza más actividades de espera, esto fue consultado con el residente de obra y supo decir que es normal que en las cuadrillas existan personas que realizan menos actividades o que no están atentas a la realización del rubro, por lo que estos cobrarán menor cantidad de dinero para compensar la realización del rubro no se vea afectada.

Reposición de aceras e=20cm

Para el rubro de reposición de aceras se determinó según el análisis de los datos recopilados en campo por las 4 cartas y balance realizadas que para este rubro en específico el trabajo productivo es el que más se realiza, esto tiene lógica debido a que

las actividades que realizan cada uno de los trabajadores no representa un impedimento para que otro trabajador realice otra actividad y además las actividades consideradas en el trabajo productivo que son muy importantes para la realización del rubro se realizan con mayor frecuencia que las del trabajo contributivo y estas actividades como el regado del hormigón que debido a la naturaleza propia del rubro se consideran que se realizan con mayor frecuencia.

En la realización de este rubro se definió tres trabajadores durante las mediciones que se realizaron al rubro, sin embargo esto se observó que era variable dependiendo la cantidad de trabajo que se esté realizando pero como anteriormente se dijo para una mejor coleccionan de datos se tomó las mediciones siempre que existiesen tres trabajadores realizando el rubro, para lo cual el trabajador T2 correspondiente a un peón registra en las 4 cartas de balance analizadas un mayor desempeño que los otros dos trabajadores que también corresponden a la categoría de peón, aquí una característica del rubro es que el rango o peso del trabajador no es muy notorio ya que los tres desempeñar sin restricciones el mismo proceso y las mismas actividades y el fin de esto es realizar de forma rápida el metro cuadrado de acera hasta completar toda el área a fundir.

Aunque el trabajo productivo sea muy representativo aún tenemos un porcentaje de trabajo no contributivo elevado que mayormente corresponde a la actividad de esperas producidas por la mano de obra que pueden ser analizadas para mejorar el rendimiento del rubro que según el análisis de los datos recopilados genero una disminución de \$ 0.15 dólares en la realización del rubro lo cual está muy cercano al costo teórico calculado esto nos dice que para este rubro el análisis realizada es correcto y que posiblemente se contara con ganancias al finalizar el rubro.

La carta de balance que mayor beneficio registro fue la numero 4 con \$ 1.57 dólares de ahorro lo cual es un monto muy importante y para esta carta de balance se tuvo un trabajo productivo del 70% y un trabajo no contributivo del 16 % muy acorde con el gran rendimiento que se presentó ese día de trabajo.

V. Conclusiones.

- Según el análisis realizado con la herramienta del Lean Construction llamada carta de balance se determinó que para el rubro de instalación de tuberías durante el periodo de medición del rubro se obtuvo una pérdida del 11% que en precio unitario del rubro correspondería a \$ 1.77 dólares de aumento en el costo que debido a la cantidad de obre que se debe realizar supone un aumento importante en el costo del rubro, es importante decir que este es el único rubro que presenta un aumento en el costo ya que la excavaciones y la reposición de aceras presentan una disminución en el costo, sin embargo esta disminución aun así no es suficiente para hacerle frente al sobre costo presentado en el rubro de instalación de tuberías, aunque consultado con el encargado de la obra supo expresar que otros rubros también presentan disminución de costos y con esto se puede hacerle frente al gran aumento del costo de la instalación de tuberías que se debió principalmente a un mal cálculo del rendimiento.
- Según la revisión literaria realizada se logró determinar la metodología realizada para este proyecto de titulación en base a un plan de mejoramiento para la productividad de la mano de obra en los proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial para lo cual se presentan diferentes herramientas para realizar un diagnóstico de la situación actual del proyecto y que en la actualidad se están estudiando como soluciones apuntando a una mejor gestión de proyectos de ingeniería para la construcción.
- Un aspecto importante que se tomó en cuenta en la recolección de los datos para las entrevistas, encuestas y cartas de balance realizadas fue la disponibilidad del tiempo y el sitio donde se realizan las mediciones para la carta de balance esto para no influir en el personal de la obra al momento de la recolección de los datos.
- Con el conocimiento adquirido por medio de las entrevistas, encuestas y carta de balance realizadas se puede plantear el Last Planner System como una herramienta que permita mejorar la productividad de la mano de obra en el proyecto de alcantarillado esto porque en algunas de las cuadrillas se observó que no se contaba con personal para el control de los trabajos lo que puede llevar a errores en la ejecución de los trabajos.
- En cuanto a la entrevista realizada a los profesionales de la obra se puede concluir que estos consideran a la instalación de tuberías como el rubro que más pérdidas

genera en el proyecto “Construcción del alcantarillado pluvial y sanitario de la parroquia Puerto Bolívar”, esto según los ingenieros consultado por un error en el cálculo del rendimiento para este rubro.

- En lo correspondiente a las pérdidas que según el Lean Construction se presentan frecuentemente en la industria de la construcción los encuestados consideraron que las actividades que más pérdidas generan en el proyecto es el ocio de la mano de obra especializada que para este caso corresponde a los obreros maestros plomeros entre otros que han realizado los rubros analizado, seguido del retraso de las actividades que según el criterios del personal técnico estaría muy ligado a las paralizaciones que se han su citado por falta de pago de la empresa contratante.
- En cuanto a el ocio de la mano de obra especializada resultado de la encuesta realizada a los profesionales del proyecto comparado con el análisis realizado para todas las cartas de balance realizadas se puede concluir que el personal técnico define a la actividad denominada como esperas en la carta de balance igual que el ocio de la mano de obra especializada ya que son actividades que pueden confundirse fácilmente, sin embargo su definición es distinta ya que esperas se define como una tiempo no productivo no intencionado por parte del trabajador si no debido a la secuencialidad de las actividades realizadas y por lo contrario ocio de la mano de obra especializada correspondería a actividades voluntarias de los trabajadores que realizan que generan tiempos improductivos y que además no están ligadas al trabajo realizado.
- Las herramientas que se han planteado en este proyecto de titulación son innovadoras que corresponden a una fase de diagnóstico de proyectos de ingeniería que son fácilmente aplicables y que no necesitan tiempos extensos de análisis y pretenden ayudar a los ingenieros y demás personal a mejorar la productividad de los proyectos esto debido a la poca disponibilidad de recursos existente hoy en día y así que las empresas sean más competitivas con una mejor relación costo beneficio para la sociedad.

VI. Recomendaciones.

- Mejorar la comunicación entre la empresa de agua potable y alcantarillado sanitario de la ciudad de Machala ya que debido a la falta de este recurso se han producido muchos inconvenientes en el proyecto como paralizaciones y también rotura de tuberías de agua potable esto debido a que la empresa no proporcionaba datos confiables de donde se encontraban estas tuberías, este problema generaba retrasos e inclusive no se destinaba todo el día para realizar reparaciones que se pudieron evitar estos inconvenientes que encarecen el proyecto.
- La capacitación de los obreros también sería viable para que se conozca el rol de cada uno de ellos ya que en muchos casos se contrataba mano de obra no especializada para bajar costos de producción sin embargo esto se transformaba en mayor tiempo de ejecución, los que se puede mejorar con capacitaciones constantes al personal.
- Controlar el avance de la obra a corto plazo ya que en muchos casos no se podía ejecutar o avanzar en la obra por problemas de logística y por roturas de tuberías para lo cual realizar un control a corto plazo ayudaría a modificar o mitigar estos retrasos de actividad realizada.
- Un aspecto importante que se comentaba en el proyecto es la motivación que tienen los obreros al momento de realizar las actividades ya que en muchos casos solo se premiaba al maestro de la obra y no a los obreros por realizar las actividades lo cual disminuía la motivación de estos para realizar las actividades.
- Dialogar con las personas involucradas en el proyecto para socializar medidas de diagnóstico y herramientas para mejorar la eficiencia en proyecto de construcción civil, esto para que comprendan la necesidad de introducir mejoras al proceso que se está realizando sin ningún inconveniente.

VII. Referencias bibliográficas.

- Abu Aisheh, Y. I., Tayeh, B. A., Alaloul, W. S., & Almalki, A. (2022). Health and safety improvement in Construction projects: a lean Construction approach. *International Journal of Occupational Safety and Ergonomics*, 28(4), 1981–1993. <https://doi.org/10.1080/10803548.2021.1942648>
- ALMATHAMI, K., COFFEY, V., & TRIGUNARSYAH3, B. (2020). PRODUCTIVITY IN CONSTRUCTION INDUSTRY. *Proceedings of International Structural Engineering and Construction*. [http://dx.doi.org/10.14455/ISEC.res.2020.7\(1\).CON-20](http://dx.doi.org/10.14455/ISEC.res.2020.7(1).CON-20)
- Almendariz Rodríguez. (2022). Aplicación de la filosofía LEAN CONSTRUCTION para el cálculo de pérdidas por fuga económica en mano de obra previa a la construcción de una vivienda. *Pro Sciences: Revista de Producción, Ciencias e Investigación*, 223–232. <https://doi.org/https://doi.org/10.29018/issn.2588-1000vol6iss45.2022pp223-232>
- Arden, S., & Jawitz, J. W. (2019). The evolution of urban water systems: societal needs, institutional complexities, and resource costs. *Urban Water Journal*, 16(2), 92–102. <https://doi.org/10.1080/1573062X.2019.1634109>
- Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2021). Development of Lean Approaching Sustainability Tools (LAST) Matrix for Achieving Integrated Lean and Sustainable Construction. *Construction Economics and Building*. <https://doi.org/https://doi.org/10.5130/AJCEB.v21i3.7653>
- Briñez, M., & Penagos, M. (2021). La Sostenibilidad como Estrategia Competitiva en empresas del sector Construcción del Departamento de Antioquia - Colombia. *Telos Revista de Estudios Interdisciplinarios En Ciencias Sociales*, 23(2), 325–346. <https://doi.org/10.36390/telos232.08>
- Cavalcante Danilo, Emerenciano Fernando, & Barros José Paula. (2019). Lean and green: the contribution of Lean production and environmental management to the waste reduction. *Revista de Administração Da Universidade Federal de Santa Maria*, 365–383. <https://doi.org/https://doi.org/10.5902/1983465921750>
- Chamikara, P. B. S., Perera, B. A. K. S., & Rodrigo, M. N. N. (2020). Competencies of the quantity surveyor in performing for sustainable construction. *International*

- Journal of Construction Management*, 20(3), 237–251.
<https://doi.org/10.1080/15623599.2018.1484848>
- Córdova, J., & Alberto, C. (2018). Medición de la eficiencia en la industria de la construcción y su relación con el capital de trabajo Measurement of efficiency in the Construction industry and its relationship with working capital. *Revista de Ingeniería de Construcción*, 69–82. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732018000100069>
- De Marco, A., & Karzouna, A. (2018). Assessing the benefits of the integrated project delivery method: A survey of expert opinions. *Procedia Computer Science*, 138, 823–828. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.procs.2018.10.107>
- Dixit, S., Mandal, S. N., Thanikal, J. V., & Saurabh, K. (2019). Study of Significant Factors Affecting Construction Productivity Using Relative Importance Index in Indian Construction Industry. *E3S Web of Conferences*, 140. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/201914009010>
- Fardhosseini, M. S., Soltaninejad, M., Karji, A., Ghorbani, Z., & Ghanadiouf, O. (2021). Qualitative Evaluation of 5S Application Considering the Experience of Electrical Construction Experts. *American Journal of Applied Sciences*, 18(1), 51–60. <https://doi.org/https://doi.org/10.3844/ajassp.2021.51.60>
- Gaete, J., Villarroel, R., Figueroa, I., Cornide-Reyes, H., & Muñoz, R. (2021). Enfoque de aplicación ágil con Scrum, Lean y Kanban Agile application approach with Scrum, Lean and Kanban. *Revista Chilena de Ingeniería*, 29(1), 141–157. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.4067/S0718-33052021000100141>
- Garcés, G., & Peña, C. (2023). A Review on Lean Construction for Construction Project Management. *Revista Ingeniería de Construcción*, 38(1), 43–60. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.7764/ric.00051.21>
- Ghosh, S., & Burghart, J. (2019). Lean Construction: Experience of US Contractors. *International Journal of Construction Education and Research*. <https://doi.org/10.1080/15578771.2019.1696902>
- Giménez, Z., Herrera, R. F., & Sánchez, O. (2023). Value generation analysis within the design process of Construction projects in Chile. *Ain Shams Engineering Journal*, 102332. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2023.102332>

- Gómez, G., Del toro, H., & López, A. (2019). Vista de Mejora en la construcción por medio de lean Construction y building information modeling: caso estudio. *Revista de Investigación y Tecnología de La Información*. <https://doi.org/https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Hoyos, M. F., & Botero, L. F. (2018). Evolution and global impact of the Last Planner System: a literature review. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(1), 187–214. <https://doi.org/10.14482/inde.36.1.10946>.
- Khaertdinova, A., Maliashova, A., & Gadelshina, S. (2021). Economic development of the Construction industry as a basis for sustainable development of the country. *E3S Web of Conferences*, 274. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202127410021>
- Madeleyne Calderón Rivera. (2020). *Calderon - Implementación de metodologías de construcción Lean en proyectos de edificación en el ...* Escuela Técnica Superior Ingeniería de Edificación.
- Maskuriy, R., Selamat, A., Maresova, P., Krejcar, O., & David, O. O. (2019). Industry 4.0 for the Construction industry: Review of management perspective. In *Economies* (Vol. 7, Issue 3). MDPI Multidisciplinary Digital Publishing Institute. <https://doi.org/10.3390/economies7030068>
- Mendoza, J. (2020). Realidad y expectativa sobre la construcción sostenible en Ecuador. *Revista San Gregorio*. <https://doi.org/10.36097/rsan.v1i43.1116>
- Percy Flores. (2020). La construcción sostenible en Latinoamérica. *Revista de Arquitectura de La Ciudad de Lima*. <https://doi.org/https://doi.org/10.26439/lima2021.n007.5183>
- Pereira, F., Farias, T., Fireman, M., Etges, B., & Lopes, L. (2022). Collaborative Method for Training and Implementing the Line of Balance. *Proc. 30th Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC)*, 259–270. <https://doi.org/https://doi.org/10.24928/2022/0218>
- Pinilla-Rodríguez, D. E., & Torres-Sánchez, Y. A. (2019). Public social expenditure, access to drinking water and sanitation for rural populations in Latin America. *Problemas Del Desarrollo*, 50(196), 55–81. <https://doi.org/https://doi.org/10.22201/iiiec.20078951e.2019.196.63499>

- Ramprasad, ;, Dave, Bhargav2, ;, Zilliacus, ;, & Patel. (2023). Sustainability in Construction Projects: Setting and measuring impacts. *The International Association for Automation and Robotics in Construction*, 722–729. <https://doi.org/https://doi.org/10.22260/ISARC2023/0100>
- Rodríguez, C., Gilbert, A., Buri, J., & Escobar-Segovia, K. (2019). Operational losses in urbanization construction: Causes and Solutions Analysis using the philosophy of Lean Construction. *Proceedings of the LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education and Technology*, 2019-July. <https://doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.67>
- Rojas López, M. D., Henao Grajales, M., & Valencia Corrales, M. E. (2017). Lean Construction – LC bajo pensamiento Lean. *Revista Ingenierías Universidad de Medellín*, 16(30), 115–128. <https://doi.org/10.22395/rium.v16n30a6>
- Sarmiento Castillo, G. del P., & Hernández Ocampo, S. E. (2021). RECESIÓN ECONÓMICA E IMPACTO EN LA RENTABILIDAD DE LA INDUSTRIA DE LA CONSTRUCCIÓN, ECUADOR 2019 – 2020: EL COVID-19, UN CISNE NEGRO. *Revista Enfoques*, 5(19), 201–213. <https://doi.org/10.33996/revistaenfoques.v5i19.116>
- Sarmiento Rojas, J. A., & Rincón-González, C. (2020). ANALYSIS OF THE IMPACT OF THE CONSTRUCTION SECTOR ON THE COLOMBIAN ECONOMY. *Tecnura*, 560–572. <https://doi.org/https://doi.org/10.14483/22487638.16194>
- Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of lean Construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal*, 11(2), 465–471. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Taufik, L., Dwi, W., & dan Pingit, A. (2018). PRODUCTIVITY OF CONSTRUCTION PROJECT FROM CONTRACTOR POINT OF VIEW. *International Journal of Engineering Technologies and Management Research*. <https://doi.org/https://doi.org/10.29121/ijetmr.v5.i12.2018.334>
- Uddin, M. M. (2020). Lean Construction quality assurance opportunities in highway construction. *IGLC 28 - 28th Annual Conference of the International Group for Lean Construction 2020*, 553–564. <https://doi.org/https://doi.org/10.24928/2020/0013>

Watfa, M., & Sawalha, M. (2021). Critical Success Factors for Lean Construction: An Empirical Study in the UAE. *Lean Construction Journal*, 2021, 1–17.
<https://doi.org/https://doi.org/10.3390/buildings13061406>

VIII. Anexos.

Anexo A.

Encuestas y entrevistas realizadas

Encuesta de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte

Entrevista

Nombre:	Ing. Civil Mary Ventimilla
Cargo:	
Fecha:	06- septiembre del 2023

1A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Que son muy comunes y deben ser resueltos al instante para que no se produzcan atrasos y se debe prever estos problemas antes de modo.

2A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca las pérdidas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Es muy variable sin embargo se puede trabajar con algunos riesgos y a la experiencia del ingeniero encargado de realizar este trabajo

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas en los proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial?

- Instalación de tuberías
- Enterrados.
- Rotación de arena.
- Desalojos
- Excavaciones

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Debido a lo observado en las obras, ya que estos problemas son recurrentes

Segunda parte:

Encuesta.

II De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de alcantarillado sanitario y lluvia		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	X
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3	Movimiento innecesario de personal	X
4	Trabajo innecesario o inventado	X
5	Demasiado personal para la actividad realizada	X
6	Accidentes	X
7	Mano de obra sin experiencia	X
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	X
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	X
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	X
21	Pérdida de adaptación a cambios	
22	Pérdida de continuidad operacional	X
23	Retraso de actividades	X
24	Paralizaciones	X
25	Operaciones lentas	X
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Pérdida de horas maquina	X
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	X
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	X
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	X
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	X
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	

Encuesta de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Iny. Civil.
Cargo:	Residente de obra
Fecha:	29 agosto del 2023

1A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Siempre que se pueda resolver de forma rápida no tendría problemas, sin embargo muchas ocasiones esto no es así y se debe realizar correcciones que pueden durar mucho tiempo

2A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca las pérdidas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Es complicado acceder en el rendimiento ya que muchas veces la mano de obra no es especializada lo que genera menores rendimientos de lo previstos

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas en los proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial?

- Relleno compactado.
- Desdoblaje de material
- Excavaciones
- Instalación de tuberías
- Reposición de geotextil.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Debido a lo observado en el proyecto de alcantarillado sanitario que se está realizando.

Segunda parte:

Encuesta.

II De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de alcantarillado sanitario y pluvia.		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	X
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	X
7	Mano de obra sin experiencia	
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	X
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	X
25	Operaciones lentas	X
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	X
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	X
32	Trabajos realizados nuevamente	X
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papelco redundante o excesivo	X
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	X
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	

Encuesta de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Ing. Ciril. Jonny
Cargo:	Residente de obra.
Fecha:	28 Agosto del 2023.

1A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Se presentan frecuentemente este tipo de problemas y se los debe resolver de forma rápida para que no se generen atrasos en la obra.

2A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca las pérdidas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Es muy difícil estimar de forma correcta los rendimientos que se pueden llegar a tener en los proyectos de alcantarillado y a que es muy variable todo.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas en los proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial?

- Excavaciones
- Instalación de tuberías.
- Reposición de aceros
- Desollos
- Potota de pavimento

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Se tomo estas rubros debido a los problemas que han generado estos a el proyecto.

Segunda parte:

Encuesta.

II De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de alcantarillado sanitario y pluvia		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	X
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	X
4	Trabajo innecesario o inventado	X
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	X
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	X
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	X
25	Operaciones lentas	X
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	
29	Multas	X
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	X
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	X
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	

Encuesta de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Ing. Angel Espinos
Cargo:	
Fecha:	07 / septiembre del 2023

1A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

Pues es muy común en contra, problemas en el diseño y si no se tiene cuidado puede generar muchos inconvenientes al momento de realizar los rubros.

2A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca las pérdidas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

La experiencia ayuda mucho en estos casos y a que nos permite conocer que rendimiento se debe poner a cada actividad.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas en los proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial?

- Instalación de tuberías
- Cojos de H.A.
- Entubados
- Colchon de arena
- Reparación de juntas.

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Debido a los problemas que se han generado en el proyecto se escogió estos rubros.

Segunda parte.

Encuesta.

II. De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de alcantarillado sanitario y pluvia

	Más frecuentes
1 Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	
2 Tiempo de ocio de los ayudantes	X
3 Movimiento innecesario de personal	
4 Trabajo innecesario o inventado	
5 Demasiado personal para la actividad realizada	X
6 Accidentes	
7 Mano de obra sin experiencia	
8 Consumo y pérdida excesiva de material	
9 Sobrantes de material	
10 Robo de materiales	
11 Daño de materiales por el transporte	
12 Deterioro del material en la bodega	
13 Reparación de Materiales	X
14 Uso de material no especificado	X
15 Exceso de inventario	X
16 Poco espacio en la bodega	
17 Manipulación excesiva del material	
18 Movimientos innecesarios del material	X
19 Errores en el Transporte del material	
20 Entregas sobredimensionadas	
21 Pérdida de adaptación a cambios	
22 Pérdida de continuidad operacional	
23 Retraso de actividades	X
24 Paralizaciones	
25 Operaciones lentas	X
26 Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27 Pérdida de horas maquina	X
28 Equipos innecesarios	
29 Multas	
30 Inversiones innecesarias en instalaciones	
31 Defectos	X
32 Trabajos realizados nuevamente	
33 Reparaciones	
34 Variabilidad de resultados	
35 Supervisión redundante	
36 Papeleo redundante o excesivo	X
37 Confusión	
38 Necesidad de aseo continua	
39 Falta de información	
40 Obstrucciones	
41 Otras (especifique)	

Encuesta de detección de pérdidas en Obra.

Primera parte:

Entrevista

Nombre:	Ing. Jimmy Moas.
Cargo:	Residente de obra.
Fecha:	25 / Septiembre / 2023

1A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca de los problemas generados por el diseño al momento de la ejecución de los rubros?

De acuerdo con la respuesta del entrevistado, opina que en muchos casos se da que se debe realizar correcciones en la obra por culpa del mal diseño. lo que afecta a la productividad.

2A. ¿En proyectos de alcantarillado sanitario y pluvia usted que opina acerca las pérdidas generadas por concepto de estimaciones erróneas de rendimiento en equipos y mano de obra en los análisis de precios unitarios?

Cuando no se realiza un buen análisis de rendimientos en lo que es la mano de obra se pueden perder recursos importantes al momento de la ejecución del proyecto.

3A. ¿Cuáles son los 5 rubros que usted considera que generan más contratiempos y pérdidas en los proyectos de alcantarillado sanitario y pluvial?

- Instalación de tuberías.
- Reparación de ceros
- Excavaciones
- Rellenos con material de mejoramiento
- Movimiento de material (resolvo)

4A. ¿Cuáles son las razones de escoger los rubros antes mencionados?

Se escogió estos en base a las experiencias obtenidas en este proyecto de alcantarillado sanitario y pluvial

Segunda parte

Encuesta.

II De la siguiente lista, marque las 10 pérdidas que a su parecer son más frecuentes en la ejecución de un Proyecto típico de alcantarillado sanitario y pluvia		Más frecuentes
1	Tiempos de Ocio de mano de obra Especializada	X
2	Tiempo de ocio de los ayudantes	
3	Movimiento innecesario de personal	X
4	Trabajo innecesario o inventado	
5	Demasiado personal para la actividad realizada	
6	Accidentes	
7	Mano de obra sin experiencia	X
8	Consumo y pérdida excesiva de material	
9	Sobrantes de material	
10	Robo de materiales	
11	Daño de materiales por el transporte	
12	Deterioro del material en la bodega	X
13	Reparación de Materiales	
14	Uso de material no especificado	
15	Exceso de inventario	
16	Poco espacio en la bodega	
17	Manipulación excesiva del material	
18	Movimientos innecesarios del material	
19	Errores en el Transporte del material	
20	Entregas sobredimensionadas	
21	Perdida de adaptación a cambios	X
22	Perdida de continuidad operacional	
23	Retraso de actividades	
24	Paralizaciones	X
25	Operaciones lentas	X
26	Desgaste anormal de equipo o herramientas	
27	Perdida de horas maquina	
28	Equipos innecesarios	X
29	Multas	
30	Inversiones innecesarias en instalaciones	X
31	Defectos	
32	Trabajos realizados nuevamente	
33	Reparaciones	
34	Variabilidad de resultados	
35	Supervisión redundante	
36	Papeleo redundante o excesivo	
37	Confusión	
38	Necesidad de aseo continua	
39	Falta de información	X
40	Obstrucciones	
41	Otras (especifique)	

Anexo B

Excavación de zanja de 0 a 2 metros

Carta de balance			
Obra:			
Rubro:	Excavación de zanja 0 a 2 metros		
Carta Nº:	3	Cuadrilla Nº:	M9
Fecha:	24/10/2023		
Personal de la cuadrilla:	3		
Inicio:	9.00	Intervalo de muestreo:	1 min.
fin:	9.45	Tempo de muestreo:	45 min.

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	19	1			
2	17	17	1			
3	2	17	17			
4	17	17	1			
5	2	17	17			
6	10	10	17			
7	17	17	1			
8	17	17	1			
9	17	17	17			
10	17	17	1			
11	17	19	19			
12	2	17	18			
13	12	17	18			
14	12	17	18			
15	12	10	18			
16	12	10	18			
17	10	9	1			
18	2	10	1			
19	2	11	1			
20	17	17	1			
21	11	11	17			
22	11	9	17			
23	11	10	17			
24	11	10	17			
25	17	17	1			
26	17	17	1			
27	10	17	1			
28	10	11	1			
29	17	11	1			
30	10	17	18			
31	2	17	18			
32	2	17	18			
33	10	17	1			
34	17	17	1			
35	17	17	1			
36	17	17	1			
37	2	17	17			
38	2	17	17			
39	11	17	17			
40	17	17	1			
41	12	17	17			
42	17	10	17			
43	2	17	18			
44	2	17	18			
45	17	17	1			

Trabajo Productivo TP	
1	Excavación máquina
2	Excavación manual
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributivo TC	
9	Coordinación y/o operador
10	Verificación de la zona de zanja
11	Remoción de escombros
12	Verificación de cotas
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributivo TNC	
17	España
18	Cambio de lugar de máquina
19	Descanso
20	
21	
22	
23	
24	

11:	Reunión
12:	Reunión
13:	Operaciones
14:	
15:	
16:	

Observaciones:
 Durante el tiempo de muestreo se realizó: 6 metros lineales de excavación con una profundidad de 0.9 metros y un ancho de 0.65 metros.

Carta de balance				
Obra:				
Rubro:	Excavación de zanja 0 a 2 metros			
Carta Nº:	2	Cuadrilla Nº:	ND	
Fecha:	25/10/2023	Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	10:30 pm	Tiempo de muestreo:	45 min
	fin:	16:23 am	Intervalo de muestreo:	1 min

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	12	12	17			
2	12	2	1			
3	2	2	1			
4	17	2	1			
5	17	17	1			
6	2	9	1			
7	2	17	11			
8	2	17	17			
9	2	17	17			
10	17	17	18			
11	17	10	18			
12	20	10	1			
13	2	10	1			
14	17	17	1			
15	11	11	17			
16	11	9	17			
17	2	11	1			
18	2	17	1			
19	12	17	1			
20	17	10	1			
21	17	10	17			
22	17	19	1			
23	2	19	17			
24	2	19	17			
25	2	19	11			
26	2	19	11			
27	10	19	11			
28	10	19	17			
29	10	19	17			
30	17	19	17			
31	17	19	17			
32	12	2	17			
33	12	2	1			
34	11	2	1			
35	11	2	1			
36	9	17	17			
37	9	17	17			
38	12	19	1			
39	12	19	1			
40	12	17	1			
41	2	17	1			
42	10	17	18			
43	10	17	18			
44	10	17	18			
45	17	17	18			

Trabajo Productivo TP	
1	Excavación, máquina
2	Excavación manual
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Coordinación, jefe operario
10	Verificación de la uniformidad zanja
11	Remoción de escombros
12	Verificación de cotas
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Espera
18	Cambio de lugar máquina
19	Cero
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peón
T2:	Peón
T3:	Peón
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Excavación de ranja 0 a 2 metros				
Carta Nº:	3				
Fecha:	26/10/2023		Cuadrilla Nº:	ND	
Hora	inicio:	10:40 am		Personal de la cuadrilla:	3
	fin:	11:35 am		Tiempo de muestreo:	45 minutos
			Intervalo de muestreo:	1 minuto	

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	2	2	1			
2	12	2	1			
3	12	2	1			
4	2	2	1			
5	12	2	1			
6	12	2	1			
7	10	9	1			
8	9	17	17			
9	9	17	17			
10	9	17	18			
11	9	17	18			
12	12	10	1			
13	2	10	1			
14	12	10	1			
15	2	17	1			
16	2	17	10			
17	2	11	18			
18	2	17	18			
19	17	17	17			
20	12	10	17			
21	10	10	17			
22	10	17	17			
23	10	10	17			
24	10	11	11			
25	10	10	11			
26	10	10	11			
27	10	10	11			
28	10	10	11			
29	10	10	11			
30	10	10	11			
31	17	17	18			
32	12	10	17			
33	12	9	1			
34	19	2	1			
35	12	2	1			
36	9	17	17			
37	9	17	17			
38	9	10	1			
39	12	11	1			
40	12	13	1			
41	2	17	1			
42	9	17	18			
43	2	17	18			
44	10	10	11			
45	10	10	11			

Trabajo Productivo TP	
1	Excavación con máquina
2	Excavación manual
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributivo TC	
9	Coordinación vigía operada
10	Ventilación de unidades de ranja
11	Remoción de escombros
12	Cobras
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributivo TNC	
17	España
18	Cambio de lugar de excavadora
19	Opero
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Opero 1
T2:	Opero 2
T3:	Opero 3
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Excavación de zanja 0 a 2 metros				
Carta Nº:	4		Cuadrilla Nº:	ND	
Fecha:	30/10/2023		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	9:00 am		Tiempo de muestreo:	45 min
	fin:	9:45 am		Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	17	1			
2	17	17	1			
3	17	17	1			
4	17	17	1			
5	17	17	1			
6	2	17	1			
7	2	17	1			
8	2	12	17			
9	2	12	17			
10	2	12	17			
11	2	12	17			
12	2	11	17			
13	2	11	10			
14	11	11	10			
15	11	11	10			
16	11	17	10			
17	2	17	10			
18	9	17	11			
19	9	17	11			
20	9	10	11			
21	9	10	1			
22	9	10	1			
23	2	19	1			
24	2	19	1			
25	2	19	1			
26	2	19	1			
27	2	19	1			
28	10	19	17			
29	10	19	17			
30	10	19	17			
31	10	19	17			
32	10	2	17			
33	10	2	17			
34	11	2	1			
35	11	2	1			
36	11	17	11			
37	11	17	11			
38	11	10	14			
39	12	11	18			
40	12	17	18			
41	12	17	18			
42	10	17	18			
43	10	17	11			
44	10	17	11			
45	17	17	11			

Trabajo Productivo TP	
1	Excavación mecánica
2	Excavación manual
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Coordinación y supervisión
10	Verificación de la unidad de zanja
11	Remoción de escombros
12	Verificación de cota
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Espera
18	Cambio de lugar
19	Otro
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	
T2:	
T3:	
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Instalación de tuberías D=200cm

Carta de balance			
Obra:	Instalación de tubería		
Rubro:			
Carta Nº:	1	Cuadrilla Nº:	10
Fecha:	25/10/2023	Personal de la cuadrilla:	3
Hora inicio:	13:30 pm	Tiempo de muestreo:	45 minutos
Hora fin:	14:15 pm	Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	1	10	12			
2	1	9	12			
3	1	9	12			
4	17	14	12			
5	17	14	12			
6	17	14	10			
7	17	14	10			
8	17	14	10			
9	17	14	10			
10	17	14	10			
11	17	14	10			
12	1	1	12			
13	1	1	12			
14	1	1	12			
15	1	1	12			
16	1	1	12			
17	1	1	12			
18	1	1	12			
19	12	12	17			
20	12	12	17			
21	12	12	17			
22	12	12	17			
23	12	12	17			
24	17	17	17			
25	12	12	17			
26	12	17	17			
27	2	17	17			
28	2	17	17			
29	2	17	17			
30	2	17	17			
31	2	2	17			
32	2	2	17			
33	2	2	17			
34	17	10	17			
35	17	10	17			
36	2	17	17			
37	2	17	17			
38	1	1	17			
39	2	17	17			
40	1	1	17			
41	1	1	17			
42	1	1	17			
43	1	1	17			
44	1	1	17			
45	1	1	17			

Trabajo Productivo TP	
1	Colocación tubería
2	Resumar
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Traslado de tubería
10	Colocación de boyas
11	Corte de tubería
12	Nivelación
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Espera
18	Ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peon
T2:	Peon
T3:	Operador
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance				
Obra:				
Rubro:	Instalación de tuberías			
Carta N°:	2		Cuadrilla N°:	
Fecha:	26/10/2023		Personal de la cuadrilla:	
Hora	inicio:	14:30 pm	Tiempo de muestreo:	45 minutos
	fin:	15:15 pm	Intervalo de muestreo:	1 minuto

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	12	12	12			
2	12	17	12			
3	12	17	12			
4	12	12	12			
5	12	12	12			
6	12	12	12			
7	12	17	17			
8	17	12	17			
9	17	12	17			
10	17	12	17			
11	17	12	17			
12	2	17	12			
13	2	17	17			
14	2	10	17			
15	2	10	17			
16	2	10	17			
17	2	2	17			
18	2	2	17			
19	17	2	17			
20	12	17	12			
21	12	12	12			
22	17	12	12			
23	17	12	12			
24	17	12	12			
25	2	12	12			
26	2	17	12			
27	2	17	17			
28	2	11	17			
29	2	11	17			
30	2	11	17			
31	17	11	17			
32	17	11	17			
33	1	11	17			
34	1	12	12			
35	2	11	12			
36	2	11	12			
37	2	11	12			
38	2	11	12			
39	17	17	12			
40	17	17	12			
41	17	17	12			
42	17	17	12			
43	17	10	12			
44	12	17	12			
45	12	12	12			

Trabajo Productivo TP	
1	Colocación de tubería
2	Resonar
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Traslado de tubería
10	Colocación de boya
11	Corte de tubería
12	Nivelación
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Esporas
18	Ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peón
T2:	Peón
T3:	Peón
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance				
Obra:				
Rubro:	Instalación de tubería			
Carta Nº:	3	Cuadrilla Nº:	MD	
Fecha:	30/10/2023	Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	9:30:00M	Tiempo de muestreo:	45 min
	fin:	10:15 am	Intervalo de muestreo:	1 min

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	1	1	2			
2	1	11	11			
3	1	11	11			
4	1	11	11			
5	1	11	11			
6	17	11	11			
7	2	11	2			
8	2	17	2			
9	2	17	2			
10	1	17	2			
11	1	17	2			
12	12	17	2			
13	12	17	2			
14	12	17	2			
15	12	17	12			
16	12	17	12			
17	12	17	12			
18	12	17	12			
19	12	17	12			
20	12	17	12			
21	12	17	12			
22	12	17	12			
23	12	17	12			
24	17	12	17			
25	17	12	17			
26	17	12	17			
27	17	12	17			
28	17	10	17			
29	17	10	17			
30	17	10	17			
31	1	10	17			
32	1	1	17			
33	1	17	17			
34	1	17	18			
35	1	17	18			
36	1	1	18			
37	1	1	18			
38	1	1	18			
39	2	17	18			
40	2	17	18			
41	2	17	18			
42	2	1	2			
43	2	17	2			
44	2	17	2			
45	2	17	2			

Trabajo Productivo TP	
1	Colocación de tubería
2	pegsar
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributivo TC	
9	Traslado de tubería
10	Colocación de baya
11	Corte de tubería
12	Nivelación
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributivo TNC	
17	Espera
18	ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peón
T2:	Peon
T3:	Operador
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance				
Obra:				
Rubro:	Instalación de tuberías			
Carta Nº:	4	Cuadrilla Nº:	NP	
Fecha:	07/11/2023	Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	14:30 pm	Tiempo de muestreo:	45 min.
	fin:	15:15 pm	Intervalo de muestreo:	1 min.

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	11	17			
2	17	11	17			
3	17	11	17			
4	17	11	17			
5	17	11	17			
6	17	10	17			
7	17	10	2			
8	1	10	2			
9	1	12	2			
10	1	17	2			
11	1	17	2			
12	12	17	2			
13	12	17	2			
14	12	17	2			
15	12	9	12			
16	12	9	12			
17	12	9	12			
18	12	9	10			
19	12	9	18			
20	12	9	18			
21	12	10	18			
22	17	12	18			
23	17	17	12			
24	17	12	12			
25	17	12	12			
26	17	12	12			
27	17	12	12			
28	17	10	12			
29	17	10	17			
30	17	10	17			
31	17	10	17			
32	1	1	17			
33	1	1	2			
34	1	1	2			
35	1	1	2			
36	1	1	2			
37	1	1	2			
38	1	1	2			
39	1	17	2			
40	1	17	2			
41	12	17	18			
42	12	17	18			
43	12	17	18			
44	12	17	18			
45	12	17	2			

Trabajo Productivo TP	
1	colocación de tuberías
2	Presionar
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Traslado de tubería
10	colocación de boya
11	Corte de tubería
12	Nivelación
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Espera
18	Ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Peon
T2:	Peon
T3:	operador
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Reposición de acera e=20 cm

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Reposición de acera				
Carta Nº:	1		Cuadrilla Nº:	MD	
Fecha:	26/10/2023		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	13:00 pm		Tiempo de muestreo:	45 min.
	fin:	13:40 pm		Intervalo de muestreo:	1 min

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	10	17	17			
2	10	17	17			
3	10	17	17			
4	10	1	2			
5	10	1	2			
6	10	1	2			
7	2	1	2			
8	2	1	2			
9	2	1	2			
10	2	1	2			
11	2	1	2			
12	2	1	2			
13	2	2	2			
14	10	17	17			
15	1	17	17			
16	2	17	17			
17	2	2	2			
18	2	2	2			
19	2	2	2			
20	2	2	2			
21	2	17	2			
22	10	17	17			
23	1	17	17			
24	2	17	17			
25	2	2	2			
26	2	2	2			
27	2	2	2			
28	2	2	2			
29	2	2	2			
30	2	2	2			
31	2	2	17			
32	2	2	17			
33	10	17	17			
34	10	17	17			
35	1	17	17			
36	1	17	16			
37	2	2	2			
38	2	2	2			
39	2	2	2			
40	2	2	2			
41	2	2	2			
42	2	2	2			
43	2	2	2			
44	2	2	2			
45	2	2	2			

Trabajo Productivo TP	
1	Colado
2	Reyado
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	Desplazamiento
10	hilo cocido de agua
11	(...)
12	...
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	Espera
18	...
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	peón
T2:	peón
T3:	operador
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance					
Obra:	Reparación de Aceros				
Rubro:	Reposición # 2				
Carta N°:	27/10/2023		Cuadrilla N°:	N/D	
Fecha:	9:10		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	Inicio:	9:55		Tiempo de muestreo:	45 min
	fin:			Intervalo de muestreo:	1 min

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	10	17	17			
2	10	17	17			
3	10	17	17			
4	10	17	17			
5	10	17	17			
6	2	1	17			
7	2	1	17			
8	2	1	17			
9	2	1	2			
10	2	1	2			
11	2	2	2			
12	2	2	2			
13	2	2	2			
14	17	17	18			
15	17	17	18			
16	17	17	18			
17	2	2	18			
18	2	2	18			
19	2	2	18			
20	2	2	18			
21	2	2	18			
22	10	2	10			
23	10	2	10			
24	2	17	2			
25	2	2	2			
26	2	2	2			
27	2	2	2			
28	2	2	2			
29	2	2	2			
30	2	2	2			
31	2	2	17			
32	2	2	17			
33	10	17	17			
34	10	17	17			
35	1	17	17			
36	1	17	18			
37	2	9	2			
38	2	9	2			
39	2	9	2			
40	1	2	2			
41	2	2	9			
42	2	2	9			
43	17	9	9			
44	17	9	9			
45	17	9	9			

Trabajo Productivo TP	
1	Colado
2	Rejados
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributivo TC	
9	Doble Zamiento
10	Colocación de agua
11	
12	
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributivo TNC	
17	Espere v
18	Acid
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Repa
T2:	Repa
T3:	Obvdo
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Reparación de aceros				
Carta Nº:	3		Cuadrilla Nº:	HP	
Fecha:	06/10/2023		Personal de la cuadrilla:	3	
Hora	inicio:	14:00 pm	Tiempo de muestreo:	45 min	
	fin:	14:45 pm	Intervalo de muestreo:	1 min	

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	10	17	17			
2	10	17	17			
3	10	17	17			
4	10	1	17			
5	10	1	17			
6	10	1	17			
7	2	1	17			
8	2	1	17			
9	2	1	2			
10	2	1	2			
11	2	2	2			
12	2	2	2			
13	2	2	2			
14	17	17	10			
15	17	17	10			
16	17	17	10			
17	17	2	10			
18	17	2	10			
19	2	2	10			
20	2	2	10			
21	2	2	10			
22	10	2	10			
23	10	2	10			
24	2	2	2			
25	2	2	2			
26	2	17	2			
27	2	2	2			
28	2	2	2			
29	2	2	2			
30	2	2	2			
31	2	2	17			
32	10	2	17			
33	10	17	17			
34	1	17	17			
35	1	17	17			
36		2	10			
37	2	2	2			
38	2	2	2			
39	2	2	2			
40	2	2	2			
41	2	2	2			
42	2	2	2			
43	17	2	2			
44	17	2	2			
45	17	2	2			

Trabajo Productivo TP	
1	
2	Cobrado
3	Reajuste
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributorio TC	
9	
10	Desplazamiento
11	Colocación de acero
12	
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributorio TNC	
17	
18	Espera
19	peón
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	peón
T2:	peón
T3:	operario
T4:	
T5:	
T6:	

Observaciones:	

Carta de balance					
Obra:					
Rubro:	Reposición de asfalto				
Carta N°:	4		Cuadrilla N°:	M10	
Fecha:	07 de Noviembre 2017			Personal de la cuadrilla:	3
Hora	Inicio:	14:00 pm		Tiempo de muestreo:	45 min
	fin:	14:45 pm		Intervalo de muestreo:	1 min

Tiempo (minutos)	Trabajadores					
	T1	T2	T3	T4	T5	T6
1	17	1	1			
2	17	1	1			
3	17	2	1			
4	17	2	1			
5	2	2	1			
6	2	2	2			
7	2	2	2			
8	2	2	2			
9	2	2	2			
10	2	2	2			
11	2	2	2			
12	10	17	17			
13	10	17	17			
14	10	17	17			
15	10	10	10			
16	1	10	9			
17	1	9	2			
18	1	14	17			
19	10	10	19			
20	1	10	2			
21	1	2	2			
22	1	2	2			
23	1	2	2			
24	1	2	2			
25	1	2	2			
26	1	17	17			
27	1	10	2			
28	1	10	2			
29	1	2	2			
30	1	2	2			
31	1	2	2			
32	2	2	18			
33	2	2	18			
34	2	2	18			
35	2	2	18			
36	2	2	18			
37	10	2	10			
38	10	2	10			
39	2	17	2			
40	2	2	2			
41	2	2	10			
42	2	2	10			
43	1	17	17			
44	1	10	2			
45	1	10	2			

Trabajo Productivo TP	
1	Cados
2	Regado
3	
4	
5	
6	
7	
8	

Trabajo Contributivo TC	
9	Desplazamiento
10	Colocación de agua
11	
12	
13	
14	
15	
16	

Trabajo no Contributivo TNC	
17	Espera
18	Ocio
19	
20	
21	
22	
23	
24	

T1:	Prón
T2:	Prón
T3:	Operador
T4:	
T5:	10
T6:	

Observaciones: