

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

DIAGNÓSTICO Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD A NIVEL
CIMENTACIONES EN LA IE ANDRÉS AVELINO CÁCERES, TRUJILLO - 2021

Tesis para optar el título profesional de:

Ingeniero Civil

Autores:

Br. Juver Javier Villacorta Varas

Br. Elmo Alberto Villacorta Esteves

Asesor:

Mg. Ing. Gonzalo Hugo Díaz García

Trujillo - Perú

2021



Dedicatoria

Dedicatoria 1

El presente trabajo investigativo lo dedicamos principalmente a Dios, por ser el inspirador y darnos fuerza en estos tiempos difíciles para continuar en este proceso de obtener uno de los anhelos más deseados.

A mis padres, por su amor, trabajo y sacrificio en todos estos años, gracias a ellos he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy. Ha sido el orgullo y el privilegio de ser su hijo, son los mejores padres.

A mi más grande inspiración mi hija Abigail, quien me ha permitido poder ver la vida desde otra perspectiva y que ahora todo esfuerzo y trabajo será dedicado a ella.

A mis hermanos por estar siempre presentes, acompañándome y por el apoyo moral, que nos brindaron a lo largo de esta etapa de nuestras vidas.

A todas las personas que me han apoyado en mis momentos más difíciles y han hecho que este logro se realice con éxito en especial a aquellos que nos abrieron las puertas y compartieron sus conocimientos.

Dedicatoria 2

A mis padres quienes con su amor, paciencia y esfuerzo me han permitido llegar a cumplir hoy un objetivo más, por inculcar en mí el ejemplo de esfuerzo, valentía y de superación continua bajo la gracia de Dios.

A mis hermanos, a mi esposa e hija Yllari porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y me acompañan en todos mis sueños y metas.

Los dedico a ellos por ser como la energía que mueve el motor de mis potenciales.

Agradecimiento

Mi agradecimiento a la Universidad Privada del Norte, que nos brindó la oportunidad a través del Programa Working Adult, para realizar mis estudios universitarios y de la cual siempre he recibido su apoyo.

Al Ing. Gonzalo Hugo Díaz García, por su apoyo en el asesoramiento de la presente tesis y por su incondicional guía dentro y fuera de las aulas.

Al Gobierno Regional La Libertad por permitirnos poder realizar nuestro diagnóstico en la obra “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. Nº 80003 Andrés Avelino Cáceres, Trujillo”.

En especial a nuestros padres y hermanos, de los cuales siempre recibí su apoyo.

Finalmente, a todas aquellas personas y amigos que me brindaron su apoyo, tiempo e información para el logro de mis objetivos.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO	3
ÍNDICE DE CONTENIDOS	4
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN	8
ABSTRACT.....	9
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	10
1.1. Realidad problemática	10
1.2. Formulación del problema.....	26
1.3. Objetivos	29
1.4. Hipótesis.....	29
CAPÍTULO II. MATERIALES Y MÉTODOS.....	32
2.1. Diseño de Investigación	32
2.2. Población:.....	32
2.3 Población objetivo (Muestra):	32
2.4 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos	33
2.5. Aspectos éticos	36
CAPÍTULO III. RESULTADOS.....	38
3.1 Partida Analizada:	38
3.2. Partida Analizada: Concreto en zapata $f'c=210$ kg/cm ²	52
3.3. Análisis de los resultados obtenidos.....	64
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES	80
4.1. Discusión	80
4.2. Conclusiones	89
4.3. Recomendaciones	90
PANEL FOTOGRÁFICO.....	91
REFERENCIAS	96
ANEXOS.....	97

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA N° 01.....	30
TABLA N° 02.....	39
TABLA N° 03.....	40
TABLA N° 04.....	43
TABLA N° 05.....	47
TABLA N° 06.....	48
TABLA N° 07.....	49
TABLA N° 08.....	50
TABLA N° 09.....	51
TABLA N° 10.....	53
TABLA N° 11.....	54
TABLA N° 12.....	59
TABLA N° 13.....	60
TABLA N° 14.....	61
TABLA N° 15.....	62
TABLA N° 16.....	63
TABLA N° 17.....	65
TABLA N° 18.....	65
TABLA N° 19.....	66
TABLA N° 20.....	68
TABLA N° 21.....	69
TABLA N° 22.....	70
TABLA N° 23.....	70
TABLA N° 24.....	71
TABLA N° 25.....	72
TABLA N° 26.....	73

TABLA N° 27.....	74
TABLA N° 28.....	76
TABLA N° 29.....	76
TABLA N° 30.....	77
TABLA N° 31.....	78
TABLA N° 32.....	78
TABLA N° 33.....	82
TABLA N° 34.....	82
TABLA N° 35.....	82
TABLA N° 36.....	83
TABLA N° 37.....	85
TABLA N° 38.....	86
TABLA N° 39.....	86
TABLA N° 40.....	87

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01	48
FIGURA N° 02	49
FIGURA N° 03	50
FIGURA N° 04	51
FIGURA N° 05	52
FIGURA N° 06	60
FIGURA N° 07	61
FIGURA N° 08	62
FIGURA N° 09	62
FIGURA N° 10	63
FIGURA N° 11	69
FIGURA N° 12	69
FIGURA N° 13	70
FIGURA N° 14	71
FIGURA N° 15	71
FIGURA N° 16	76
FIGURA N° 17	77
FIGURA N° 18	77
FIGURA N° 19	78
FIGURA N° 20	79
FIGURA N° 21	84
FIGURA N° 22	84
FIGURA N° 23	85
FIGURA N° 24	85
FIGURA N° 25	87
FIGURA N° 26	88
FIGURA N° 27	88
FIGURA N° 28	88

Resumen

El presente trabajo de investigación cuasi experimental, tuvo por objetivo diagnosticar y realizar una propuesta para mejorar la productividad a nivel de cimentación en la Obra, “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres, Trujillo-2021”. Para el desarrollo del presente trabajo se estableció algunas prácticas de la Filosofía Lean Construction con el uso de la herramienta de Cartas Balance para analizar el desempeño de los trabajos y así determinar los niveles de productividad en el proyecto. Para lo cual, se realizó el registro de los tiempos de la mano de obra durante los procesos constructivos de las partidas propuestas. Por otro lado, para procesar esta información y hallar los indicadores de desempeño se empleó la herramienta de construcción sin pérdidas. Esta herramienta de gestión reveló la situación actual de los tiempos empleados en los procesos constructivos analizados, y la información obtenida fue analizada y procesada, convirtiéndose en indicadores de desempeño y productividad. Los mismos que, nos dieron parámetros para mejorar las actividades de las partidas analizadas. De manera que, los primeros resultados fueron alentadores, por lo que se procedió a implementarlo en otras partidas dando buenos resultados.

Finalmente, se logró obtener los indicadores que reflejan la optimización en los procesos constructivos con los usos de esta filosofía de Lean Construction y sus herramientas de gestión, ya que se mejoró tiempos de ejecución de las diferentes actividades y se controló las pérdidas que se venían ocasionando sobre costos al proyecto, lográndose así un aumento sustancial en la productividad de esta obra. La investigación tiene un aporte importante en el rubro de la construcción ya que se logró aumentar la productividad, tiempos de entrega y calidad de un trabajo optimizando recursos a través de la implementación de la filosofía Lean Construction, lo cual resalta su importancia y beneficios que puede obtener al aplicarse en obras públicas y privadas.

Palabras Clave: Lean Construction, Cartas de Balance, Productiva, Cimentación y Rendimiento.

Abstract

The objective of this quasi-experimental research work was to diagnose and make a proposal to improve productivity at the foundation level in the Work, "Improvement of the Primary Education Service in the I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres, Trujillo-2021". For the development of this work, some practices of the Lean Construction Philosophy were established with the use of the Balance Letters tool to analyze the performance of the work and thus determine the levels of productivity in the project. For which, the registration of labor times was made during the construction processes of the proposed items. On the other hand, to process this information and find the performance indicators, the lossless construction tool was used. This management tool revealed the current situation of the times used in the construction processes analyzed, and the information obtained was analyzed and processed, becoming indicators of performance and productivity. The same ones that gave us parameters to improve the activities of the analyzed items. So, the first results were encouraging, so it was implemented in other games, giving good results.

Finally, the indicators that reflect the optimization in the construction processes with the uses of this philosophy of Lean Construction and its management tools were obtained, since the execution times of the different activities were improved and the losses that have been caused were controlled. on costs to the project, thus achieving a substantial increase in the productivity of this work. The research has an important contribution in the field of construction since it will increase productivity, delivery times and quality of work by optimizing resources through the implementation of the Lean Construction philosophy, which highlights its importance and benefits that it can obtain when applying in public and private works.

Keywords: Lean Construction, Balance Sheets, Productive, Foundation and Performance.

Capítulo I. Introducción

1.1. Realidad problemática

En los últimos años se ha dado mayor difusión de los nuevos sistemas de administración y se ha podido percibir cambios considerables en la forma de administrar las obras, por ejemplo: la administración de obra por procesos y el PMBOK (la guía fundamental para la administración por proyectos, por sus siglas en inglés) y la filosofía Lean Construction que es una adaptación de la administración industrial, con la finalidad de mejorar los niveles de productividad y rentabilidad de las empresa constructoras.

En la actualidad en las ciudades de los países desarrollados se vienen ejecutando obras de construcción con nuevos enfoques de ingeniería y con métodos constructivos innovadores que favorecen la productividad y por ende estos proyectos son más rentables en su ejecución. Sin embargo, en nuestro país es otra la realidad, ya que, el común denominador es encontrar obras inconclusas y/o abandonadas, por motivos de rescisión de contratos por lo general en obra públicas, ya que, por la falta de planificación en sus costos superaron los tiempos de ejecución de los contratos.

Esto indica la falta de planeación presupuestal y una pésima programación de obra, debiéndose por lo general, que al momento de elaborar el presupuesto y la programación de la obra suele utilizar rendimientos de obra demasiado generales, ya que la mayoría de las empresas constructoras en nuestro país, lo que más les importa es tener asegurado un contrato, para luego conseguido el objetivo, ajustar el presupuesto y la programación acorde a las necesidades del proyecto contratado sin considerar los verdaderos rendimientos de los presupuestos. Por otro lado, otro aspecto que no se toma en cuenta es que los verdaderos ejecutores para la materialización de la obra son los mandos medios y el personal de obra, como los maestros, operarios, oficiales y ayudante; y es aquí donde realmente se debe analizar el porqué de la baja productividad o excesivo consumo de materiales en la ejecución de las obras con pérdidas. Teniendo en cuenta esta realidad nacional decidimos evaluar un proyecto en ejecución para

registrar los verdaderos rendimientos y con esta información proponer una toma de decisiones para mejorar el desenvolvimiento del avance de la obra.

Actualmente en la ciudad de Trujillo perteneciente a la Provincia de Trujillo – Región La Libertad se ha venido ejecutando los trabajos de “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres”.

Por lo que, existe la necesidad de contar con la información necesaria que nos de los indicadores de rendimientos y costos de mano de obra, sin descuidar la calidad de la ejecución. Lo cual, nos dará un punto de correspondencia y así comparar los verdaderos rendimientos entre lo programado y lo ejecutado. Por lo que, los indicadores obtenidos en esta investigación, servirán como base de datos para la toma de decisiones de los gerentes y residente de la empresa para futuros proyectos.

1.1.1 Marco Teórico

1.1.1.1 Antecedentes

Para el desarrollo del presente trabajo se recurrió a la búsqueda de información de investigación y experiencias previas sobre el tema del presente estudio, para que esta información pudiera servirnos de guía como un Vademécum al cual consultar, las mismas que a continuación se presentan ya que, en el país existen pocos estudios acerca de la productividad y calidad en el sector.

Según Villagarcía (2005) en su proyecto DAI 3034: “Indicadores de la Productividad y Calidad en la Construcción de Edificios”, publicado por la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima.

“El objetivo general de este documento es presentar las principales ideas desarrolladas en el proyecto DAI 3034: Indicadores de Calidad y productividad en la Construcción, cuyos alcances fueron identificar, seleccionar y definir los indicadores claves de productividad y calidad en la construcción de edificaciones y establecer una metodología de recolección y análisis de datos e informaciones que sirva para que las empresas constructoras puedan controlar su desempeño” ...

...” La importancia de la construcción viene evolucionando considerablemente en los últimos años. Esta evolución se acentúa debido a la necesidad de supervivencia de las empresas en el mercado, ya que, en este tipo de industria, la elección de un producto se basa principalmente “en el menor precio, lo cual origina una gran competencia entre ellas, Debido a esto, las empresas se han visto obligadas a minimizar sus pérdidas utilizando nuevas formas de gestión de producción.

Los problemas de baja productividad, falta de calificación de la mano de obra, pérdidas de materiales, etc., son en la mayoría de casos producto de una gestión deficiente. Por ello, la implementación de un sistema de calidad y productividad en una empresa contribuiría a minimizar este tipo de pérdidas. En este contexto, los indicadores de Calidad y Productividad constituyen una herramienta básica, ya que ayudarían a controlar el desempeño de una empresa y a tomar acciones correctivas.

Como fue explicado en este documento, los indicadores son parámetros que deben ser utilizados con mucho cuidado. Al elegirlos se debe tratar de que sean representativos y simples de calcular. Por ello, definir una metodología para la selección de indicadores, recolección y análisis de datos es indispensable para garantizar la confiabilidad de los mismos. Además, la elaboración de formatos bien diseñados es fundamental para levantar y analizar la información de una manera adecuada. También es importante que los indicadores estén relacionados con el contexto dentro del cual fueron calculados para que ellos se conviertan en una herramienta útil para las empresas”.

El antecedente ayuda a reforzar los conocimientos acerca de los beneficios de utilizar la Filosofía Lean Construction para elevar el nivel de la productividad y lograr la eficiencia en el sector construcción.

Según Castillo (2001) en su libro titulado “Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta” del Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica de Perú, en Lima.

“Este libro expone la situación actual y los niveles productivos de las empresas constructoras del Perú hacia fines de los años 90 e inicios del nuevo milenio, así como una fuente crítica a nuestro

sistema. Además, se presentan propuestas concretas y de aplicación ya demostrada para iniciar el proceso de cambio y mejoramiento de la productividad y eficiencia que tanto nuestra industria como nuestro país necesitan profundamente. Se propone en forma tajante el rol que debería asumir el profesional como individuo. Se brindan herramientas concretas para que los profesionales de nuestro medio puedan enfrentar el mejoramiento de la productividad en su empresa. Se urge a los mismos a abandonar la costumbre del hay queísmo, con el que se pretende que el resto haga lo que realmente le corresponde hacer a cada uno de nosotros. Se brinda información suficiente para pasar de la posición de hay que hacer esto o lo otro, para pasar a la acción inmediata, y buscar convertir al lector en integrante directo de los procesos de cambio de nuestra industria y nación.

Es necesario acotar que el potencial de mejoramiento, bajo las condiciones actuales, es considerablemente alto, tanto de la industria, como en el ámbito del país. En la experiencia del autor, pasar por los niveles productivos promedios actuales del 28% hasta niveles de del orden del 45% es relativamente sencillo, como se explica más adelante en este libro. En los siguientes capítulos se brindan las herramientas necesarias para llevar a cabo este salto cuantitativo. Pasar a niveles productivos del orden del 55-60% es ya una tarea más complicada. Ella conjuga el adecuado uso de la filosofía y las herramientas de gestión de operaciones con un adecuado manejo de la constructibilidad de los proyectos a llevarse a cabo.”

El antecedente brinda valiosa información y definiciones básicas varias acerca de un modelo de producción sin pérdidas, para lo cual hace un diagnóstico actual de la productividad en la construcción para luego enfocarlo en una crítica real y posteriormente a una propuesta constructiva con la aplicación de esta nueva filosofía con una visión de futuro de la industria de la construcción en el Perú.

Según la USMP (2015) en su documento titulado “Aplicación de la Filosofía Lean Construction e una Obra de Edificación”.

“El objetivo general de este documento es determinar en qué medida influye a la productividad la aplicación de la filosofía Lean Construction en la etapa de construcción en una obra de edificación” ...

...” A pesar de su importancia, la construcción en nuestro país es, incomprensiblemente, uno de los sectores de menor grado de desarrollo en comparación con la mayoría de los países latinoamericanos, convirtiéndose en una actividad caracterizada por grandes deficiencias y falta de efectividad. Lo que se traduce en la poca competitividad y coloca a las empresas constructoras peruanas en desventaja frente a los mercados de la economía internacional.

Por estas razones, se ha vuelto de suma importancia desarrollar una adecuada gestión de los recursos involucrados en la construcción con la finalidad de controlar los desperdicios y la productividad.

En muchos países, se han desarrollado algunos estudios que han tratado de medirlos y cuantificarlos; por ejemplo, en el 2005 se hizo el estudio sobre el desperdicio generado por las actividades en la construcción en Brasil, Sao Paulo, los cuales alcanzaban el 30% del costo de la obra. También, en EEUU, un estudio comparativo sobre la productividad laboral para la industria de la construcción y todas las demás industrias no agrícolas, revela que durante el periodo de tiempo comprendido entre 1964-2003 el índice xiv de productividad de la construcción descendió casi un 25%, mientras que la productividad en el resto de la industria no agrícola se incrementó en casi un 200%”.

El antecedente enfoca la realidad de la industria de la construcción en el Perú, analizando sus deficiencias, enfocándolas y comparándolas a otras realidades a nivel internacional. Para luego, proponer las mejoras continuas hasta lograr revertir la situación en la productividad controlando los desperdicios que son causa principal de la baja producción en los diferentes procesos de la construcción.

Según Castro y Ruiz (2014) en su investigación titulado “Lean Construction Aplicada a Proyectos de Construcción de Edificaciones de Vivienda Unifamiliar”.

“El objetivo general de esta tesis es desarrollar un documento de recomendaciones para el mejoramiento de las actividades de construcción mediante la identificación de las pérdidas de recursos

de materiales en proyectos de obra civil tipo vivienda unifamiliar con un sistema constructivo tradicional” ...

...” Desde la fase de concepción de los proyectos de obras civiles se deben incorporar mecanismos que estén orientados a aumentar la productividad de las actividades mediante herramientas de seguimientos y control que ofrezcan información veraz, oportuna y actualizada del desempeño de los componentes de dichas actividades.

La dirección de los proyectos desempeña un papel fundamental en el diseño e implementación de las herramientas de planificación estructuradas para el proyecto, obteniéndose como beneficio el poder tomar decisiones basadas en datos certeros y puntuales para formular en el proyecto, y que a su vez, se constituyan en lecciones aprendidas aplicables a obras diferentes”.

El antecedente busca demostrar una metodología practica que se pueden aplicar a todos los proyectos para convertirlos en más eficientes los procesos durante su etapa de construcción. La metodología que aplica es la observación, el estudio de campo para luego analizar las actividades e idiosincrasia de los trabajadores la cual puede ser mejorado a través de las políticas de gerencia que incluyan el uso de herramientas de planificación, seguimiento y control de la obra.

Según la PUCP (2014) en su estudio titulado “Aplicación de la Filosofía Lean Construcción en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos”.

“El objetivo principal de este trabajo es la difusión de los conceptos de la filosofía de construcción llamada Lean Construction, que viene mostrando interesantes resultados en los países en los que se aplica y poco a poco viene ganando terreno en el Perú.

Esto se debe a que las empresas del sector están conscientes del grado artesanal que tiene la construcción en nuestro país y le abren las puertas a una nueva metodología que mejorara indudablemente el estado del sector, alentara su crecimiento y por ende el del país. En este trabajo se planea transmitir el conocimiento adquirido en base a la implementación y aplicación de Lean

Construction en una empresa del medio y en particular en una de las obras que esta empresa maneja, para así observar al detalle el procedimiento de planificación, ejecución y control de un proyecto bajo los lineamientos que propone esta nueva filosofía. También se describirán las herramientas que propone el Lean Construction para mejorar la productividad de nuestras con la ayuda de un concepto simple como la reducción de los desperdicios o pérdidas, estas herramientas tienen como finalidad incrementar el valor del producto para los clientes finales con una correcta gestión de la construcción que es lo que Lean Construction nos propone. Finalmente, además de difundir los conocimientos teóricos y prácticos del Lean Construction, queremos mostrar los resultados que se obtienen de la aplicación de sus herramientas y conceptos, para sustentar con resultados las mejoras que esta filosofía propone y con esto alentar a que su implementación sea cada vez mayor en los proyectos de construcción tanto en la capital como en otras ciudades del Perú, ya que como sabemos las empresas tienen una finalidad que es generar utilidad y una manea de persuadirlas o alentarlas para que usen la filosofía Lean Construction es demostrar que genera resultados positivos en los proyectos, los cuales repercuten en ahorros para la empresa y por consiguiente incrementan sus ganancias”...

...” El LPDS (sistema de entrega de proyectos lean) nos propone un total de 42 herramientas en sus 5 fases. Sin embargo, la filosofía lea en el Perú se está desarrollando principalmente en 3 fases (Construcción Lean, Control de producción y trabajo estructurado), ya que son las empresas constructoras las que la están aplicando dentro de su campo de acción que es precisamente la ejecución de obras.

En el presente proyecto se utilizaron 9 de las 17 herramientas disponibles para las 3 fases mencionadas, siendo de estas las de más importancia e impacto en el desarrollo del proyecto el last planner system (5 herramientas) en el control de producción y os first run studies en la ejecución lean.

De los beneficios observados de cada herramienta Lean se puede concluir que la sectorización y los trenes de trabajo son 2 de las herramientas más sencillas de aplicar u que a su vez son las que más

aportan en cuanto a las mejoras del proyecto con respecto a la visión tradicional. Estas herramientas replantean totalmente la manera de trabajar pasando de un sistema push a un sistema pull, acortan tiempos de ejecución de los proyectos gracias a la superposición de actividades y brindan mejoras en la productividad debido a que se designa cuadrillas específicas para cada tipo de trabajo. Mencionando estos puntos es normal que el uso de estas herramientas se haya divulgado mucho más que otras herramientas más complejas de la filosofía Lean dado las mejoras que representan.

Se puede concluir que la aplicación de las herramientas Lean en un proyecto de construcción, en especial de edificaciones, tiene muy buenos resultados en el desarrollo del proyecto, tanto en la productividad como en el plazo y costo. Sin embargo, se deben utilizar las herramientas de manera constante para que las mejoras que esas representan se vean reflejadas en nuestro proyecto”.

La metodología que propone es el uso de 9 de las 17 herramientas disponibles en el la Filosofía Lean, Last Planner y First Run Studies.

Según Castro y Ruiz (2014) en su estudio titulado “Optimización del desempeño del proyecto de edificación nuevo centro de salud a desarrollarse en el distrito de Luya-Luya- Amazonas, aplicando la metodología Lean Construction”.

“El objetivo principal de este trabajo es elaborar una propuesta que optimice el desempeño en la ejecución del Proyecto “Nuevo Centro de Salud Luya- Lamud- Amazonas”, aplicando la metodología de Lean Construction, permitiendo reducir las pérdidas en la construcción” ...

...” El planeamiento tradicional no utiliza detalles diarios de construcción, lo que genera mayor incertidumbre. Esta incertidumbre se refleja en las ratios unitarias de construcción.

El planeamiento tradicional como el CPM (Critical Path Method o Método de la Ruta Crítica) incluye mucho desperdicio que termina incluyéndose en el presupuesto. Se planifica los trabajos diarios a detalle hasta el final de la obra.

EL LOOKAHEAD representa la protección al plan, ya que es una programación entre 4 a 6 semanas, lo cual permite analizar las restricciones de las actividades detallada en la programación antes mencionada, para lo cual se debe contar con la participación del last planner (Maestro de obra y/o expertos especialistas), quienes ayudarán a elaborar un reporte con todos los recursos (personal, materiales, equipos, entre otros) que se requiere para llevar a cabo los trabajos programados, permitiendo levantar dichas restricciones al personal encargado, para finalmente tener todo listo en la fecha planeada.

Es sumamente importante mantener colchones dentro del sistema de programación, llamados Buffers nos permiten reducir la variabilidad en los procesos de construcción.

En obras públicas se comete el error de licitar sin conocer a detalle el alcance del proyecto, por lo que durante la ejecución del mismo surgen las incompatibilidades entre las distintas especialidades y éstas con la zona de estudio, originando paralizaciones, adicionales de obra, ampliaciones de plazo, etc.

El documentar toda la información durante la ejecución, entre el proceso y el resultado, es de vital importancia, sirve de retroalimentación y mejora continua para optimizar los procesos en los proyectos futuros.

Implementando el sistema de last planner en la obra, logró medir el nivel de productividad tal como se demostró a través del proceso analizado (levantamiento de muro) optimizando el desempeño y obteniendo mejoras sustanciales en la utilidad, ascendiendo al 3% del costo directo". La metodología que propone la implementación de herramientas de gestión para optimizar el rendimiento y productividad en la obra tema de la tesis.

Según Villafuerte (2016) en su investigación titulada "Lineamientos para mejorar la gestión de proyectos".

En su tesis elaboró 3 lineamientos basados en la filosofía Lean que son: La capacitación, del cual hace referencia al fortalecimiento de las capacidades técnicas de los estudios de desarrollo de

expedientes técnicos, reestructuración de las unidades orgánicas bajo el enfoque Lean e implementación de talleres para una formación y mejora continua. Siendo los otros 2 lineamientos de procesos y tecnología. Asimismo, señala que estos lineamientos permitirán mejorar la forma de gestionar proyectos de construcción en el sector público como gobiernos regionales y municipales desde la etapa de pre-inversión.

Según Meza (2017) en su estudio titulado “Propuesta de aplicación de la filosofía Lean Construction en un proyecto de edificación de albañilería confinada para reducir costos de ejecución. Propuesta de aplicación de la filosofía Lean Construction en un proyecto de edificación de albañilería confinada para reducir costos de ejecución”.

En su informe de tesis Propuesta de aplicación de la filosofía Lean Construction en un proyecto de edificación de albañilería confinada para reducir costos de ejecución, Perú, tiene como objetivo proponer un método para implementar la filosofía Lean Construction para la reducción de costos de ejecución de un proyecto de edificación de albañilería, donde concluye que al usar las herramientas del Lean Construction constantemente reduce los plazos de ejecución y mejora los tiempos productivos de 34.8% a 47.8%.

1.1.1.2 Bases teóricas guía de estudio

En la actualidad en la industria de la construcción se suele asociar la productividad y la competitividad, a la optimización de los recursos y a la satisfacción del cliente a quien se le brinda el servicio y la podemos definir como la eficiencia en la utilización de los recursos para completar u obtener productos deseados; es decir a la mejora continua en los procesos, según Villagarcía (2001) la productividad es una medida de eficiencia entendiéndose como eficiencia a la cantidad de recursos consumidos (hh, tiempo, horas-máquina, bls, unds, S/. U\$, etc) para obtener algún resultado; y que, además, implica principalmente a las personas, así, Chiavenato (1999) precisa que la productividad es más una cuestión de administración de personas que de tecnología.

Cuando hablamos de la productividad en la industria de la construcción hacemos referencia a la filosofía Lean Construction, la misma que, tiene sus orígenes en Japón en la década de 50. Esta forma de pensar tiene sus orígenes en la filosofía lean Production, cuyos preceptos fueron aplicados en el sistema de producción Toyota (TPS- Toyota production system), esta forma de trabajo fue conceptualizado por los ingenieros Shigeo Shingo y Taiichi Ohno. La doctrina de este sistema de producción de Toyota se conceptualizó en la producción de cantidades de productos relativamente pequeñas a un costo muy bajo, empleando los conceptos de eliminación del desperdicio y la mejora continua.

Esta filosofía de trabajo que aplicaba con éxito Toyota se expandió rápidamente gracias los beneficios de producción y tal fue el éxito de este sistema que en la década de los 80 una comitiva de investigadores del MIT (Massachusetts Institute of Technology) viajaron a Japón a investigar este nuevo sistema que a su regreso lo denominaron Lean manufacturing o Lean production y se encargaron de difundirla alrededor de todo el mundo.

“El lean Production es una filosofía aplicable al sector industrial manufacturera y se enfoca principalmente en la reducción de los principales tipos de desperdicios (sobreproducción, inventario, tiempo de espera, etc.), además tiene nuevas metodologías que brindan resultados de productividad mucho mayores a los que se tenían en esa época”.

Este pensamiento productivo no tardó en introducirse en el campo de la industria de la construcción, ya que la característica principal de esta industria es que trabaja un producto único y como consecuencia las variabilidades en los procesos hacen poco confiables las programaciones de los trabajos en las actividades a desarrollarse, generándose pérdidas en los proyectos debido a su baja productividad. De manera que, esto motivó al Ing. Lauri Koskela, quien estudió esta problemática y en 1992 publica un documento llamado “Application of the New Production Philosophy to Construction”; donde se muestran los primeros acercamientos de la filosofía del “Lean Production” a la construcción. Los conceptos que propone Koskela es la de una administración moderna y puso las bases del Lean

construcción y sistematizó conceptos modernos como el enfoque justo a tiempo, Benchmarking, mejoramiento continuo, reingeniería de procesos, gestión de calidad, etc. que junto con la ingeniería de métodos reformula los conceptos tradicionales de planificar y controlar obras proponiendo en su tesis una nueva filosofía de Control de Producción.

1.1.1.3 Definición de términos básicos (DTB)

Variable Independiente: Filosofía Lean Construction

Es una filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que no agregan valor (pérdidas).

Definiciones Básicas:

- **Lean Construction:** es una filosofía que provee principios y técnicas para el desarrollo de proyectos de construcción con una visión centrada en identificar y brindar características al producto que satisfagan al máximo las necesidades del cliente y al mismo tiempo, ejecutar las operaciones de manera eficiente.”
- **Cartas de Balance:** La carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos (aproximadamente 30 minutos) en función a los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad estudiada.
- **Ocupación del Tiempo:** En la ejecución de todo proyecto u obra se puede usar el tiempo realizado tres tipos de trabajo: El trabajo productivo, el trabajo contributivo y el trabajo no contributivo.
- **First Run Studies (Planear, hacer, chequear, actuar):** First Run Studies es una metodología de mejora de una actividad que consiste en planear, hacer, chequear y actuar, con el objetivo de poder mejorar el proceso de producción de alguna actividad en particular de la construcción.

- **Flujos Eficientes:** Es la mejor forma de planificar y ejecutar un proyecto de tal manera que, el flujo de actividades no tenga paralizaciones ni demoras, al mismo tiempo que se debe buscar planificar las actividades de tal forma que se sean lo más eficientes posibles.
- **Look Ahead Planning:** Este término en inglés define a una planificación con 3 a 5 semanas de anticipación con respecto a programación general de una obra. Su traducción al español será Planificación Anticipada de Recursos.
- **Last Planner:** El último Planificador, es la persona o grupo de personas cuya función es la asignación de los trabajos directos a los trabajadores, su función principal es lograr que lo que queremos hacer coincida con lo que podemos hacer; es decir que se asegure de que se lleguen a realizar todas las actividades propuestas.
- **Sectorización:** Consiste en la división de las tareas o actividades de la obra en áreas o sectores equivalentes que comprendan una parte pequeña de la tarea total. De manera que, la cantidad de trabajo por cada sector se pueda ejecutar acorde a lo planificado para el día.
- **Modelo de Flujo de Procesos:** Es el modelo de flujo de procesos que ve el trabajo como un flujo de información y/o materiales desde la materia prima hasta el final del producto terminado.
- **Pull Y Push (Jalar y Empujar):** Estos dos conceptos son referidos al tema de los sistemas de programación. Generalmente en los proyectos de construcción que no existe una adecuada planificación se utiliza un sistema de planificación basado en “empujar”. Este método consiste básicamente en tapar los huecos y empujar el trabajo mientras exista espacio disponible para realizarlo sin hacer una evaluación previa de cómo se optimizarían mejor los recursos para dicha actividad.
- **Aspectos que afectan y determinan los Rendimientos**

“Las diferentes condiciones en las que se ve enfrentado la construcción de un proyecto, asocian una gran cantidad de factores que afectan el rendimiento de la mano de obra; los cuales se enumeran y se describen a continuación. (Botero, 2002)”.

- **Supervisión:** El personal que desempeña este trabajo específico para lo cual ha sido contratado debe contar con experiencia y; cumplir con eficiencia y calidad con las actividades encomendadas. Este factor es determinante en el desempeño de los trabajos.

- Los criterios de aceptación del supervisor.
- La debida instrucción y recomendaciones a impartir.
- El seguimiento constante a la ejecución de los trabajos.
- La idoneidad y buen criterio del supervisor, en lo cualitativo y cuantitativo.
- La gestión de la calidad de la empresa y su aplicación; que hacen que los rendimientos se vean favorecidos.

- **Trabajador:** Los aspectos personales del obrero son muy importantes para la ejecución de las actividades en las cuales se desempeña y pueden ser influenciadas por:

- El estado de ánimo del trabajador.
- Situación personal y/o económica del trabajador.
- Habilidades para el trabajo a desempeñar.
- Conocimiento y capacitación del trabajador.
- Condiciones físicas y mentales.
- Ritmo de trabajo acorde a sus capacidades.
- Buen clima laboral.

- ***Tipos de Rendimientos***

En las actividades de construcción los tipos de rendimientos se dividen en tres grupos: los rendimientos en materiales, que es la cantidad de material a emplear para una cantidad determinada; mientras que la mano de obra y las herramientas y/o equipos se estiman por el tiempo que se utilizaran sobre la unidad de la partida.

- **Rendimientos para materiales:** Es la relación entre la calidad de material y la unidad de la actividad, es decir que durante la ejecución de los trabajos se encuentra un desperdicio por cada material instalado, por ejemplo en la construcción de un muro de mampostería, se encuentra un desperdicio en los cortes que se requieren para la traba de los ladrillos, ya que al cortarlos, no todos alcanzan la longitud apropiada de instalación y por tanto se desechan, luego existe un rendimiento calculable dependiendo de las características de cada material; también existen otros factores como: transporte, acopio, calidad del producto, limpieza, organización, almacenamiento entre otros (Polanco, 2009).

- **Rendimientos de equipo y herramienta:** Este rendimiento define como el tiempo de uso de la máquina, equipo o herramienta en la elaboración de una actividad depende de la cantidad de trabajo que pueda realizarse con el equipo o herramienta y el tiempo que lleve hacerlo, también influye el tipo de herramienta o equipo que se use, por ejemplo, los rendimientos de una retroexcavadora dependen de la capacidad de esta, la vida útil y el desempeño del operario. Este tipo de rendimiento presenta dificultad en el momento de medición ya que no existe información sobre el porcentaje de uso y el tiempo necesario de una herramienta durante la ejecución de una actividad, por ejemplo, el uso de un vibrador para concreto en una fundida de varias columnas, ya que este no se utiliza para una sola columna, sino en todos los elementos que se estén ejecutando en ese momento. Para el cálculo de este tipo de rendimientos se hace necesario el conocimiento y la experiencia (Polanco, 2009).

- **Rendimientos de mano de obra:** Estos dependen directamente de los factores que afectan las condiciones del trabajador, como son el estado de ánimo, situación personal, habilidades, conocimiento, condiciones físicas y ritmo de trabajo. Este rendimiento se calcula con el tiempo empleado de un trabajador o cuadrilla al desarrollo de una actividad específica.

Uno de los problemas más grandes que presentan al momento de evaluar los rendimientos de la mano de obra son que no se puede unificar, ya que son típicos de cada región, y dependen de factores como el clima, la altitud, y el tipo de obra a realizar (Polanco, 2009).

Variable Dependiente: Mejora de la productividad

La productividad es una medida de eficiencia, la cual relaciona la cantidad de recursos consumidos para la elaboración de un producto en un periodo de tiempo determinando y con debida consideración de la calidad del mismo.

Definiciones Básicas:

- ***Productividad:*** “La productividad es una medida de eficiencia, entendiéndose como eficiencia a la cantidad de recursos consumidos (hh, tiempo, horas-máquina, bls, unds, S/. U\$, etc.) para obtener algún resultado”.
- ***Sistema Productivo:*** Es un proceso eficiente ya que, con un menos consumo de recursos se puede obtener el resultado esperado.
- ***Perdidas:*** Es un indicador de productividad indirecto es el desperdicio o las pérdidas de recursos. Se define como pérdida a todo lo que se usa en una cantidad mayor a la necesaria. Este es un concepto relativo que siempre debe estar vinculado a una situación de referencia, por ejemplo: estadísticas del sector, normas técnicas, números de la empresa, etc. (Polanco, 2009).
- ***Calidad:*** “Es el conjunto de características de un producto que va al encuentro de las necesidades de los clientes y de esta forma proporciona satisfacción con relación al producto”.
- ***Recolección y Análisis de datos:*** “Es la obtención de indicadores confiables es de suma importancia en la toma de decisiones, por lo que la etapa de recolección debe ser realizada correctamente, ya que, de no ser así, se comprometería la confiabilidad de los resultados”.

- **Indicadores:** “Son instrumentos que facilitan la toma de decisiones, proporcionando una información relevante sobre la situación y evolución de la misma, a la vez que permiten un seguimiento de la eficacia del sistema y sus procesos (realización del producto, satisfacción del cliente, auditorías internas, etc.)”.
- **Productividad de Mano de Obra (hh/m3):** “Es un indicador muy importante, ya que mide el grado de industrialización del sector. Cuanto menor el nivel tecnológico del sector, mayor el uso de mano de obra”.
- **Desviación del Costo:** Con este indicador podemos saber que tan confiables son los presupuestos en los que se basa la obra. En caso de tener un valor mayor a cero, podemos inferir que se han gastado mas recursos de los proyectados, ya sea porque el presupuesto estuvo mal elaborado o porque hubo un desperdicio de recursos.
- **Desviación del Plazo:** Es un indicador que nos sirve para conocer el grado de confiabilidad para proyectar el tiempo de ejecución de la obra. Como se sabe, tiempo es sinónimo de dinero, por tanto, una obra atrasada es sinónimo de pérdida.

1.2. Formulación del problema

¿Cómo mejorar la productividad a nivel de cimentaciones en la obra de la I.E. Andres Avelino Caceres, Trujillo-2021”?

1.2.1 Justificación

1.2.1.1 Justificación teórica

Según la realidad problemática anteriormente mencionada, la baja productividad se debe a que no se han realizado los tiempos de desempeño y costos de mano de obra en las partidas a nivel de cimentaciones mediante el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction en la obra, “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. Nº 80003 Andrés Avelino Cáceres, al momento de elaborar el presupuesto meta y la programación de la ejecución de la obra. Por lo que, es

necesario establecer una metodología mediante el empleo de las herramientas de la Filosofía Lean Construction (Cartas Balance). La misma que, nos pueda generar indicadores de desempeño, para poder reestructurar las cuadrillas y mejorar la productividad de las mismas en las partidas antes mencionadas. De manera que, con esta información se pueda reprogramar las diferentes tareas en los frentes de trabajo que se analizaron en el presente trabajo de tesis.

1.2.1.2 Justificación aplicativa o práctica

El presente trabajo tiene como finalidad la búsqueda de mejorar la productividad en las partidas a nivel de cimentaciones mediante el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction en la obra, “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. Nº 80003 Andrés Avelino Cáceres, Trujillo-2021”.

1.2.1.3 Justificación valorativa

El presente estudio pretende demostrar que aplicando la Filosofía Lean Construction con su herramienta de Cartas Balance se puede mejorar la productividad en la construcción de la obra, “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. Nº 80003 Andrés Avelino Cáceres, Trujillo-2021”. De manera que, se pueda alcanzar los objetivos de maximizar del valor y minimizar las actividades que no contribuyen a la producción durante la ejecución de la obra.

1.2.1.4 Justificación académica

La motivación para estudiar y poner en práctica la Filosofía Lean Construction mediante el uso de las Cartas Balance, es demostrar que se puede mejorar la productividad en los diferentes procesos de la construcción; ya que se podría contar con indicadores de desempeño de la mano de obra. Lo cual, nos permitirán identificar, controlar y optimizar los recursos durante la etapa de ejecución de la obra antes mencionada. Por otro lado, durante el periodo de ejecución se pudo registrar datos de desempeño con los cuales se obtendrán los indicadores de eficiencia en la productividad de los procesos.

Finalmente, con la información obtenida como el resultado del seguimiento a las actividades de los procesos de ejecución se obtendrán indicadores que nos servirán para utilizar las otras herramientas de la filosofía Lean Construction como el Look Ahead Planning, que son programaciones cortas y Last Planner que es la planificación diaria. De manera que, el identificar los indicadores de desempeño nos permitirán tomar decisiones en pos de la mejora continua.

1.2.1.5 Limitaciones

- En la actualidad hay estudios de productividad en la construcción a nivel internacional, pero en el Perú no hay mucha información académica específica al respecto, ya que las más recientes investigaciones sobre este tema fueron desarrolladas por el Ing. Virgilio Ghio Castillo en su libro “Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta. Lima: PUCP. Fondo Editorial, 2021”, y complementada por la Ing. Villagarcía, Sofía, en su proyecto de investigación financiado por la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, Proyecto DAI 3034: “Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificios”.
- Limitada cooperación del personal técnico en el muestreo de datos, por falta de capacitación y desconocimiento de nuevas herramientas de gestión.
- Debido a que, la obra “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres, Trujillo-2021”, se tomaron los registros de los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), en las partidas de a nivel de cimentaciones mediante el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction en la obra, las que inciden en la programación de la obra del presente proyecto.

1.3 Objetivos

1.3.1. *Objetivo general:*

Diagnosticar y realizar una propuesta para mejorar la productividad a nivel de cimentación en la obra de I.E. Andrés Avelino Cáceres, Trujillo - 2021

1.3.2. *Objetivos específicos:*

- Establecer parámetros para la medición de la productividad a nivel de cimentaciones, mediante el uso de la herramienta Carta de Balance de la Filosofía Lean Construction.
- Tomar mediciones de los tiempos de desempeño en los diferentes tipos de procesos en las actividades de ejecución de las partidas a nivel de cimentación.
- Determinar el desempeño de la mano de obra en las partidas de cimentación.
- Identificar las actividades a reprogramar con el uso de las herramientas Look Ahead Planning y Last Planner.
- Realizar la propuesta de mejora de la productividad, basado en los procesos de las partidas de cimentaciones, mediante el empleo de las herramientas de Lean Construction.

1.4 Hipótesis

1.4.1. *Planteamiento de la Hipótesis.*

Se plantea que el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction mejora la productividad a nivel de cimentaciones en la obra, “Mejoramiento del servicio de educación primaria en la I.E. N° 80003 Andres Avelino Cáceres, Trujillo-2021”

1.4.1.1 Variables

Variable Independiente: Filosofía Lean Construction

Variable Dependiente: Mejora de la Productividad.

1.4.1.2 Operacionalización de variables.

Tabla 1
Matriz de operacionalización de Variables

Variable Independiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones (Importancia)	Indicadores (Medición)	Instrumentos	Fuentes
Filosofía Lean Construction	“Es una filosofía orientada hacia la administración de la producción en construcción, cuyo objetivo fundamental es la eliminación de las actividades que nos agregan valor (pérdidas)”	“Lean Construction es una filosofía que provee principios y técnicas para el desarrollo de proyectos de construcción con una visión centrada en identificar y brindar características al producto que satisfagan al máximo las necesidades del cliente y al mismo tiempo, ejecutar las operaciones de manera eficiente”	<p>Se puede incrementar de la eficiencia del trabajo</p> <p>Se puede Reducir el tiempo del ciclo operacional</p> <p>Simplificar los procesos productivos</p> <p>Lograr la mejora continua en los procesos</p>	<p>Evolución de porcentaje de actividades completas (PAC) por periodos</p> <p>Eficiencia en la productividad</p>	<p>Registro del porcentaje de asignaciones completas por cada periodo</p> <p>Registro del rendimiento por periodos establecidos</p>	<p>Cuadro de Evolución del PAC</p> <p>Curva de aprendizaje</p>

Variable Dependiente	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones (Importancia)	Indicadores (Medición)	Instrumentos	Fuentes
Mejora de la Productividad	“La productividad es una medida de eficiencia, la cual relaciona la cantidad de recursos consumidos para la elaboración de un producto en un periodo de tiempo determinado y con debida consideración de la calidad del mismo”.	“La productividad es una medida de eficiencia, entendiéndose como eficiencia a la cantidad de recursos consumidos (hh, tiempo, horas-máquina, bls, unds, S/. U\$, etc) para obtener algún resultado)	Mejorar la calidad en la infraestructura educativa Construir ambientes adecuados e implementados en pos de la mejora para estudiantes Cubrir la demanda de los estudiantes de esta ciudad descentralizando la calidad educativa Implementar mejoras tecnológicas para la atención de los estudiantes	Evolución de los indicadores de la calidad educativa en el distrito de Trujillo. Eficiencia en la atención de los estudiantes mediante el uso de nuevas tecnologías y con procesos más óptimos para un buen servicio a la comunidad	Registro de la mejora en la calidad de atención de los estudiantes en la ciudad de trujillo Registro estadístico de la calidad educativa mediante el uso de nuevas tecnologías educativas	Cuadros de evolución en la mejora de la educación de la ciudad de Trujillo

Nota. En esta tabla se muestra la operacionalización de las dos variables tanto dependiente como la independiente.

Capítulo II. Materiales y Métodos

2.1. Diseño de Investigación

El presente trabajo tiene la siguiente metodología de carácter aplicativo. Ya que, su enfoque teórico metodológico es Cuantitativo, debido que la Variable Independiente manipula directamente en la Variable Dependiente. Por lo que se establece la relación causa efecto, lo cual influye directamente en los resultados del presente estudio. De manera que, una vez procesada la información mediante el análisis de Cartas Balances nos darán indicadores que nos servirá como una herramienta para toma de decisiones para poder mejorar la productividad a nivel de cimentaciones mediante el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction en la obra, “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres, trujillo-2021”

2.2. Población:

Para el presente trabajo de investigación, se tomará como población la obra, “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres, trujillo-2021”.

2.3 Población objetivo (Muestra):

La muestra se ha determinado mediante un muestreo no probabilístico por conveniencia la cual se establece por dos partidas de cimentaciones de la obra “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres, trujillo-2021”.

Muestra: Partidas de cimentación

M1 – Partida Sub zapata – concreto $f'c=100$ Kg/cm²

M2 – Partida de concreto en zapata $f'c=210$ Kg/cm²

2.4 Técnicas, instrumentos y procedimientos de recolección de datos

La información que se tomó en campo ha sido sobre el desempeño de los trabajadores en las partidas analizadas y fue bajo el método de la observación con ayuda de técnicas e instrumentos para recopilar la información. La misma que, fue obtenida según los criterios de Serpell (2002). La cual, hace referencia a los tres tipos de categorías de trabajo (TP, TC y TNC). Esta información fue registrada en cuestionarios de campo para luego ser procesadas mediante un método informático y estadístico.

La validación de la investigación fue por medio de método “juicio de expertos”, donde 3 ingenieros especialistas en la materia dieron conformidad y validez a las variables, dimensiones e indicadores utilizados para el desarrollo del presente estudio. La carta balace, al ser un instrumento y herramienta estandarizada no requirió ser validada por no ser de autoría propia del investigador.

Por otro lado, respecto a la confiabilidad del mismo, no pertenece a la presente investigación porque no se crearon instrumentos de autoría propia, sino más bien, se utilizaron instrumentos u herramientas estandarizadas pertenecientes a la filosofía Lean Construction.

2.4.1. Trabajo Productivo (TP)

Es todo trabajo que aporta en forma directa a la producción. Ejemplo: metrado y verificado de probeta, vaciado, nivelación y alineamiento de llenado, vibrado de concreto y limpieza de área.

2.4.2. Trabajo Contributivo (TC)

Es todo apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Ejemplo: transporte de cono de Abrams, ubicación de mixer, transporte de vibrador y herramientas menores.

- Transporte de materiales (T): Considera los desplazamientos de los obreros con los materiales requeridos para la ejecución de la obra. No considera los

tramos en los cuales el trabajador camina con las manos vacías en buscar material.

- Limpieza (L): Considera labores de aseo en el lugar de trabajo, para facilitar los movimientos y actividades de los obreros.
- Instrucciones (I): En forma periódica el residente de obra, maestro mayor o superiores, entrega instrucciones de cómo ejecutar alguna actividad o supervisar las mismas; esto no aplica la detención de los trabajadores, a menos que sea necesario.
- Mediciones (M): Considera la preparación de material para encofrados, comprobación de replanteos o ubicación de estructuras requeridas para la ejecución de la obra.
- Labores de apoyo (X): Considera el resto de actividades que aporten a la ejecución de la obra, pero no se encuentren detalladas en las categorías anteriores.

2.4.3. Trabajo NO Contributivo (TNC)

Es cualquier actividad que no aporta ningún valor y que es considerado como pérdida.

Ejemplo: espera, desplazamiento de SSHH, desplazamiento a hidratación, descanso y ocio.

- Descansos (D): Detenciones a causa de agotamiento físico o para recibir alimentos o agua.
- Trabajo rehecho (R): Por falta de supervisión, instrucciones incorrectas (planos equívocos) o mala planificación de la prioridad de ciertas actividades, se debe rehacer el trabajo.
- Trabajo ocioso (O): Considera a los obreros que no se encuentran realizando actividad alguna en beneficio de la obra, existiendo actividades de apoyo que podría desarrollar.

- Viajes (V): Es el desplazamiento de los obreros a las distintas áreas de proyecto, para abastecer de materiales durante la ejecución de cada partida.
- Necesidades biológicas (B): Esta categoría se define sola.
- Actividades no productivas (Y): Considera el resto de actividades que ni aportan al proyecto y no se encuentren detalladas en las categorías anteriores.

2.4.4. Métodos, instrumentos y procedimientos de análisis de datos

Los métodos de recolección y procedimientos que se van a usar para analizar e interpretar la información, son básicamente de carácter cuantitativa.

2.4.5. Trabajo de campo

Para realizar este trabajo se tuvo que elaborar un formato apropiado para la recolección de la información in situ. De manera que, se registre mediante el método de la observación en función a los procesos constructivos y los tiempos de ejecución de la actividad a realizar.

2.4.6 Mediciones de campo

La toma de información para el presente trabajo se registró en la obra “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres, trujillo-2021”, en las partidas Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G}$ y Concreto en zapata $f_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$.

2.4.7. Los formatos de registro

Para facilitar el registro apropiado de los datos de campo, fue necesario contar con un formato impreso para la recolección de dicha información.

2.4.8. Procedimiento:

El presente trabajo de investigación tiene el siguiente objetivo general, el demostrar que, para mejorar la productividad a nivel de cimentaciones en la obra, “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA EN LA I.E. N° 80003 ANDRES AVELINO CACERES, TRUJILLO-2021”, es necesario utilizar el uso de herramientas de la Filosofía Lean Construction, como las

Cartas Balance para realizar el análisis del desempeño del personal de las cuadrillas pertenecientes a las partidas seleccionadas. De modo que, al procesar esta información y obtener estos indicadores de desempeño se pueda planificar y reprogramar dichas actividades en post de la mejora continua. De manera que nos permita cumplir con los objetivos siguientes:

1. Identificar los tres tipos de trabajos que se dan en los procesos ordenados durante la ejecución de cada partida analizada; es decir identificar los Trabajos Productivos, Contributarios y no Contributarios.
2. Determinar los procesos que originan las pérdidas que generan los sobrecostos y registrarlos como trabajos que no suman a la producción.
3. Establecer que procesos agregan valor, y hacer que tengan una secuencia lógica para lograr secuencias repetitivas para alcanzar los objetivos de un proceso de producción más eficiente.
4. Reconocer el desperdicio, es decir, identificar los procesos de trabajo que no agregan valor al trabajo productivo.
5. Identificar las variabilidades que ocurren en cada proceso ya que son eventos distintos a los previstos, los mimos que originan perdidas en los procesos constructivos.
6. Optimizar los procesos en busca constantemente de mejora de Productividad. La misma que, se busca alcanzar con la reducción de recursos utilizados en los procesos y procedimientos constructivos específicos. Lo cual, establece las bases para la mejora continua al optimizar recursos.

2.5. Aspectos éticos

Es importante mencionar los aspectos éticos considerados en toda la investigación, ya que se garantiza el respeto, honestidad e integridad al realizar la tesis, siendo lo mencionado:

- Respeto al medio ambiente. - La investigación al ser del tipo descriptiva, no daño o altero al medio ambiente, ya que no existe intervención en campo o laboratorio.
- Derechos de autor. - Cada fuente empleada y consultada ha sido citada correspondientemente, según normas APA.
- Privacidad. - Para el uso de las fuentes, se previó que sean de libre descarga, publicaciones en repositorios en las cuales los autores permitan utilizar sus trabajos.
- Origen. - Los resultados de los autores citados no han sido manipulados, ni alterados.

Capítulo III. Resultados

Durante el proceso de desarrollo del presente trabajo de investigación se tomaron datos de campo de cada tipo de trabajo (TP, TC y TNC), para identificar los tiempos de ejecución de las partidas de cimentaciones que se analizaron y cuyos resultados presentamos:

3.1 Partida Analizada: Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G.

Cuya observación y toma de datos fue realizada el 18 de octubre del 2021 a las 9:00-11:00. Además, se tuvo en cuenta el recurso humano asignado para la ejecución de las partidas. La misma que, fue de 01 operario, 02 oficiales y 08 ayudantes.

3.1.1 Sistema constructivo

Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G: Consiste en un elemento colocado en posición horizontal que tiene función estructural ya que recibe la carga de los muros y las transmite al suelo portante. Se recomienda que la profundidad del cimiento sea como mínimo de un metro y la colocación de concreto ciclópeo de resistencia indicada en los planos.

3.1.2. Reconocimiento e identificación de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios

Para desarrollar las cartas de balance en las partidas de Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G fue necesario identificar primero los distintos tipos de trabajos dentro de la partida a analizar.

Tabla 2
Trabajos de la Partida

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
Metrado y verificación de probeta	M
Vaciado	C
Nivelación y alineamiento de llenado	N
Vibrado de concreto	V
Limpieza de área	L
TRABAJO CONTRIBUTIVO (TC)	
Transporte de cono de Abrams	Tc
Ubicación de mixer	Um
Transporte de vibrador	Tv
Transporte de herramientas menores	Th
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO (TNC)	
Espera	E
Desplazamiento a SS.HH	Dsh
Desplazamiento a hidratación	Dh
Descanso	Ds
Ocio	O

Nota. En esta tabla se muestra las actividades de la partida a analizar.

3.1.3. Carta de balance de las partidas Sub zapatas – concreto $f_c=100/kg/cm^2 + 30\% P.G$
Tabla 3

Carta Balance

N° de mediciones C/3min	Operario		Oficial				Peones				
	Jimmy Polo Oliveros	Pablo Alvarado Quevedo	Jordan Chavez Herrera	Einer Andrades Rodriguez	Micky Benites Mendoza	Wiston Benites Valverde	Manuel Briceño Ciudad	Nicolas Cardenas Cruz	Freizon Carhuachin Jara	Eduardo Chaparro Sarmiento	Elias Chavez Cruzado
1	Tc	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Th
2	Tc	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Th	Th
3	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
4	Tv	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
5	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
6	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
7	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
8	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
9	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
10	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
11	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
12	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
13	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
14	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
15	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
16	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
17	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
18	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
19	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh

20	Dh										
21	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
22	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
23	Tv	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
24	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
25	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
26	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
27	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
28	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
29	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
30	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
31	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
32	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
33	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
34	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
35	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
36	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
37	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
38	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
39	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
40	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
41	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
42	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	Dsh
43	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
44	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
45	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
46	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E

47	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
48	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
49	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
50	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
51	C	N	V	E	E	E	E	L	L	L	L
52	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
53	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
54	C	N	V	L	L	L	L	E	E	E	E
55	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh
56	E	E	E	E	E	E	E	Dsh	E	E	E
57	E	E	E	E	E	E	E	E	E	Dsh	E
58	Tv	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
59	Ds	Ds	Ds	L	L	L	L	L	O	O	Ds
60	Ds	Ds	Ds	L	Dsh	L	O	Ds	L	L	L

Nota. En esta tabla se muestra el registro de actividades cada 3 minutos

3.1.4. Distribución del trabajo

Las siguientes tablas nos muestran los tiempos empleados por cada trabajador para realizar los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), los cual refleja el porqué de una baja productividad en las partidas Sub zapatas – concreto $fc=100/kg/cm^2 + 30\%$ P.G. (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos):

Tabla 4.
Distribución del trabajo por operario

Operario: Jimy Polo Oliveros			Total	%	Tiempo
TP	M	6	42	70.00%	126'
	C	36			
	N	0			
	V	0			
	L	0			
TC	Tc	2	5	8.33%	15'
	Um	0			
	Tv	3			
	Th	0			
TNC	E	8	13	21.67%	39'
	Dsh	0			
	Dh	3			
	Ds	2			
	O	0			

Oficial: Pablo Alvarado Quevedo			Total	%	Tiempo
TP	M	0	36	60.00%	108'
	C	0			
	N	36			
	V	0			
	L	0			
TC	Tc	0	2	3.33%	6'
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	17	22	36.67%	66'
	Dsh	0			
	Dh	3			
	Ds	2			
	O	0			

Peon: Micky Benites Mendoza			Total	%	Tiempo
TP	M	0	22	36.67%	66'
	C	0			
	N	0			
	V	0			
	L	22			
TC	Tc	0	2	3.33%	6'
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	32	36	60.00%	108'
	Dsh	1			
	Dh	3			
	Ds	0			
	O	0			

Peon: Wiston Benites Valverde			Total	%	Tiempo
TP	M	0	23	38.33%	69'
	C	0			
	N	0			
	V	0			
	L	23			
TC	Tc	0	2	3.33%	6'
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	32	35	58.33%	105'
	Dsh	0			
	Dh	3			
	Ds	0			
	O	0			

Peon: Nicolas Cardenas Cruz

		Total	%	Tiempo	
TP	M	0	16	26.67%	48'
	C	0			
	N	0			
	V	0			
	L	16			
TC	Tc	0	2	3.33%	6'
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	37	42	70.00%	126'
	Dsh	1			
	Dh	3			
	Ds	1			
	O	0			

Peon: Manuel Briceño Ciudad

		Total	%	Tiempo	
TP	M	0	22	36.67%	66'
	C	0			
	N	0			
	V	0			
	L	22			
TC	Tc	0	2	3.33%	6'
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	32	36	60.00%	108'
	Dsh	0			
	Dh	3			
	Ds	0			
	O	1			

Peon: Freizon Carhuachin Jara			Total	%	Tiempo
TP	M	0	16	26.67%	48'
	C	0			
	N	0			
	V	0			
	L	16			
TC	Tc	0	2	3.33%	6'
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	38	42	70.00%	126'
	Dsh	0			
	Dh	3			
	Ds	0			
	O	1			

Peon: Eduardo Chaparro Sarmiento			Total	%	Tiempo
TP	M	0	16	26.67%	48'
	C	0			
	N	0			
	V	0			
	L	16			
TC	Tc	0	2	3.33%	6'
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	37	42	70.00%	126'
	Dsh	1			
	Dh	3			
	Ds	0			
	O	1			

Peon: Elias Chavez Cruzado		Total	%	Tiempo	
TP	M	0	16	26.67%	48'
	C	0			
	N	0			
	V	0			
	L	16			
TC	Tc	0	2	3.33%	6'
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	37	42	70.00%	126'
	Dsh	1			
	Dh	3			
	Ds	1			
	O	0			

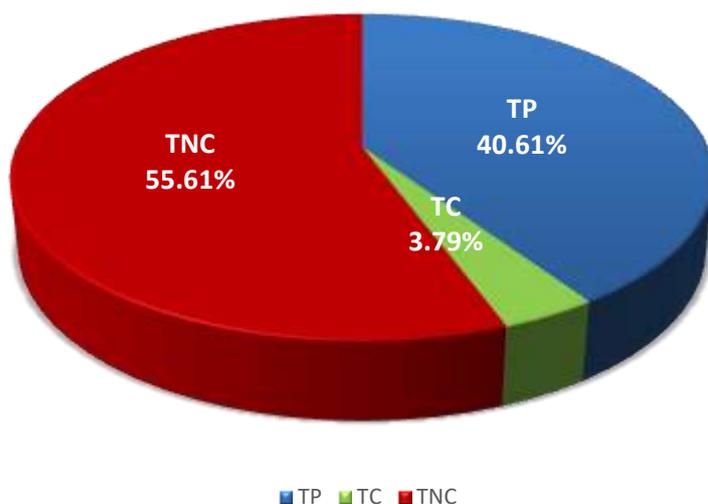
3.1.5. Resumen de la distribución del trabajo.

Realizados los cálculos de la información recolectada, se puede verificar que la distribución del trabajo de la cuadrilla de Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G. tiene una deficiente distribución de trabajos en las diferentes tareas ejecutadas como equipo, ya que se puede observar que los trabajadores realizan un porcentaje elevado de Trabajos No Contributivos 55.61%, incluso mayor a los Trabajos productivos 40.61%, esto se debe básicamente a un exceso de concentración de recurso humano para esta partida al haber una elevada cantidad de tiempo mermada en esperas, consecuencia de la demora de llegada del Camion Mixer de concreto, lo cual, en su conjunto merman su productividad en su avance diario (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos).

Tabla 5.
Resumen de la distribución del trabajo

Descripción	Muestra	% Participación	Tiempo
TP	268	40.61%	804
TC	25	3.79%	75
TNC	367	55.61%	1101
Total	660	100.00%	1101

Figura 1.
 Distribución del trabajo



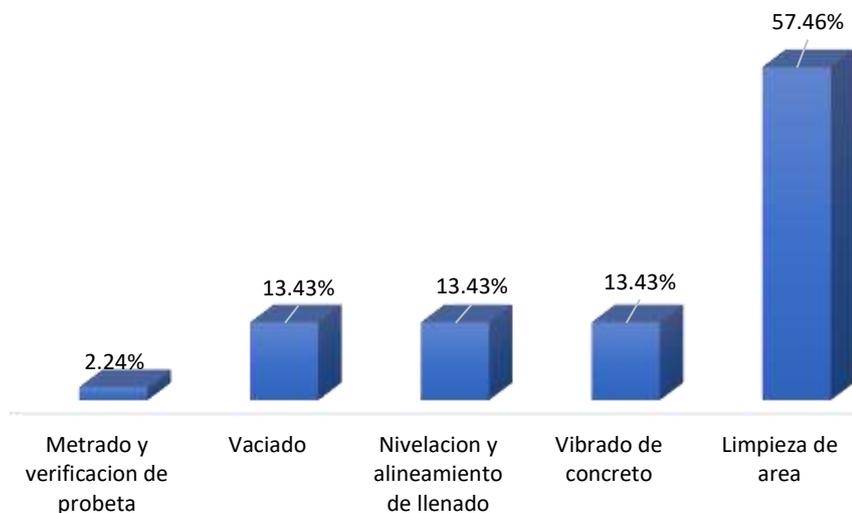
3.1.5.1 Trabajo Productivo (TP)

En este cuadro se puede observar cómo se distribuye los tiempos en las diferentes actividades productivas acorde a las actividades realizadas por los trabajadores. De manera que, del presente cuadro podemos deducir que hay un desbalance en las actividades productivas. Lo cual, genera una sobreproducción en limpieza de área 57.46% y se descuidan las actividades de Vaciado, Nivelación y alineamiento de llenado y Vibrado de concreto que suman 40.30 %, por lo que se puede deducir que no hay un balance de los trabajos entre estas actividades.

Tabla 6.
 Distribución del trabajo productivo (TP)

Trabajo Productivo (TP)	Muestra	% Participación	Tiempo
Metrado y verificación de probeta	M 6	2.24%	18'
Vaciado	C 36	13.43%	108'
Nivelación y alineamiento de llenado	N 36	13.43%	108'
Vibrado de concreto	V 36	13.43%	108'
Limpieza de área	L 154	57.46%	462'

Figura 2.
Distribución del trabajo productivo (TP)



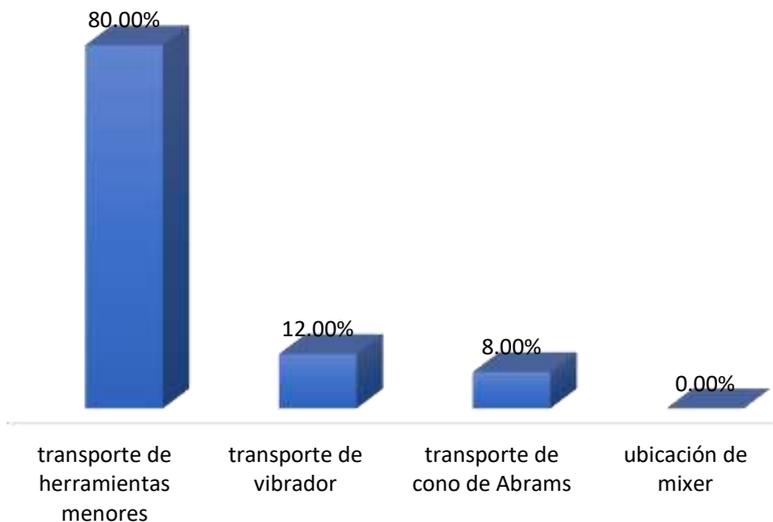
3.1.5.2 Trabajo Contributivo (TC)

Con los resultados obtenidos y plasmados en el siguiente cuadro, podemos aseverar que las actividades están desbalanceadas ya que podemos observar un alto porcentaje en actividades como transporte de herramientas 80% y un bajo porcentaje de transporte de vibrador debido al desbalance de las actividades de TP.

Tabla 7.
Distribución del trabajo contributivo (TC)

Trabajo Contributivo (TC)	Muestra	% Participación	Tiempo
transporte de herramientas menores	Th 20	80%	60
transporte de vibrador	Tv 3	12%	9
transporte de cono de Abrams	Tc 2	8%	6
ubicación de mixer	Um 0	0%	0

Figura 3.
Distribución del trabajo productivo (TP)



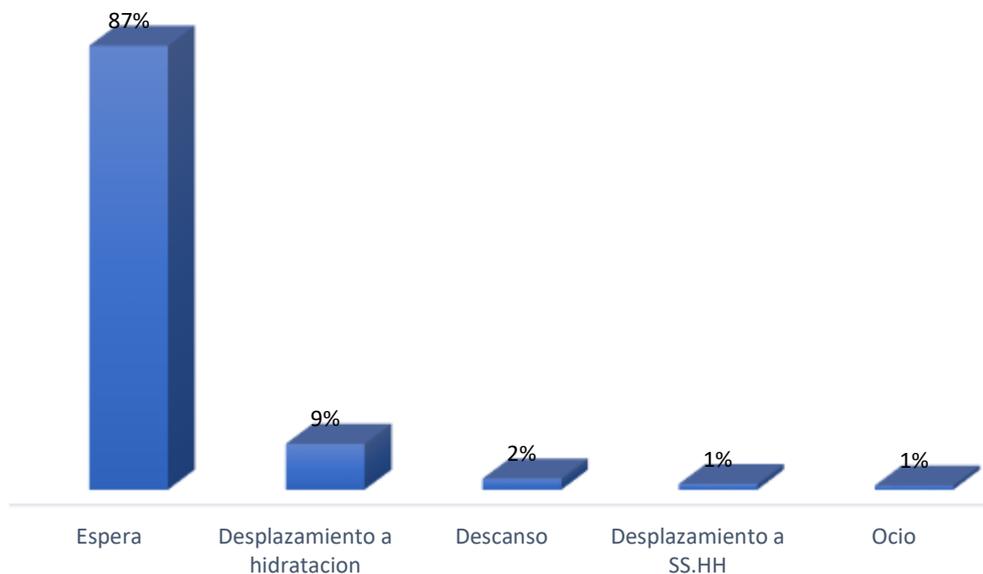
3.1.5.3 Trabajo No Contributorio (TNC)

Se aprecia alto porcentaje en actividades como espera 87% con un tiempo de 957 minutos.

Tabla 8.
Distribución del trabajo No contributorio (TNC)

Trabajo No Contributorio (TNC)		Muestra	% Participación	Tiempo
Espera	E	319	87%	957
Desplazamiento a hidratación	Dh	33	9%	99
Descanso	Ds	8	2%	24
Desplazamiento a SS.HH	Dsh	4	1%	12
Ocio	O	3	1%	9

Figura 4.
Distribución del trabajo No contributivo (TNC)

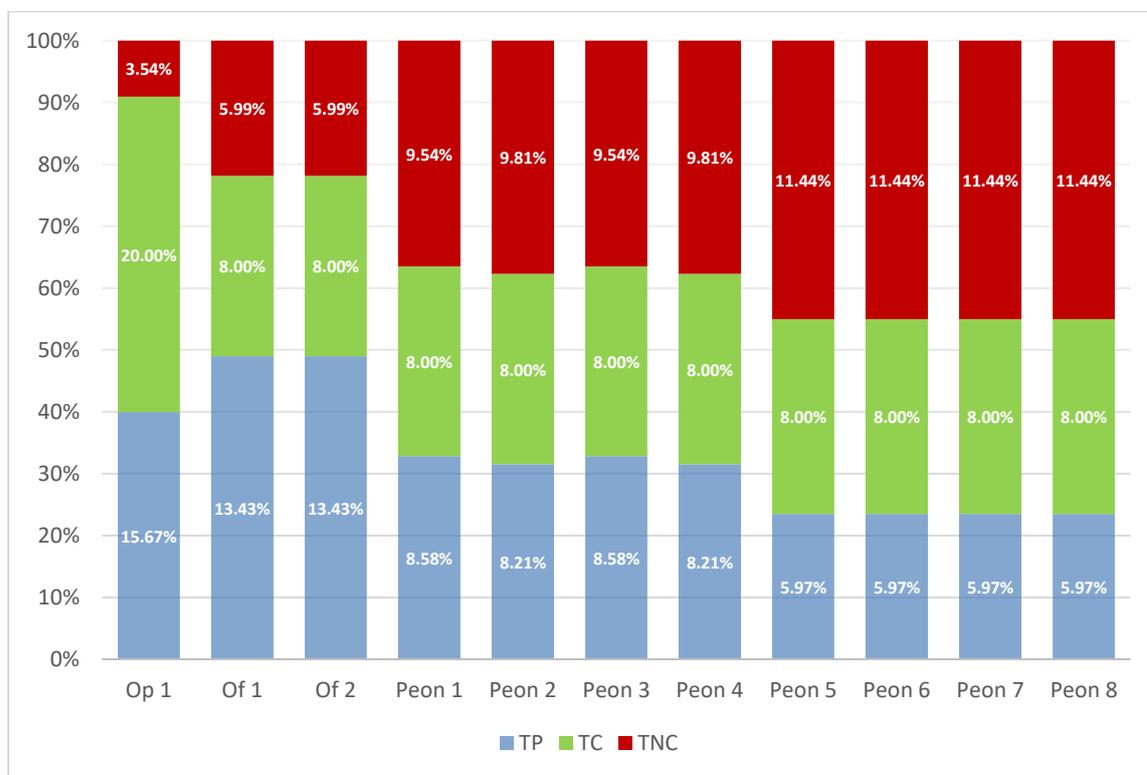


3.1.5.4 Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla

Tabla 9.
Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla

Nombre del Trabajador	Cat.	TP	TC	TNC
Jimmy Polo Oliveros	Operario	15.67%	20.00%	3.54%
Pablo Alvarado Quevedo	Oficial	13.43%	8.00%	5.99%
Jordan Chavez Herrera	Oficial	13.43%	8.00%	5.99%
Einer Andrades Rodriguez	Peon	8.58%	8.00%	9.54%
Micky Benites Mendoza	Peon	8.21%	8.00%	9.81%
Wiston Benites Valverde	Peon	8.58%	8.00%	9.54%
Manuel Briceño Ciudad	Peon	8.21%	8.00%	9.81%
Nicolas Cardenas Cruz	Peon	5.97%	8.00%	11.44%
Freizon Carhuachin Jara	Peon	5.97%	8.00%	11.44%
Eduardo Chaparro Sarmiento	Peon	5.97%	8.00%	11.44%
Elias Chavez Cruzado	Peon	5.97%	8.00%	11.44%

Figura 5.
Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla



3.2. Partida Analizada: Concreto en zapata $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.

Cuya observación y toma de datos fue realizada el 18 de octubre del 2021 a las 9:00-11:00. Además, se tuvo en cuenta el recurso humano asignado para la ejecución de las partidas. La misma que, fue de 02 operarios, 02 oficiales y 08 ayudantes.

3.2.1 Sistema constructivo

Concreto en zapata $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$: Es un tipo de cimentación superficial, que puede ser empleada en terrenos razonablemente homogéneos y de resistencias a compresión medias o altas. Consisten en un ancho prisma de hormigón (concreto) situado bajo las columnas de la estructura. Su función es transmitir al terreno las tensiones a que está sometida el resto de la estructura y anclarla. Por tanto, llevarán zapatas todas las columnas, el dimensionamiento respectivo se especifica en planos, los cuales también contemplan el uso de falsas zapatas con el fin de alcanzar el nivel especificado.

3.2.2 Reconocimiento e identificación de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios

Para desarrollar las cartas de balance en la partida Concreto en zapata $f'c=210$ kg/cm² fue necesario identificar primero los distintos tipos de trabajos dentro de la partida a analizar.

Tabla 10.

Tipos de trabajos por partdas

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
Metrado y verificación de probeta	M
Vaciado	C
Nivelación y alineamiento de llenado	N
Vibrado de concreto	V
Limpieza de área	L
TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
Transporte de cono de Abrams	Tc
Ubicación de mixer	Um
Transporte de vibrador	Tv
Transporte de herramientas menores	Th
TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS (TNC)	
Espera	E
Desplazamiento a SS.HH	Dsh
Desplazamiento a hidratación	Dh
Descanso	Ds
Ocio	O

3.2.3. Cartas de balance de la partida Concreto en zapata $f'c=210$ kg/cm², respectivamente

Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos (Tabla N°11)

Tabla 11.
Cartas de balance de la partida Concreto en zapata $f'c=210$ kg/cm², respectivamente

N° de mediciones C/3min	Operario		Oficial				Peones					
	Saul Rojas Barrios	Jimmy Polo Oliveros	Pablo Alvarado Quevedo	Jordan Chavez Herrera	Einer Andrades Rodriguez	Micky Benites Mendoza	Wiston Benites Valverde	Manuel Briceño Ciudad	Nicolas Cardenas Cruz	Freizon Carhuachin Jara	Eduardo Chaparro Sarmiento	Elias Chavez Cruzado
1	Tc	Tc	Tv	Tv	Th	Th	Th	Th	E	Th	Th	E
2	Tc	Tc	Tv	Tv	Th	Th	Th	Th	E	Th	Th	E
3	E	E	E	E	Th	Th	Th	Th	E	Th	Th	E
4	E	E	Um	E	E	E	Dsh	E	E	E	E	E
5	E	E	Um	E	E	E	Dsh	E	E	E	E	E
6	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E	E
7	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E	E
8	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
9	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
10	M	E	E	E	L	E	E	E	E	E	E	E
11	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E
12	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E
13	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E
14	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E
15	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L
16	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L
17	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L
18	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L
19	E	E	E	E	E	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	L	L
20	Dsh	Dh	Dh	E	Dsh	E	E	E	E	Dsh	Dh	Dh
21	E	E	Um	E	E	E	Dsh	E	E	E	E	E

22	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E	E
23	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E	E
24	E	E	Um	E	E	E	Dsh	E	E	E	E	E
25	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E	E
26	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E	E
27	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
28	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
29	M	E	E	E	L	E	E	E	E	E	E	E
30	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E
31	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E
32	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E
33	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E
34	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L
35	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L
36	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L
37	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L
38	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
39	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
40	Dsh	Dh	Dh	E	Dsh	E	E	E	E	Dsh	Dh	Dh
41	E	E	E	Um	E	E	Dsh	E	E	E	E	E
42	E	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E
43	E	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E
44	E	E	E	Um	E	E	Dsh	E	E	E	E	E
45	E	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E
46	E	E	E	Um	E	E	E	E	E	E	E	E
47	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
48	M	M	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

49	M	E	E	E	L	E	E	E	E	E	E	E	E
50	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E	E
51	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E	E
52	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E	E
53	C	N	V	V	L	L	L	L	E	E	E	E	E
54	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L	L
55	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L	L
56	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L	L
57	C	N	V	V	E	E	E	E	L	L	L	L	L
58	Ds	Ds	Ds	Ds	Dsh	Ds							
59	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds
60	Ds	Ds	Ds	Ds	O	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	O	O	O

3.2.4. Distribución del trabajo (Tabla N°11)

Los siguientes cuadros nos muestran los tiempos empleados por cada trabajador para realizar los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), los cual refleja el porqué de una baja productividad en la partida Concreto en zapata f'c=210 kg/cm². (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos)

Operario: Saul Rojas Barrios		Total	%	Tiempo
TP	M	9	55.00%	99'
	C	24		
	N	0		
	V	0		
	L	0		
TC	Tc	2	3.33%	6'
	Um	0		
	Tv	0		
	Th	0		
	E	20		
TNC	Dsh	2	41.67%	75'
	Dh	0		
	Ds	3		
	O	0		

Operario: Jimy Polo Oliveros		Total	%	Tiempo
TP	M	6	50.00%	90'
	C	0		
	N	24		
	V	0		
	L	0		
TC	Tc	2	3.33%	6'
	Um	0		
	Tv	0		
	Th	0		
	E	23		
TNC	Dsh	0	46.67%	84'
	Dh	2		
	Ds	3		
	O	0		

Oficial: Pablo Alvarado Quevedo		Total	%	Tiempo
TP	M	0	40.00%	72'
	C	0		
	N	0		
	V	24		
	L	0		
TC	Tc	0	20.00%	36'
	Um	10		
	Tv	2		
	Th	0		
	E	19		
TNC	Dsh	0	40.00%	72'
	Dh	2		
	Ds	3		
	O	0		

Oficial: Jordan Chavez Herrera		Total	%	Tiempo
TP	M	0	40.00%	72'
	C	0		
	N	0		
	V	24		
	L	0		
TC	Tc	0	13.33%	24'
	Um	6		
	Tv	2		
	Th	0		
	E	25		
TNC	Dsh	0	46.67%	84'
	Dh	0		
	Ds	3		
	O	0		

Peon:Einer Andrades Rodriguez		Total	%	Tiempo	
TP	M	0			
	C	0			
	N	0	15	25.00%	45'
	V	0			
	L	15			
TC	Tc	0			
	Um	0	3	5.00%	9'
	Tv	0			
	Th	3			
TNC	E	37			
	Dsh	3			
	Dh	0	42	70.00%	126'
	Ds	1			
	O	1			

Peon:Micky Benites Mendoza		Total	%	Tiempo	
TP	M	0			
	C	0			
	N	0	12	20.00%	36'
	V	0			
	L	12			
TC	Tc	0			
	Um	0	3	5.00%	9'
	Tv	0			
	Th	3			
TNC	E	41			
	Dsh	0			
	Dh	1	45	75.00%	135'
	Ds	3			
	O	0			

Peon:Wiston Benites Valverde		Total	%	Tiempo	
TP	M	0			
	C	0			
	N	0	12	20.00%	36'
	V	0			
	L	12			
TC	Tc	0			
	Um	0	3	5.00%	9'
	Tv	0			
	Th	3			
TNC	E	35			
	Dsh	6			
	Dh	1	45	75.00%	135'
	Ds	3			
	O	0			

Peon:Manuel Briceño Ciudad		Total	%	Tiempo	
TP	M	0			
	C	0			
	N	0	12	20.00%	36'
	V	0			
	L	12			
TC	Tc	0			
	Um	0	3	5.00%	9'
	Tv	0			
	Th	3			
TNC	E	41			
	Dsh	0			
	Dh	1	45	75.00%	135'
	Ds	3			
	O	0			

Peon:Nicolas Cardenas Cruz		Total	%	Tiempo	
TP	M	0			
	C	0			
	N	0	12	20.00%	36'
	V	0			
	L	12			
TC	Tc	0			
	Um	0	0	0.00%	0'
	Tv	0			
	Th	0			
TNC	E	44			
	Dsh	0			
	Dh	1	48	80.00%	144'
	Ds	3			
	O	0			

Peon.Freizon Carhuachin Jara		Total	%	Tiempo	
TP	M	0			
	C	0			
	N	0	12	20.00%	36'
	V	0			
	L	12			
TC	Tc	0			
	Um	0	3	5.00%	9'
	Tv	0			
	Th	3			
TNC	E	39			
	Dsh	2			
	Dh	1	45	75.00%	135'
	Ds	2			
	O	1			

Peon: Eduardo Chaparro Sarmiento				Peon: Elias Chavez Cruzado			
	Total	%	Tiempo		Total	%	Tiempo
M	0			M	0		
C	0			C	0		
TP N	0	21.67%	39'	TP N	0	21.67%	39'
V	0			V	0		
L	13			L	13		
Tc	0			Tc	0		
TC Um	0	5.00%	9'	TC Um	0	0.00%	0'
Tv	0			Tv	0		
Th	3			Th	0		
E	39			E	42		
Dsh	0			Dsh	0		
TNC Dh	2	73.33%	132'	TNC Dh	2	78.33%	141'
Ds	2			Ds	2		
O	1			O	1		

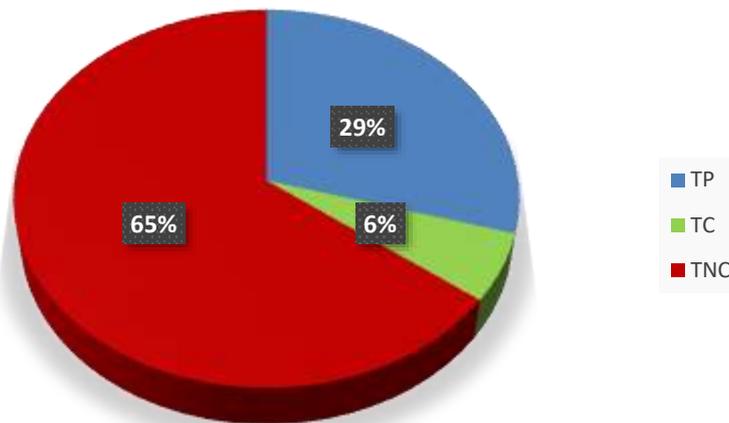
3.2.5. Resumen de la distribución del trabajo. - (Tabla N° 12)

Realizados los cálculos de la información recolectada, se puede verificar que la distribución del trabajo de la cuadrilla de Concreto en zapata $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ tiene una deficiente distribución de trabajos en las diferentes tareas ejecutadas como equipo, ya que se puede observar que los trabajadores realizan un porcentaje elevado de Trabajos No Contributorios 64.72%, incluso mayor a los Trabajos productivos 29.44%, esto se debe básicamente a un exceso de concentración de recurso humano para esta partida al haber una elevada cantidad de tiempo mermada en esperas, consecuencia de la demora de llegada del Camion Mixer de concreto, lo cual, en su conjunto merman su productividad en su avance diario (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos).

Tabla 12.
Resumen distribución del trabajo

Descripción	Muestra	% Participación	Tiempo
TP	212	29.44%	636'
TC	42	5.83%	126'
TNC	466	64.72%	1398'
Total	720	100.00%	2160'

Figura 6.
Distribución de los trabajos

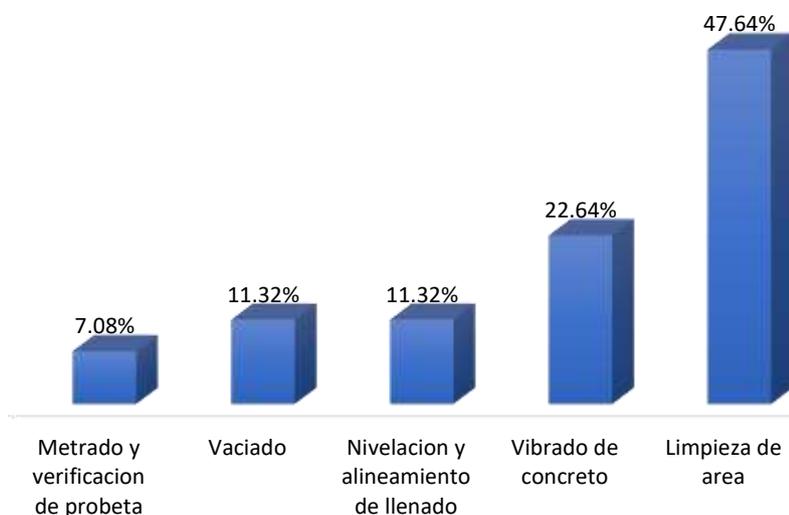


3.2.5.1 Trabajo Productivo (TP) (Tabla N°13)

En este cuadro se puede observar cómo se distribuye los tiempos en las diferentes actividades productivas acorde a las actividades realizadas por los trabajadores. De manera que, del presente cuadro podemos deducir que hay un desbalance en las actividades productivas. Lo cual, genera una sobreproducción en limpieza de área 47.64% y se descuidan las actividades de Vaciado, Nivelación y alineamiento de llenado y Vibrado de concreto que suman 45.28 %, por lo que se puede deducir que no hay un balance de los trabajos entre estas actividades.

Tabla 13.
Distribución del Trabajo Productivo (TP)

Trabajo Productivo (TP)	Muestra	% Participación	Tiempo
Metrado y verificación de probeta	M 15	7.08%	45
Vaciado	C 24	11.32%	72
Nivelación y alineamiento de llenado	N 24	11.32%	72
Vibrado de concreto	V 48	22.64%	144
Limpieza de área	L 101	47.64%	303

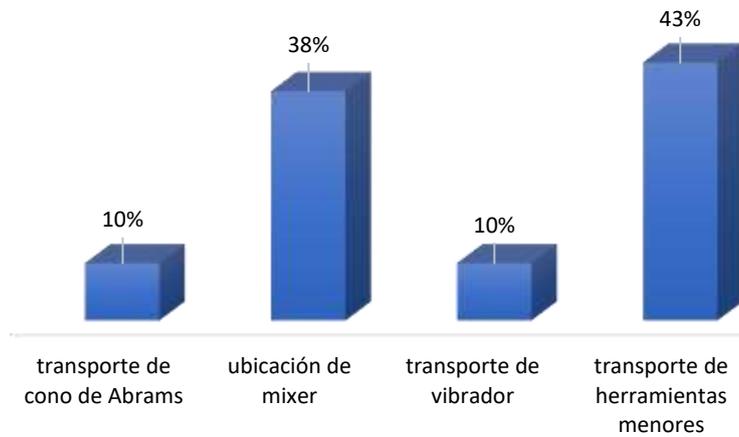
Figura N° 7.
Trabajo Productivo (TP)


3.2.5.2 Trabajo Contributivo (TC) (Tabla N°14)

Con los resultados obtenidos y plasmados en el siguiente cuadro, podemos aseverar que las actividades están desbalanceadas ya que podemos observar un alto porcentaje en actividades como transporte de herramientas 43% y un bajo porcentaje de transporte de vibrador debido al desbalance de las actividades de TP.

Trabajo Contributivo (TC)		Muestra	% Participación	Tiempo
Transporte de cono de Abrams	Tc	4	10%	12
Ubicación de mixer	Um	16	38%	48
Transporte de vibrador	Tv	4	10%	12
Transporte de herramientas Menores	Th	18	43%	54

Figura N° 8
Trabajo contributorio (TP)

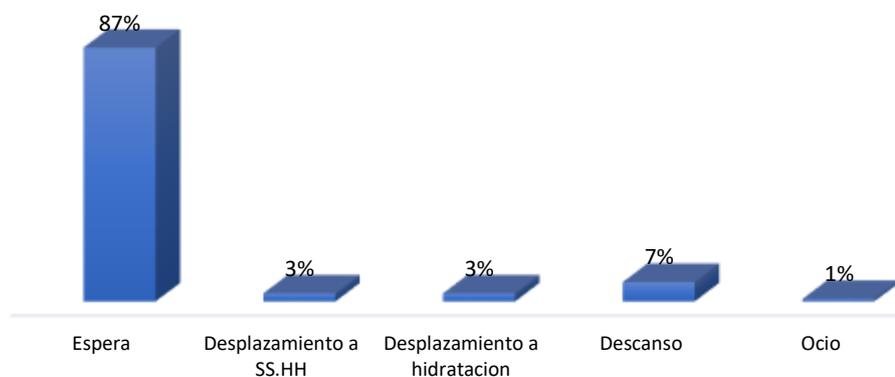


3.2.5.3 Trabajo No Contributorio (TC) (Tabla N°15)

Se aprecia alto porcentaje en actividades como espera 87% con un tiempo de 1215 minutos.

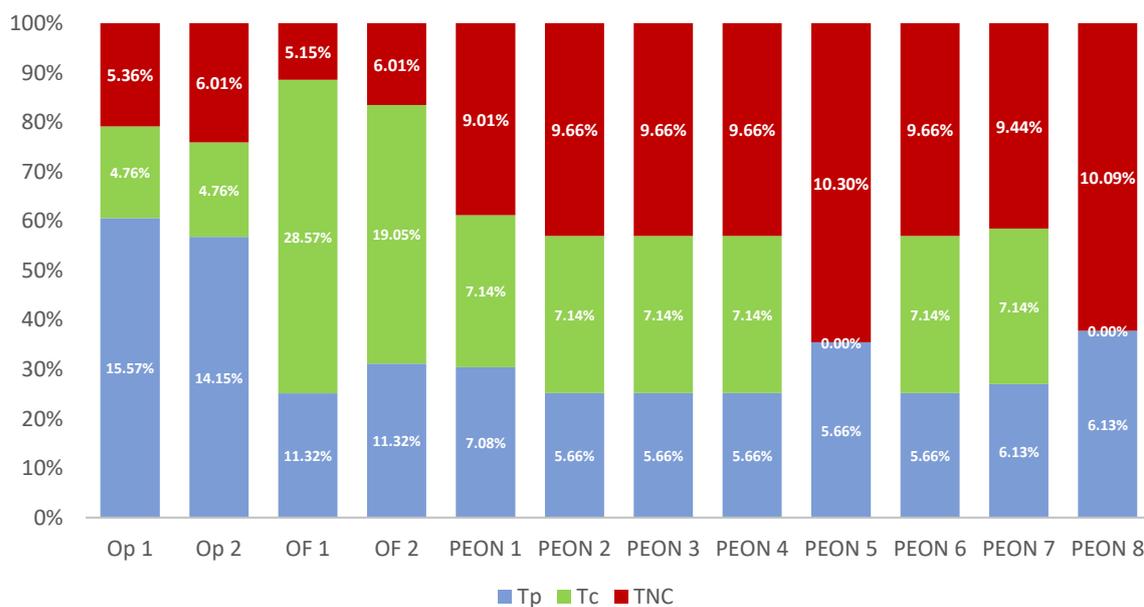
Trabajo No Contributorio (TNC)		Muestra	% Participación	Tiempo
Espera	E	405	87%	1215
Desplazamiento a SS.HH	Dsh	13	3%	39
Desplazamiento a hidratacion	Dh	13	3%	39
Descanso	Ds	31	7%	93
Ocio	O	4	1%	12

Figura N° 9
Trabajo No Contributorio (TNC)



3.2.5.3 Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla.- (Tabla N° 16)

Nombres y apellidos	Cat.	Tp	Tc	TNC
Saul Rojas Barrios	Op 1	15.57%	4.76%	5.36%
Jimmy Polo Oliveros	Op 2	14.15%	4.76%	6.01%
Pablo Alvarado Quevedo	OF 1	11.32%	28.57%	5.15%
Jordan Chavez Herrera	OF 2	11.32%	19.05%	6.01%
Einer Andrades Rodriguez	PEON 1	7.08%	7.14%	9.01%
Micky Benites Mendoza	PEON 2	5.66%	7.14%	9.66%
Wiston Benites Valverde	PEON 3	5.66%	7.14%	9.66%
Manuel Briceño Ciudad	PEON 4	5.66%	7.14%	9.66%
Nicolas Cardenas Cruz	PEON 5	5.66%	0.00%	10.30%
Freizon Carhuachin Jara	PEON 6	5.66%	7.14%	9.66%
Eduardo Chaparro Sarmiento	PEON 7	6.13%	7.14%	9.44%
Elias Chavez Cruzado	PEON 8	6.13%	0.00%	10.09%

FIGURA N° 10
Nivel de Actividad de cada Componente de la Cuadrilla


3.3. Análisis de los resultados obtenidos

Luego de revisar los resultados generales del procesamiento y análisis de los datos obtenidos en el campo de las partidas de Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G}$ y Concreto en zapata $f_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$ de la obra, “Mejoramiento del Servicio de Educación Primaria en la I.E. N° 80003 Andrés Avelino Cáceres, Trujillo-2021”. Se llegó a la conclusión que hay una baja eficiencia en las actividades realizadas por los trabajadores en las partidas mencionadas. Por lo que, se planteó una reconstrucción en la asignación de los tipos de trabajos específicos de cada integrante de los equipos que laboran en las partidas analizadas: Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G}$ y Concreto en zapata $f_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$, para que sean más eficientes en las labores asignadas y mejorar su productividad.

Para conseguir este objetivo, se requirió evaluar los resultados obtenidos mediante el uso de la herramienta de Cartas de Balance de una forma detallada, para luego proceder a realizar programaciones cortas y hacer el seguimiento a estas actividades mediante la herramienta de último planificador de a Filosofía Lean Construction.

Con esta reestructuración de secuencias de trabajos, teóricamente se debería mejorar la productividad en estas partidas analizadas. Por tanto, para verificar se realizará una nueva medición de los desempeños de la mano de obra de los integrantes de las cuadrillas, para luego compararlas con los primeros resultados. De manera que, para lograr nuestro objetivo se presentarán a continuación los resultados de estas nuevas mediciones de desempeño mediante el uso de las herramientas de la Filosofía Lean Construcción.

3.3.1 Partida Analizada

Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G}$, cuya observación y toma de datos fue realizada el 20 de octubre del 2021 a las 9:00-11:00. Para esta nueva medición se tomó en consideración una nueva cuadrilla para la ejecución de la partida, la misma, que fue de 01 operario, 02 oficiales y 04 ayudantes.

3.3.1.1 Reconocimiento e identificación de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios

Para desarrollar las cartas de balance en las partidas de Sub zapatas – concreto

$f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G fue necesario identificar primero los distintos tipos de trabajos dentro de la partida a analizar. (Tabla N° 17)

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
Metrado y verificación de probeta	M
Vaciado	C
Nivelación y alineamiento de llenado	N
Vibrado de concreto	V
Limpieza de área	L
TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
Transporte de cono de Abrams	Tc
Ubicación de mixer	Um
Transporte de vibrador	Tv
Transporte de herramientas menores	Th
TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS (TNC)	
Espera	E
Desplazamiento a SS.HH	Dsh
Desplazamiento a hidratación	Dh
Descanso	Ds
Ocio	O

3.3.1.2 Carta de balance de las partidas Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G.

Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos (Tabla N°18)

N° de mediciones C/3min	Operario	Oficial			Peones		
	Jimmy Polo Oliveros	Pablo Alvarado Quevedo	Jordan Chavez Herrera	Einer Andrades Rodriguez	Micky Benites Mendoza	Wiston Benites Valverde	Manuel Briceño Ciudad
1	Tc	Th	Th	Th	Th	Th	Th
2	Tc	Th	Th	Th	Th	Th	Th
3	E	Th	Th	E	E	E	E
4	Tv	Th	Th	E	E	E	E
5	M	Th	Th	E	E	E	E
6	M	Th	Th	E	E	E	E
7	M	E	E	E	E	E	E
8	C	Um	V	L	L	L	L
9	C	Um	V	L	L	L	L
10	C	Um	V	L	L	L	L
11	C	Um	V	L	L	L	L
12	C	N	V	L	L	L	L
13	C	N	V	L	L	L	L

14	C	N	V	L	L	L	L
15	C	N	V	L	L	L	L
16	C	N	V	L	L	L	L
17	C	N	V	L	L	L	L
18	C	N	V	L	L	L	L
19	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh
20	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh
21	E	E	E	E	E	E	E
22	E	E	E	E	E	E	E
23	Tv	Um	E	E	E	E	E
24	M	E	Um	E	E	E	E
25	M	E	Um	E	E	E	E
26	C	N	Um	L	L	L	L
27	C	N	Um	L	L	L	L
28	C	N	Um	L	L	L	L
29	C	N	Um	L	L	L	L
30	C	N	V	L	L	L	L
31	C	N	V	L	L	L	L
32	C	N	V	L	L	L	L
33	C	N	V	L	L	L	L
34	C	N	V	L	L	L	L
35	C	N	V	L	L	L	L
36	C	N	V	L	L	L	L
37	C	N	V	L	L	L	L
38	C	N	V	L	L	L	L
39	E	E	E	E	E	E	E
40	E	Um	E	E	E	E	E
41	E	Um	E	E	E	E	E
42	M	V	Um	E	E	E	E
43	C	V	Um	L	L	L	L
44	C	V	Um	L	L	L	L
45	C	N	V	L	L	L	L
46	C	N	V	L	L	L	L
47	C	N	V	L	L	L	L
48	C	N	V	L	L	L	L
49	C	N	V	L	L	L	L
50	C	N	V	L	L	L	L
51	C	N	V	L	L	L	L
52	C	N	V	L	L	L	L
53	C	N	V	L	L	L	L
54	C	N	V	L	L	L	L
55	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh	Dh
56	E	E	E	E	E	E	E
57	E	E	E	E	E	E	E
58	Tv	E	E	L	L	L	L
59	Ds	Ds	Ds	L	L	L	L
60	Ds	Ds	Ds	L	Dsh	L	O

3.3.1.3 Distribución del trabajo.- (Tabla N° 19)

Los siguientes cuadros nos muestran los tiempos empleados por cada trabajador para realizar los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), los cual refleja el porqué de una baja

productividad en las partidas Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G. (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos).

Operario:Jimmy Polo Oliveros					Oficial:Pablo Alvarado Quevedo				
		Total	%	Tiempo		Total	%	Tiempo	
TP	M	6			TP	M	0		
	C	36				C	0		
	N	0	42	70.00%		N	30	33	55.00%
	V	0				V	3		
	L	0				L	0		
TC	Tc	2			TC	Tc	0		
	Um	0	5	8.33%		Um	7	13	21.67%
	Tv	3				Tv	0		
	Th	0				Th	6		
TNC	E	8			TNC	E	9		
	Dsh	0				Dsh	0		
	Dh	3	13	21.67%		Dh	3	14	23.33%
	Ds	2				Ds	2		
	O	0				O	0		

Oficial:Jordan Chavez Herrera					Peon:Einer Andrades Rodriguez				
		Total	%	Tiempo		Total	%	Tiempo	
TP	M	0			TP	M	0		
	C	0				C	0		
	N	0	30	50.00%		N	0	39	65.00%
	V	30				V	0		
	L	0				L	39		
TC	Tc	0			TC	Tc	0		
	Um	9	15	25.00%		Um	0	2	3.33%
	Tv	0				Tv	0		
	Th	6				Th	2		
TNC	E	10			TNC	E	16		
	Dsh	0				Dsh	0		
	Dh	3	15	25.00%		Dh	3	19	31.67%
	Ds	2				Ds	0		
	O	0				O	0		

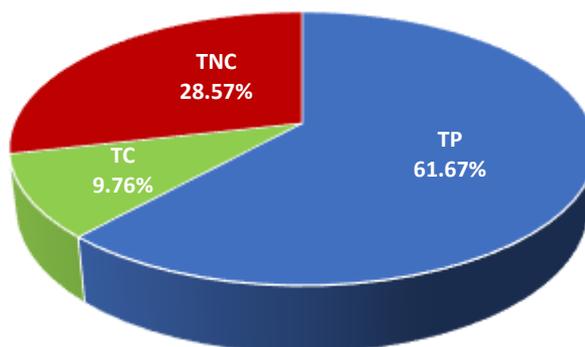
Peon:Wiston Benites Valverde		Total	%	Tiempo	
TP	M	0	39	65.00%	117
	C	0			
	N	0			
	V	0			
	L	39			
TC	Tc	0	2	3.33%	6
	Um	0			
	Tv	0			
	Th	2			
TNC	E	16	19	31.67%	57
	Dsh	0			
	Dh	3			
	Ds	0			
	O	0			

3.3.1.4 Resumen de la distribución del trabajo.- (Tabla N° 20)

Realizados los cálculos de la información recolectada, se puede verificar que la distribución del trabajo de la cuadrilla de Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G. tiene una eficiente distribución de trabajos en las diferentes tareas ejecutadas como equipo, ya que se puede observar que los trabajadores realizan un porcentaje elevado de Trabajos Productivos 61.67%, incluso mayor a los Trabajos No Contributivos 28.57%, revertiendo los resultados de la primera muestra, esto básicamente a la corrección del exceso de concentración de recurso humano, y al reducir la cantidad de personal para esta partida mitiga cantidad de tiempo mermada en esperas, consecuencia de la demora de llegada del Camión Mixer de concreto (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos).

Descripción	Muestra	% Participación	Tiempo
TP	259	61.67%	777'
TC	41	9.76%	123'
TNC	120	28.57%	360'
Totales	420	100.00%	1260'

FIGURA N° 11
Distribución del Trabajo

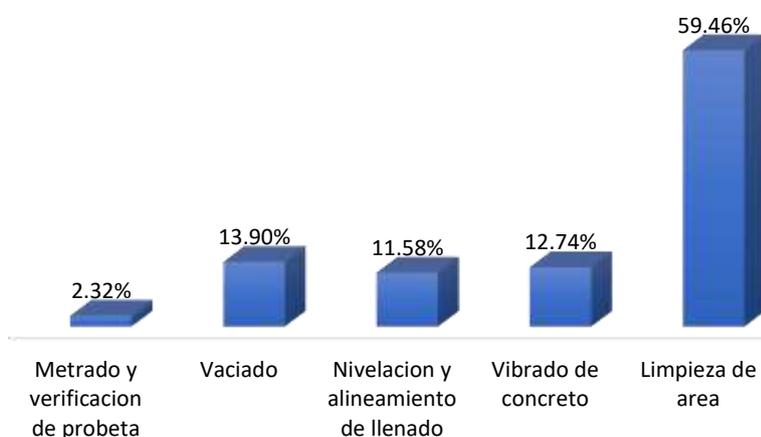


3.3.1.4.1 Trabajo Productivo (TP).- (Tabla N°21)

En este cuadro se puede observar cómo se distribuye los tiempos en las diferentes actividades productivas acorde a las actividades realizadas por los trabajadores. De manera que, del presente cuadro podemos deducir que hay un mejor balance en las actividades productivas.

Trabajo Productivo (TP)	Muestra	% Participación	Tiempo
Metrado y verificación de probeta	M 6	2.32%	18'
Vaciado	C 36	13.90%	108'
Nivelación y alineamiento de llenado	N 30	11.58%	90'
Vibrado de concreto	V 33	12.74%	99'
Limpieza de área	L 154	59.46%	462'

FIGURA N° 12
Trabajo productivo (TP)

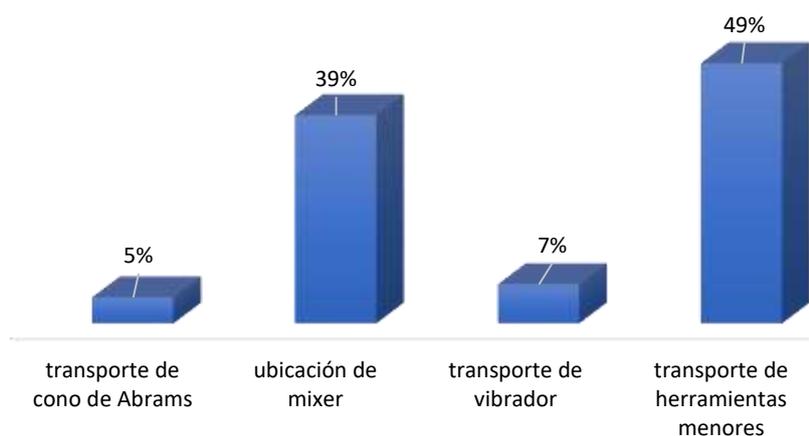


3.3.1.4.2 Trabajo Contributorio (TC) (Tabla N°22)

Con los resultados obtenidos y plasmados en el siguiente cuadro, podemos aseverar que las actividades han mejorado su balance ya que podemos observar un mayor porcentaje en actividades como Ubicación de Mixer 39% que en la primera muestra era de 0%.

Trabajo Contributorio (TC)	Muestra	% Participación	Tiempo
Transporte de cono de Abrams	Tc	4.9%	6'
Ubicación de mixer	Um	39.0%	48'
Transporte de vibrador	Tv	7.3%	9'
Transporte de herramientas menores	Th	48.8%	60'

FIGURA N° 13
Trabajo Contributorio (TC)

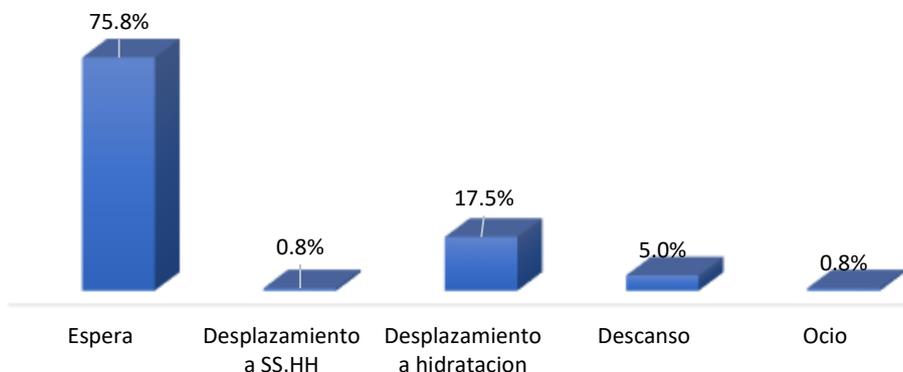


3.3.1.4.3 Trabajo No Contributorio (TNC) (Tabla N°23)

Se aprecia mejor porcentaje en actividades como espera 75.8% con una reducción de tiempo de 957 a 273 minutos.

Trabajo No Contributorio (TNC)	Muestra	% Participación	Tiempo
Espera	E	75.8%	273'
Desplazamiento a SS.HH	Dsh	0.8%	3'
Desplazamiento a hidratacion	Dh	17.5%	63'
Descanso	Ds	5.0%	18'
Ocio	O	0.8%	3'

Trabajo No Contributorio (TNC) Gráfico N° 14

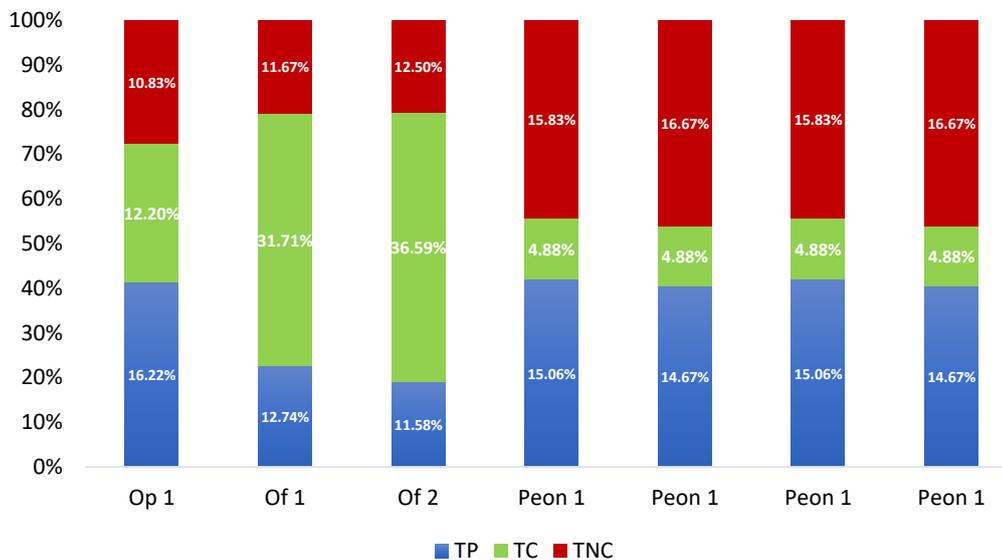


3.3.1.4.4 Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla. - (Tabla N° 24)

Nombres y Apellidos	Cat.	TP	TC	TNC
Jimmy Polo Oliveros	Op 1	16.22%	12.20%	10.83%
Pablo Alvarado Quevedo	Of 1	12.74%	31.71%	11.67%
Jordan Chavez Herrera	Of 2	11.58%	36.59%	12.50%
Einer Andrades Rodriguez	Peon 1	15.06%	4.88%	15.83%
Micky Benites Mendoza	Peon 1	14.67%	4.88%	16.67%
Wiston Benites Valverde	Peon 1	15.06%	4.88%	15.83%
Manuel Briceño Ciudad	Peon 1	14.67%	4.88%	16.67%

FIGURA N° 15

Nivel de Actividad de cada Componente de la Cuadrilla



3.3.2 Partida Analizada

Concreto en zapata $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$, cuya observación y toma de datos fue realizada realizada el 21 de octubre del 2021 a las 9:00-11:00. Para esta nueva medición se tomó en consideración una nueva cuadrilla para la ejecución de la partida, la misma, que fue de 02 operarios, 02 oficiales y 04 ayudantes.

3.3.2.1. Reconocimiento e identificación de los trabajos productivos, contributivos y no contributivos.

Para desarrollar las cartas de balance en la partida Concreto en zapata $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ fue necesario identificar primero los distintos tipos de trabajos dentro de la partida a analizar. (Tabla N° 25)

TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
Metrado y verificación de probeta	M
Vaciado	C
Nivelación y alineamiento de llenado	N
Vibrado de concreto	V
Limpieza de área	L
TRABAJO CONTRIBUTIVO (TC)	
Transporte de cono de Abrams	Tc
Ubicación de mixer	Um
Transporte de vibrador	Tv
Transporte de herramientas menores	Th
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO (TNC)	
Espera	E
Desplazamiento a SS.HH	Dsh
Desplazamiento a hidratación	Dh
Descanso	Ds
Ocio	O

3.3.2.2 Carta de balance de las partidas Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$

Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos (Tabla N°26)

N° de mediciones C/3min	Operario		Oficial		Peones			
	Saul Rojas Barrios	Jimmy Polo Oliveros	Pablo Alvarado Quevedo	Jordan Chavez Herrera	Einer Andrades Rodriguez	Micky Benites Mendoza	Wiston Benites Valverde	Manuel Briceño Ciudad
1	Tc	Tc	Tv	Tv	Th	Th	Th	Th
2	Tc	Tc	Tv	Tv	Th	Th	Th	Th
3	E	E	E	E	Th	Th	Th	Th
4	E	E	Um	E	Th	Th	Dsh	Th
5	E	E	Um	E	E	E	Dsh	Th
6	E	E	Um	E	E	E	Th	E
7	E	E	Um	E	E	E	Th	E
8	M	M	E	E	E	E	E	E
9	M	M	E	E	E	E	E	E
10	M	E	E	E	L	E	E	E
11	C	N	V	V	L	L	L	L
12	C	N	V	V	L	L	L	L
13	C	N	V	V	L	L	L	L
14	C	N	V	V	L	L	L	L
15	C	N	V	V	L	L	L	L
16	C	N	V	V	L	L	L	L
17	C	N	V	V	L	L	L	L
18	C	N	V	V	L	L	L	L
19	E	E	E	E	E	Dh	Dh	Dh
20	Dsh	Dh	Dh	E	Dsh	L	E	L
21	E	E	Um	E	L	L	Dsh	L
22	E	E	Um	E	L	L	E	L
23	E	E	Um	E	L	L	E	L
24	E	E	Um	E	L	E	Dsh	E
25	E	E	Um	E	E	E	E	E
26	E	E	Um	E	E	E	E	E
27	M	M	E	E	E	E	E	E
28	M	M	E	E	E	E	E	E
29	M	E	E	E	E	E	L	E
30	C	N	V	V	L	L	L	E
31	C	N	V	V	L	L	L	L
32	C	N	V	V	L	L	L	L
33	C	N	V	V	L	L	L	L
34	C	N	V	V	L	L	L	L
35	C	N	V	V	L	L	L	L
36	C	N	V	V	L	L	L	L
37	C	N	V	V	L	L	L	L
38	E	E	E	E	E	E	L	E
39	E	E	E	E	E	E	E	E
40	Dsh	Dh	Dh	E	Dsh	E	E	L
41	E	E	E	Um	E	E	Dsh	L
42	E	E	E	Um	E	E	E	L
43	E	E	E	Um	E	E	E	E
44	E	E	E	Um	E	E	Dsh	E
45	E	E	E	Um	E	E	E	E
46	E	E	E	Um	E	E	E	E
47	M	M	E	E	E	E	E	E
48	M	M	E	E	E	E	E	E
49	M	E	E	E	E	E	E	E

50	C	N	V	V	L	L	L	L
51	C	N	V	V	L	L	L	L
52	C	N	V	V	L	L	L	L
53	C	N	V	V	L	L	L	L
54	C	N	V	V	L	L	L	L
55	C	N	V	V	L	L	L	L
56	C	N	V	V	L	L	L	L
57	C	N	V	V	L	L	L	L
58	Ds	Ds	Ds	Ds	Dsh	Ds	Ds	Ds
59	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds	Ds
60	Ds	Ds	Ds	Ds	O	Ds	Ds	Ds

3.3.2.3 Distribución del trabajo. -(Tabla N° 27)

Los siguientes cuadros nos muestran los tiempos empleados por cada trabajador para realizar los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), los cual refleja el porqué de una baja productividad en las partidas Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G. (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos)

Operario:Saul Rojas Barrios					Operario:Jimmy Polo Oliveros						
		Total	%	Tiempo		Total	%	Tiempo			
TP	M	9	33	55.00%	99'	TP	M	6	30	50.00%	90'
	C	24									
	N	0									
	V	0									
	L	0									
TC	Tc	2	2	3.33%	6'	TC	Tc	2	2	3.33%	6'
	Um	0									
	Tv	0									
	Th	0									
TNC	E	20	25	41.67%	75'	TNC	E	23	28	46.67%	84'
	Dsh	2									
	Dh	0									
	Ds	3									
	O	0									

Oficial:Pablo Alvarado Quevedo					Oficial:Jordan Chavez Herrera						
		Total	%	Tiempo		Total	%	Tiempo			
TP	M	0	24	40.00%	72	TP	M	0	24	40.00%	72
	C	0									
	N	0									
	V	24									
	L	0									
TC	Tc	0	12	20.00%	36	TC	Tc	0	8	13.33%	24
	Um	10									
	Tv	2									
	Th	0									
TNC	E	19	24	40.00%	72	TNC	E	25	28	46.67%	84
	Dsh	0									
	Dh	2									
	Ds	3									
	O	0									

Peon:Einer Andrades Rodriguez		Total	%	Tiempo
TP	M	0	48.33%	87
	C	0		
	N	0		
	V	0		
	L	29		
TC	Tc	0	6.67%	12
	Um	0		
	Tv	0		
	Th	4		
TNC	E	22	45.00%	81
	Dsh	3		
	Dh	0		
	Ds	1		
	O	1		

Peon:Micky Benites Mendoza		Total	%	Tiempo
TP	M	0	46.67%	84
	C	0		
	N	0		
	V	0		
	L	28		
TC	Tc	0	6.67%	12
	Um	0		
	Tv	0		
	Th	4		
TNC	E	24	46.67%	84
	Dsh	0		
	Dh	1		
	Ds	3		
	O	0		

Peon:Wiston Benites Valverde		Total	%	Tiempo
TP	M	0	43.33%	78
	C	0		
	N	0		
	V	0		
	L	26		
TC	Tc	0	8.33%	15
	Um	0		
	Tv	0		
	Th	5		
TNC	E	19	48.33%	87
	Dsh	6		
	Dh	1		
	Ds	3		
	O	0		

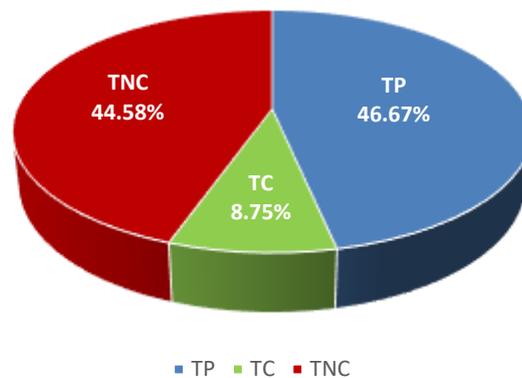
Peon:Manuel Briceño Ciudad		Total	%	Tiempo
TP	M	0	50.00%	90
	C	0		
	N	0		
	V	0		
	L	30		
TC	Tc	0	8.33%	15
	Um	0		
	Tv	0		
	Th	5		
TNC	E	21	41.67%	75
	Dsh	0		
	Dh	1		
	Ds	3		
	O	0		

3.3.2.4 Resumen de la distribución del trabajo. - (Tabla N° 28)

Realizados los cálculos de la información recolectada, se puede verificar que la distribución del trabajo de la cuadrilla de Concreto en zapata $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ tiene una mejor distribución de trabajos en las diferentes tareas ejecutadas como equipo, ya que se puede observar que los trabajadores realizan un porcentaje elevado de Trabajos Productivos 46.67% y Contributorios 8.75%, mayor a los Trabajos No Contributivos 44.58%, revertiendo los resultados de la primera muestra, (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos).

Descripción	Muestra	% Participación	Tiempo
TP	224	46.67%	672'
TC	42	8.75%	126'
TNC	214	44.58%	642'
Totales	480	100.00%	1440'

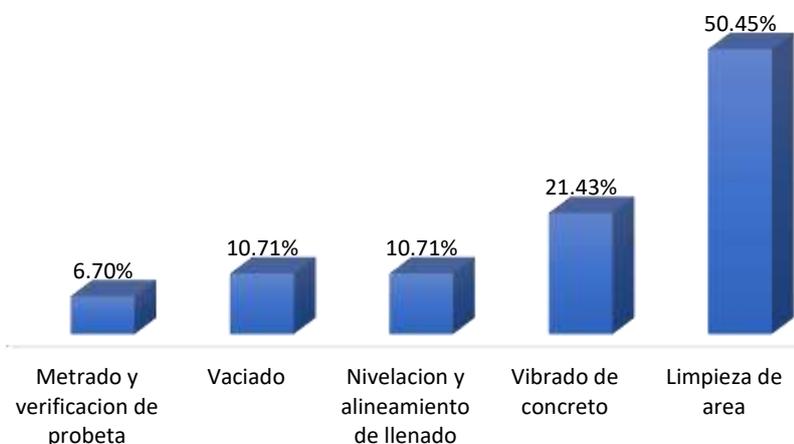
FIGURA N° 16
Redistribución del Trabajo



3.3.2.4.1 Trabajo Productivo (TP) (Tabla N°29)

Trabajo Productivo (TP)	Muestra	% Participación	Tiempo
Metrado y verificación de probeta	M 15	6.70%	45'
Vaciado	C 24	10.71%	72'
Nivelación y alineamiento de llenado	N 24	10.71%	72'
Vibrado de concreto	V 48	21.43%	144'
Limpieza de área	L 113	50.45%	339'

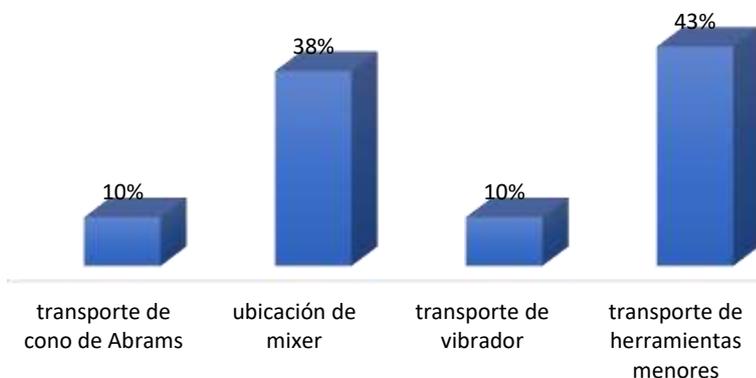
FIGURA N° 17
Trabajo Productivo (TP)



3.3.2.4.2 Trabajo Contributorio (TC) (Tabla N°30)

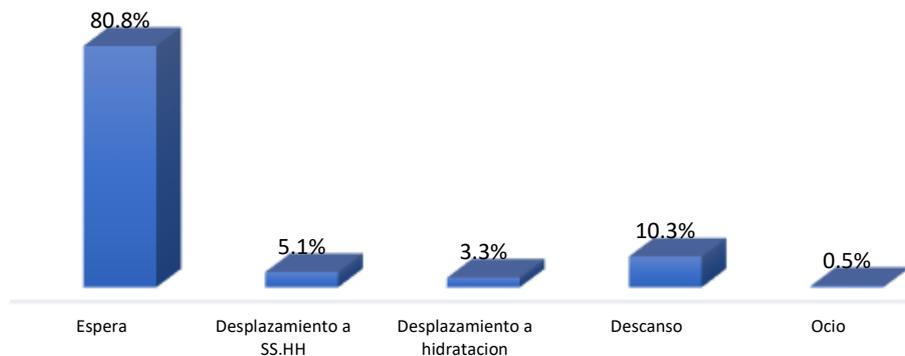
Trabajo Contributorio (TC)	Muestra	% Participación	Tiempo	
transporte de cono de Abrams	Tc	4	9.5%	12'
ubicación de mixer	Um	16	38.1%	48'
transporte de vibrador	Tv	4	9.5%	12'
transporte de herramientas menores	Th	18	42.9%	54'

FIGURA N° 18
Trabajo Contributorio (TC)



3.3.2.4.2 Trabajo No Contributorio (TNC) (Tabla N°31)

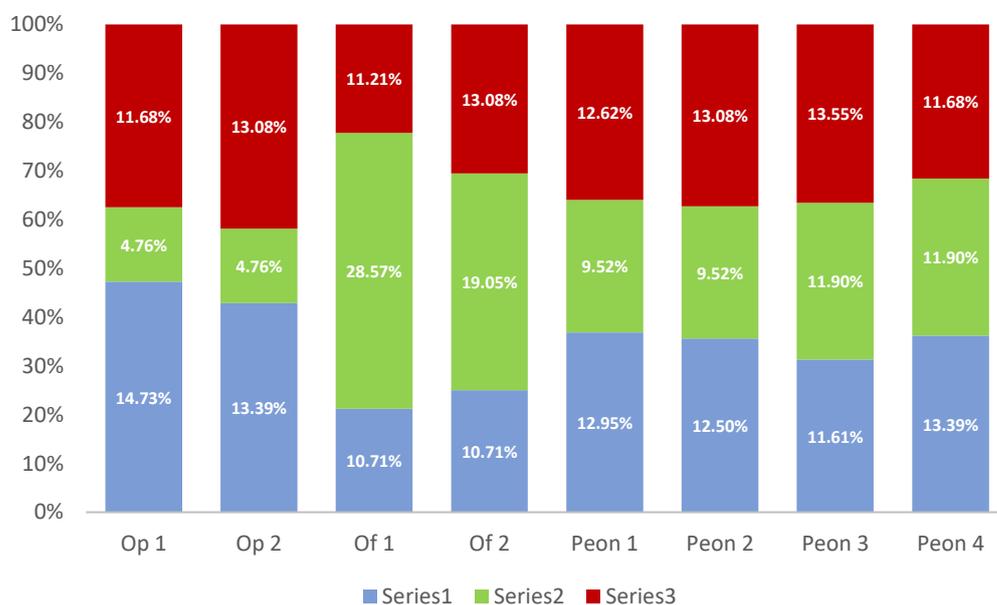
Trabajo No Contributorio (TNC)	Muestra	% Participación	Tiempo
Espera	E	80.8%	519
Desplazamiento a SS.HH	Dsh	5.1%	33
Desplazamiento a hidratacion	Dh	3.3%	21
Descanso	Ds	10.3%	66
Ocio	O	0.5%	3

FIGURA N° 19
Trabajo No Contributorio (TNC)

_3.3.2.4.2 Nivel de Actividad de cada componente de la Cuadrilla. - (Tabla N° 32)

Nombres y Apellidos	Cat.	TP	TC	TNC
Saul Rojas Barrios	Op 1	14.73%	4.76%	11.68%
Jimmy Polo Oliveros	Op 2	13.39%	4.76%	13.08%
Pablo Alvarado Quevedo	Of 1	10.71%	28.57%	11.21%
Jordan Chavez Herrera	Of 2	10.71%	19.05%	13.08%
Einer Andrades Rodriguez	Peon 1	12.95%	9.52%	12.62%
Micky Benites Mendoza	Peon 2	12.50%	9.52%	13.08%
Wiston Benites Valverde	Peon 3	11.61%	11.90%	13.55%
Manuel Briceño Ciudad	Peon 4	13.39%	11.90%	11.68%

FIGURA N° 20

Nivel de Actividad de cada Componente de la Cuadrilla



Capítulo IV. Discusión y Conclusiones

4.1. Discusión

Los resultados de la investigación de carácter cuasi experimental, según el diseño planteado, por cuanto establece una relación directa de causa – efecto. Con el uso de la herramienta de Cartas de Balance se pudo establecer indicadores que nos permitieron mejorar la distribución de las tareas asignadas al personal. Lo cual mejoró la productividad de las partidas: Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G}$ y Concreto en zapata $f_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$, la obra, “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA EN LA I.E. Nº 80003 ANDRES AVELINO CACERES, TRUJILLO-2021”

En la media que se aprecia que existe una deficiente distribución en las cuadrillas de trabajo para la ejecución en las partida Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$, generando una baja productividad mostrando un alto porcentaje en el Trabajo No Contributivo (55.61%) a comparación de los Trabajos Productivos (40.61%). Esto se debe básicamente a un exceso de concentración de recurso humano en tiempo mermado en esperas, consecuencia de la demora de llegada del Camión Mixer de concreto, lo cual, en su conjunto merman su productividad en su avance diario (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos). Cabe indicar que los Trabajos Productivos muestra un desbalance generados por una sobreproducción en los trabajos de limpieza de área equivalentes al 57.46%, en trabajo contributivo, el Transporte de herramientas presenta un 80% y en trabajo no contributivo prime la actividad de espera en un 87%.

La partida de Concreto en zapata $f_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$, también presenta un desbalance en los diferentes tipos de trabajos (TP, TC y TNC), mostrando una baja productividad en la ejecución de esta partida (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos). Se Observa un porcentaje elevado de Trabajos No Contributivos (64.72%), a comparación de los Trabajos productivos (29.44%), esto se debe generalmente al tiempo mermado en esperas y la llegada del Camion Mixer de concreto, esto en su conjunto merman su productividad en el avance diario. El trabajo productivo, genera una sobreproducción en limpieza de área del 47.64%, en trabajo contributivo se

observar un alto porcentaje en la actividad de transporte de herramientas con un 43% y en Trabajos no contributivo muestra que la actividad de espera arroja un 87%.

Es evidente que hay una baja eficiencia en las actividades realizadas por las cuadrillas de trabajadores en la ejecución de las partidas mencionadas. Por lo que, se planteó una reconstrucción en la asignación de los tipos de trabajos específicos de cada integrante de los equipos que laboran en las partidas analizadas: Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G y Concreto en zapata $f_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$, para que sean más eficientes en las labores asignadas y mejorar su productividad.

Mediante el uso de la herramienta de Cartas de Balance de una forma detallada, para luego proceder a realizar programaciones cortas y hacer el seguimiento a estas actividades mediante la herramienta de último planificador de a Filosofía Lean Construction.

En la partida de Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G. mostró una eficiente distribución de trabajos en las tareas ejecutadas obteniendo un porcentaje elevado de Trabajos Productivos (61.67%), a comparación de los Trabajos No Contributivos (28.57%). Cabe indicar que se revirtió los resultados de la primera muestra obtenida en merito a la redistribución del recurso humano, y a la reducción de personal para poder mitigar cantidad de tiempo mermado.

Lo mismo obtuvimos en la partida Concreto en zapata $f_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$, obteniendo un porcentaje elevado de Trabajos Productivos (46.67%) y Contributivos (8.75%), a comparación de los Trabajos No Contributivos (44.58%), revertiendo los resultados de la primera muestra, (Se tomó los registros de las actividades cada 3 minutos).

Así mismo, según los resultados comparativos de costos se aprecia que sí se puede mejorar la productividad al utilizar un menor tiempo para realizar las mismas actividades, con ahorro de 720' en las partidas materia del análisis, y por consiguiente la rentabilidad de cada una de las partidas analizadas evidenciando ahorro en costos de S/ 607.32 a S/ 398.16 en la partida Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\%$ P.G. y de S/ 680.58 a S/ 471.42 en la partida Concreto en zapata $f_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$. Lo que permite asegurar que mediante el uso de herramientas de la filosofía Lean

Construction, se puede balancear las actividades de cada partida y reprogramar las actividades de manera más óptima en términos de productividad y rentabilidad.

4.1.1 Partida Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$

4.1.1.1 Análisis de Tiempo Utilizado en la partida Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$ - (Tabla N° 33)

TABLA 4				TABLA 20			
Descripción	Muestra	% Participación	Tiempo	Descripción	Muestra	% Participación	Tiempo
TP	268	40.61%	804'	TP	259	61.67%	777'
TC	25	3.79%	75'	TC	41	9.76%	123'
TNC	367	55.61%	1101'	TNC	120	28.57%	360'
Totales	660	100.00%	1101'	Totales	420	100.00%	1260'

COMPARATIVO DE TIEMPOS EMPLEADOS			
Descripción	Tabla 4	Tabla 20	Diferencia
TP	804'	777'	-27'
TC	75'	123'	48'
TNC	1101'	360'	-741'
Totales	1980'	1260'	-720'

4.1.1.2 Análisis de Costo de las Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$ - (Tabla N° 34)

MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA ANALIZADA						
Personal	Horas	Hh totales	1h (minutos)	Tiempo empleado (minutos)	Costo Según APU	Costo MO empleada
1 Op	3	3	60	180	24.42	73.26
2 Of	3	6	60	360	19.29	115.74
8 Peon	3	24	60	1440	17.43	418.32
				1980		607.32

MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA MODIFICADA						
Personal	Horas	hh totales	1h (minutos)	Tiempo empleado (minutos)	Costo Según APU	Costo MO empleada
1 Op	3	3	60	180	24.42	73.26
2 Of	3	6	60	360	19.29	115.74
4 Peon	3	12	60	720	17.43	209.16
				1260		398.16

Partida	01.04.02.02 SUB ZAPATA - CONCRETO $f_c=100 \text{ kg/cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$						
Rendimiento	m3/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000	Costo unitario directo por : m3			163.44
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
Mano de Obra							
0147010002	OPERARIO	hh	1.0000	0.0667	24.42	1.63	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.1333	19.29	2.57	
0147010004	PEON	hh	8.0000	0.5333	17.43	9.30	
							13.50
Materiales							
0205000009	PIEDRA GRANDE DE 6"	m3		0.4800	43.66	20.96	
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bis		5.6000	19.41	108.70	
0230130017	AGUA	m3		0.0185	5.00	0.09	
0238000003	HORMIGON	m3		0.6350	29.50	18.73	
							148.48
Equipos							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.50	0.41	
0349100022	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 23 HP 11-12 p3	hm	1.0000	0.0667	15.70	1.05	
							1.46

4.1.1.3 Análisis Tipo de Trabajos en la partida Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$ - (Tabla N° 36)

COSTO DE MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA POR TIPO DE TRABAJO SEGÚN TABLA N° 4

Personal : 1 Operario, 2 Oficiales y 8 peones

Tipo de Trabajo	Tiempo empleado (minutos)	Tiempo empleado (horas)	Costo MO por Tipo de Trabajo según APU
Trabajo Productivo	804	13.4	254.94
Trabajo Contributorio	75	1.25	23.91
Trabajo No Contributorio	1101	18.35	328.48
	1980		607.32

MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA POR TIPO DE TRABAJO SEGÚN TABLA N° 20

Personal : 1 Operario, 2 Oficiales y 4 peones

Tipo de Trabajo	Tiempo empleado (minutos)	Tiempo empleado (horas)	Costo MO por Tipo de Trabajo según APU
Trabajo Productivo	777	12.95	246.26
Trabajo Contributorio	123	2.05	40.083
Trabajo No Contributorio	360	6	111.8205
	1260		398.1635

FIGURA N° 21

Nivel de Actividad de cada Componente de la Cuadrilla de Sub Zapata de concreto según Tabla N° 8

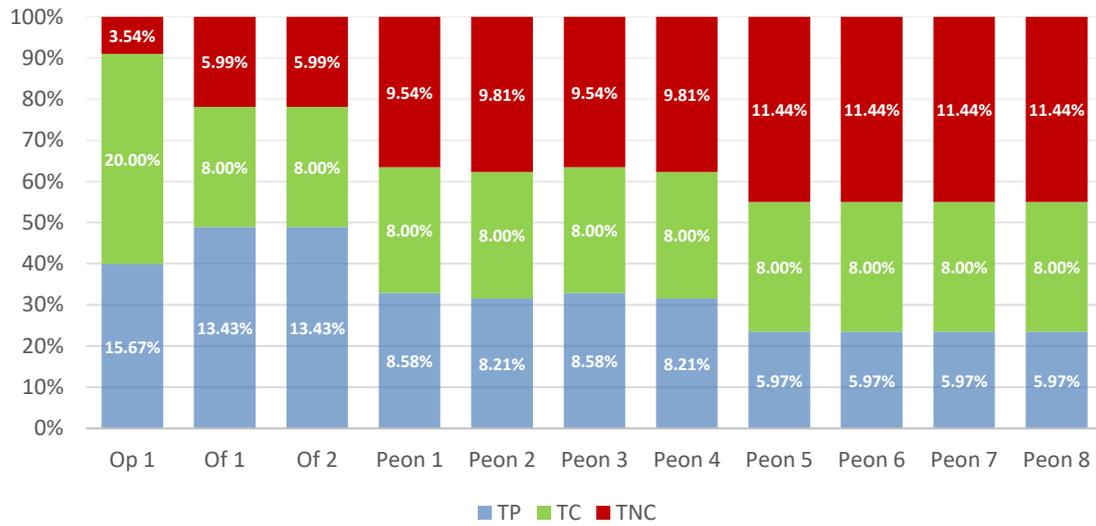


FIGURA N° 22

Nivel de Actividad de cada Componente de la Cuadrilla de Sub Zapatas de Concreto según Tabla N° 24

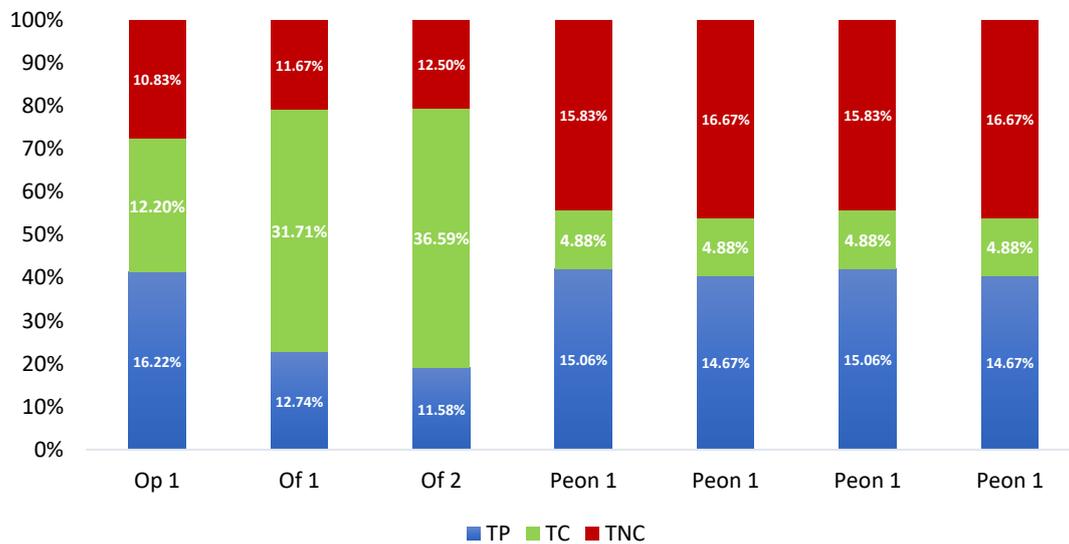


FIGURA N° 23
Distribución del Trabajo Según Tabla N° 4

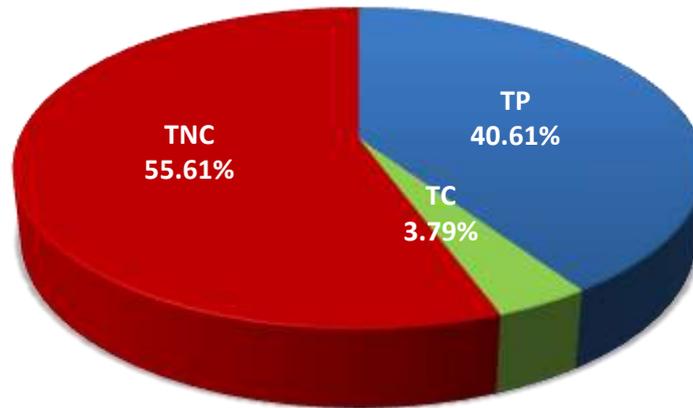
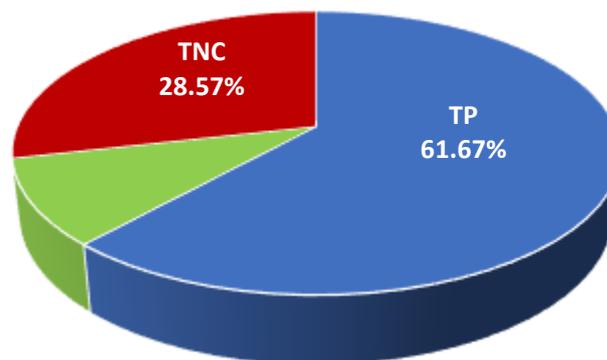


FIGURA N° 24
Distribución del Trabajo según Tabla N° 20



4.1.2 Partida Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G.}$

4.1.2.1 Análisis de Tiempo Utilizado en la partida Concreto en zapata $f'_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$.- (Tabla N°37)

TABLA 12			
Descripción	Muestra	% Participación	Tiempo
TP	212	29.44%	636'
TC	42	5.83%	126'
TNC	466	64.72%	1398'
Totales	720	100.00%	2160'

TABLA 28			
Descripción	Muestra	% Participación	Tiempo
TP	224	46.67%	672'
TC	42	8.75%	126'
TNC	214	44.58%	642'
Totales	480	100.00%	1440'

COMPARATIVO DE TIEMPOS EMPLEADOS			
Descripción	Tabla 12	Tabla 28	Diferencia
TP	636'	672'	36
TC	126'	126'	0
TNC	1398'	642'	-756
Totales	2160'	1440'	-720

4.1.2.2 Análisis de Costo de Concreto en zapata $f'c=210$ kg/cm².- (Tabla N° 38)

MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA ANALIZADA							
Personal	Horas	hh totales		Tiempo empleado (minutos)		Costo Según APU	Costo MO empleada
			1h (minutos)				
2 Op	3	6	60	360	24.42	146.52	
2 Of	3	6	60	360	19.29	115.74	
8 Peon	3	24	60	1440	17.43	418.32	
				2160		680.58	

MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA MODIFICADA							
Personal	Horas	hh totales		Tiempo empleado (minutos)		Costo Según APU	Costo MO empleada
			1h (minutos)				
2 Op	3	6	60	360	24.42	146.52	
2 Of	3	6	60	360	19.29	115.74	
4 Peon	3	12	60	720	17.43	209.16	
				1440		471.42	

Partida	01.05.01.01	CONCRETO EN ZAPATAS $f'c= 210$ KG/CM ²					
Rendimiento	m3/DIA	MO. 20.0000	EQ. 20.0000	Costo unitario directo por : m3			340.54
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
	Mano de Obra						
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.8000	24.42	19.54	
0147010003	OFICIAL	hh	2.0000	0.8000	19.29	15.43	
0147010004	PEON	hh	8.0000	3.2000	17.43	55.78	
						90.75	
	Materiales						
0205000003	PIEDRA CHANCADA DE 1/2"	m3		0.5300	53.10	28.14	
0205010004	ARENA GRUESA	m3		0.5200	40.12	20.86	
0221000094	CEMENTO PORTLAND TIPO MS (42.5 kg)	bis		9.7300	19.41	188.86	
0230130017	AGUA	m3		0.1860	5.00	0.93	
						238.79	
	Equipos						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	90.75	2.72	
0349070004	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40"	hm	1.0000	0.4000	5.00	2.00	
0349100022	MEZCLADORA DE CONCRETO TROMPO 23 HP 11-12 p3	hm	1.0000	0.4000	15.70	6.28	
						11.00	

4.1.2.3 Análisis de Tipos de Trabajo de Concreto en zapata $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$.- (Tabla N° 40)

COSTO DE MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA POR TIPO DE TRABAJO SEGÚN TABLA N° 4			
Personal : 2 Operario, 2 Oficiales y 8 peones			
Tipo de Trabajo	Tiempo empleado (minutos)	Tiempo empleado (horas)	Costo MO por Tipo de Trabajo según APU
Trabajo Productivo	636	10.6	254.94
Trabajo Contributorio	126	2.1	23.91
Trabajo No Contributorio	1398	23.3	328.48
	2160	36.0	607.32

MANO DE OBRA DE LA CUADRILLA POR TIPO DE TRABAJO SEGÚN TABLA N° 20			
Personal : 2 Operario, 2 Oficiales y 4 peones			
Tipo de Trabajo	Tiempo empleado (minutos)	Tiempo empleado (horas)	Costo MO por Tipo de Trabajo según APU
Trabajo Productivo	672	11.20	221.70
Trabajo Contributorio	126	2.10	39.86
Trabajo No Contributorio	642	10.70	209.86
	1440	24.00	471.42

FIGURA N° 25

Nivel de actividad de cada componendete de la cuadrilla concreto en zapata segun tabla n° 16

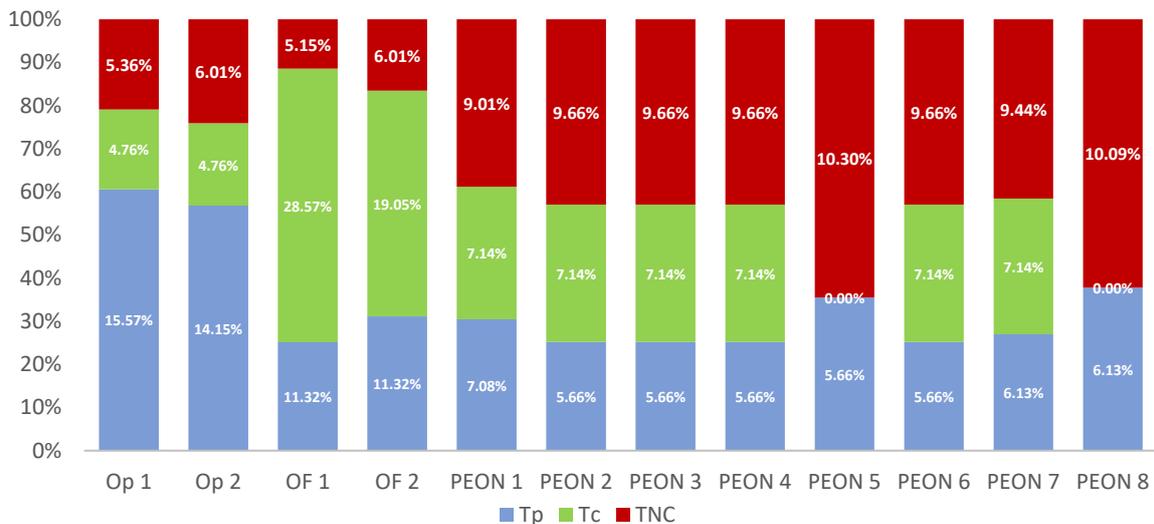


FIGURA N° 26

Nivel de Actividad de cada Componente de la Cuadrilla Concreto para Zapata segun Tabla 32

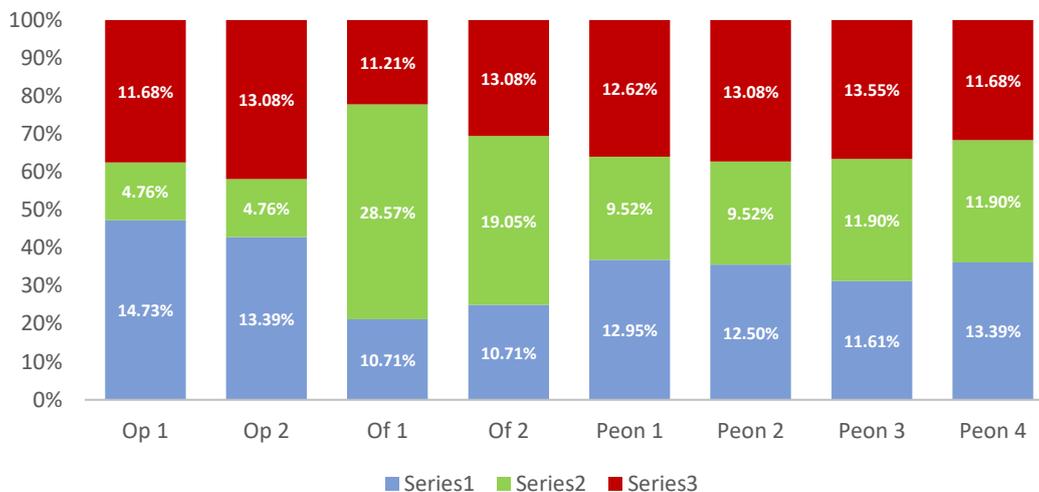


FIGURA N° 27

Distribución de los Trabajos según Tabla N° 12

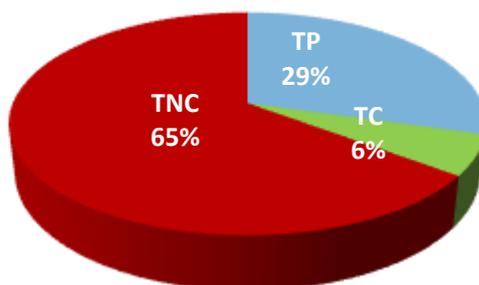
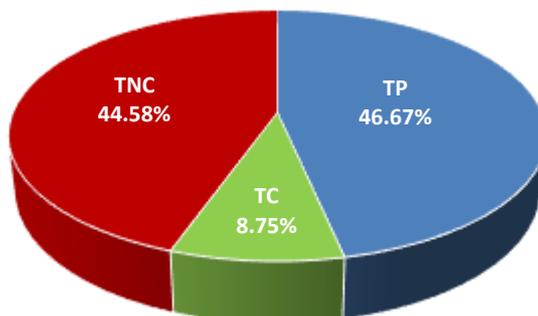


FIGURA N° 28

Redistribución del Trabajo segun Tabla N° 28



4.2. Conclusiones

El objetivo general del presente trabajo de investigación planteada es diagnosticar y realizar una propuesta para mejorar la productividad de la construcción de la obra, “MEJORAMIENTO DEL SERVICIO DE EDUCACION PRIMARIA EN LA I.E. Nº 80003 ANDRES AVELINO CACERES, TRUJILLO-2021”, aplicando conceptos de la filosofía Lean Construcción.

Para lo cual se planteó objetivos específicos, cuya finalidad fue establecer un orden específico de alcances que se tienen que tomar en cuenta para la evaluación de los datos recabados en el levantamiento de la información de la misma obra.

Al proponer la aplicación del concepto de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en la construcción de esta edificación, se estableció primero el estudio específico de los conceptos principales de esta filosofía. Los mismo que, plantean una forma específica de enfocar los procesos de los diferentes tipos de trabajos que se desarrollan en los procesos constructivos.

Por otro lado, durante el levantamiento de información en obra se plantea tomar mediciones de los tiempos en los diferentes tipos de procesos de las partidas materia de la presente investigación como son las de Sub zapatas – concreto $f_c=100/\text{kg}/\text{cm}^2 + 30\% \text{ P.G}$ y Concreto en zapata $f'_c=210 \text{ kg}/\text{cm}^2$, ya que son partidas de mayor incidencia en el presupuesto de la obra.

Además, se procedió a identificar los posibles indicadores que ocasionan desperdicios y generan sobrecostos durante el periodo de la construcción, y que afectan directa o indirectamente en los rendimientos de cada una de las partidas que se analizan.

Finalmente, se pudo demostrar que con la filosofía Lean Construction y los datos recabados en campo, se puede mejorar los procesos de las partidas analizadas, mediante el uso de herramientas como Cartas de Balance, Look Ahead y Last Planner. Por lo tanto, con los resultados de este trabajo se puede interpretar mediante indicadores estadísticos para la mejora de la productividad.

4.3. Recomendaciones

Se recomienda realizar la difusión de la metodología Lean Construction, tanto en el sector público y privado, para mejorar el manejo de sus herramientas y la implementación en los distintos proyectos que se ejecutan a nivel nacional.

Por otro lado, se recomienda identificar de manera inmediata las actividades que no se cumplen de acuerdo a un plan programado, para determinar la causa de su no cumplimiento, y darle solución inmediata para no generar mayores retrasos en la obra, y se culmine en el tiempo establecido.

Se recomienda instaurar la consante capacitación de la metodología Lean Construction al personal, desde el gerente de una empresa, profesionales responsables, técnicos y obreros para que tomen la participación oportuna, colaboración y compromiso con cada una de las actividades programas dentro de la jornada laboral y así mantener una mejora en la productividad de las obras.

Se recomienda a los interesados en el presente estudio, revisar los antecedentes del Marco Teórico de la presente investigación, la misma que tiene como base estudios previos que la sustentan.

PANEL FOTOGRÁFICO

TRABAJOS PRODUCTIVOS







TRABAJOS CONTRIBUTORIOS





TRABAJOS NO CONTRIBUTORIOS



REFERENCIAS

Se presenta las referencias del material bibliográfico utilizado para el presente trabajo de investigación.

- **(Villagarcía, 2005)**, Proyecto DAI 3034: “Indicadores de Productividad y Calidad en la Construcción de Edificios”, publicado por la Dirección Académica de Investigación (DAI) de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima.
- **(Castillo, 2001)**, “Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta” del Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú, en Lima.
- **(USMP, 2015)**, “Aplicación de la Filosofía Lean Construction en una obra de Edificación”.
- **(Castro Paico & Ruiz Dávila, 2014)**, “Lean Construction Aplicada a Proyectos de Construcción de Edificaciones de Vivienda Unifamiliar”.
- **(PUCP, 2014)**, “Aplicación de la Filosofía Lean Construcción en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos”.
- **(Castro Paico & Ruiz Dávila, 2014)**, “Optimización del desempeño del proyecto de edificación nuevo centro de salud a desarrollarse en el distrito de Luya – Luya – Amazonas, aplicando la metodología Lean Construction”.

ANEXOS