



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

ESCUELA DE POSGRADO

PROGRAMA ACADÉMICO DE MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN

Empleo de las herramientas lean construction para el aumento de la productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo

TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:
Maestro en Ingeniería Civil con Mención en Dirección de Empresas de la
Construcción

AUTOR:

Calderon Avila, Richard Jarry (orcid.org/0000-0001-9497-0486)

ASESOR:

Mg. Avila Llacsahuanga, Luis Alberto (orcid.org/0000-0003-2514-3078)

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Dirección de Empresas de la Construcción

LÍNEA DE RESPONSABILIDAD SOCIAL UNIVERSITARIA:

Desarrollo sostenible y adaptación al cambio climático

TRUJILLO – PERÚ

2022

DEDICATORIA

El presente trabajo va dedicado a mis seres queridos, ellos son y serán el pilar del amanecer de mis días.

AGRADECIMIENTO

Agradezco la enseñanza impartida por mis docentes para la realización de este trabajo de investigación.

Índice de contenidos

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
Índice de contenidos	iv
RESUMEN.....	viii
ABSTRACT	ix
I. Introducción	1
II. Marco Teórico.	5
III. Metodología.....	24
3.1. Tipo y Diseño de Investigación.....	24
3.1.1. Tipo de Investigación.....	24
3.1.2. Diseño de Investigación.....	24
3.2. Variables y Operacionalización.	24
3.3. Población, Muestra y Muestreo.	26
3.3.1. La Población.....	26
3.3.2. Muestra	27
3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.	27
3.4.1. Técnicas.	27
3.4.2. Instrumentos.....	27
3.5. Procedimientos.	27
3.5.1. Recolección de Información.....	28
3.6. Método de Análisis de Datos.....	29
3.7. Aspectos Éticos.....	29
IV. Resultados.....	30
4.1. Análisis del diagnóstico inicial a través del nivel general de actividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.	30
4.1.1. Resultados de la aplicación de la herramienta Nivel General de Actividad .30	
4.1.1.1. Diagnóstico inicial de la obra.....	31
4.1.1.2. Análisis e interpretación de los resultados (6 días).....	41
4.1.1.3. Análisis de trabajos productivos, trabajo contributivo y no contributivo.43	
4.2. Identificar la influencia de la herramienta nivel general de actividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.	47

4.3.	Analizar el diagnóstico inicial a través de la carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Resultados de Acero en placas usando carta balance.....	50
4.3.1.	Diagnóstico Previo – Primera Medición	50
4.4.	Recomendaciones para mejorar la productividad.....	54
4.5.	Identificar la influencia de la herramienta carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Diagnóstico actual – Segunda medición de Acero en placas.....	54
4.6.	Analizar el diagnóstico inicial a través de la carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Resultados de Encofrado de losa usando carta balance.	56
4.6.1.	Diagnóstico previo – Primera medición.....	57
4.7.	Recomendaciones para mejorar la productividad.....	60
4.8.	Identificar la influencia de la herramienta carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Diagnóstico actual, Segunda medición de Encofrado de losa.....	61
4.9.	Analizar el diagnóstico inicial a través de la carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Resultados de Vaciado de concreto en losa usando carta balance.....	63
4.9.1.	Diagnóstico previo – Primera medición.....	64
4.10.	Recomendaciones para mejorar la productividad.	67
4.11.	Identificar la influencia de la herramienta carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Diagnostico actual de la Segunda Medición de Vaciado de Concreto en Losa.....	67
V.	Discusión	70
VI.	Conclusiones	74
VII.	Recomendaciones.....	76
	Referencias.....	77
	Anexos.....	

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Método tradicional vs Metodología Lean Construction.</i>	9
Tabla 2 <i>Diferencia entre Lean Construction y Gerencia de Proyectos.</i>	11
Tabla 3 <i>Rendimiento y velocidad</i>	14
Tabla 4 <i>Estimaciones de Pérdidas en EE.UU. y Suecia</i>	17
Tabla 5 <i>Clasificación de Pérdidas por Áreas</i>	18
Tabla 6 <i>Pérdidas en un Proyecto de Edificación</i>	18
Tabla 7 <i>Cuadro Cualitativo de Desperdicios</i>	19
Tabla 8 <i>Cuadro Cuantitativo de Desperdicios.</i>	20
Tabla 9 <i>Fechas de Medición</i>	31
Tabla 10 <i>Datos Recopilados en el Primer Día</i>	32
Tabla 11 <i>Datos Recopilados en el Segundo Día</i>	33
Tabla 12 <i>Datos Recopilados en el Tercer Día</i>	35
Tabla 13 <i>Datos Recopilados en el Cuarto Día</i>	36
Tabla 14 <i>Datos Recopilados en el Quinto Día</i>	38
Tabla 15 <i>Datos Recopilados en el Sexto Día</i>	39
Tabla 16 <i>Promedio Nivel de General de Actividades del Diagnóstico Inicial</i>	41
Tabla 17 <i>Nivel general de actividad vs estándares de productividad</i>	43
Tabla 18 <i>Promedio Nivel de General de Actividades del Diagnóstico mejorado</i>	47
Tabla 19 <i>Promedio Nivel de General de Actividades del Diagnóstico mejorado</i>	49
Tabla 20 <i>Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance</i>	50
Tabla 21 <i>Clasificación de los Tipos de Trabajo</i>	51
Tabla 22 <i>Resultados de Medición de los Tipos de Trabajo por cada Obrero</i>	52
Tabla 23 <i>Medición realizada después de aplicar las recomendaciones</i>	55
Tabla 24 <i>Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance</i>	57
Tabla 25 <i>Clasificación de los Tipos de Trabajo</i>	57
Tabla 26 <i>Resultados de Medición de los Tipos de Trabajo por cada Obrero</i>	58
Tabla 27 <i>Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance</i>	61
Tabla 28 <i>Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance</i>	63
Tabla 29 <i>Clasificación de los Tipos de Trabajo</i>	64
Tabla 30 <i>Resultados de Medición de los Tipos de Trabajo por cada Obrero</i>	65
Tabla 31 <i>Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance</i>	67

Índice de figuras

Figura 1 <i>Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos</i>	8
Figura 2 <i>Definición de modelo de productividad orientado a actividades</i>	13
Figura 3 <i>Relación entre eficiencia, efectividad y productividad</i>	13
Figura 4 <i>Niveles de Actividad General en Construcción de Edificaciones</i>	16
Figura 5 <i>Proceso de Recolección de Datos</i>	28
Figura 6 <i>Proceso de Análisis de Datos</i>	29
Figura 7 <i>Distribución del Trabajo NGA del Día 1</i>	33
Figura 8 <i>Distribución del Trabajo NGA del Día 2</i>	34
Figura 9 <i>Distribución del Trabajo NGA del Día 3</i>	36
Figura 10 <i>Distribución del Trabajo NGA del Día 4</i>	37
Figura 11 <i>Distribución del Trabajo NGA del Día 5</i>	39
Figura 12 <i>Distribución del Trabajo NGA del Día 6</i>	40
Figura 13 <i>Análisis general de Actividad (NGA) - Diagnóstico Inicial</i>	42
Figura 14 <i>Análisis General de Actividad (NGA) Diagnóstico Inicial</i>	43
Figura 15 <i>Causas de TC (Trabajo Contributorio)</i>	44
Figura 16 <i>Causas de TNC (Trabajo no Contributorio)</i>	45
Figura 17 <i>Análisis General de Actividad (NGA) Diagnóstico mejorado</i>	48
Figura 18 <i>Análisis general de Actividad (NGA) - Diagnóstico mejorado</i>	48
Figura 19 <i>Análisis de Carta Balance en Acero en Placas</i>	53
Figura 20 <i>Actividades Clasificadas por Trabajo Contributorio y No Contributorio</i>	53
Figura 21 <i>Análisis de Primera y Segunda Medición de Acero en Placas usando Carta Balance</i>	55
Figura 22 <i>Actividades Clasificadas Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio</i>	56
Figura 23 <i>Análisis de Carta Balance de Encofrado en Losa</i>	59
Figura 24 <i>Actividades Clasificadas por Trabajo Contributorio y No Contributorio</i>	60
Figura 25 <i>Análisis de Primera y Segunda Medición de Encofrado en Losa usando Carta Balance</i> ..	62
Figura 26 <i>Actividades Clasificadas Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio</i> ..	62
Figura 27 <i>Análisis de Carta Balance de Vaciado de Concreto en Losa</i>	66
Figura 28 <i>Actividades Clasificadas por Trabajo Contributorio y No Contributorio</i>	66
Figura 29 <i>Análisis de Primera y Segunda Medición de Vaciado de Concreto en Losa usando Carta Balance</i>	68
Figura 30 <i>Actividades Clasificadas Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio</i> ..	69

RESUMEN

La presente investigación titulada “Empleo de las herramientas Lean Construction para el aumento de la productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo”, tuvo como objetivo principal emplear la metodología Lean Construction durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14“, Trujillo.

El tipo de investigación fue aplicativo, diseño cuasiexperimental, enfoque cuantitativo, de nivel correlacional.

La población estuvo conformada por un grupo de 10 trabajadores, la técnica para recolectar información fue a través de la observación haciendo uso de herramientas como nivel general de actividad y carta balance, aplicado durante la construcción del proyecto “Multifamiliar J14”, para finalmente contrastar con las hipótesis planteadas.

La investigación alcanzó resultados en el aumento de la productividad al observar un incremento del TP en un 15% usando la herramienta del Nivel General de Actividades, así como una disminución del 3% y 12% en TC y TNC respectivamente. A la vez al analizar diferentes cuadrillas usando Carta Blance en tres partidas tales como en Acero en columnas, Encofrado de losa y Vaciado de concreto en losa, se logró comprobar un aumento del TP de un 14.26%, 5.05% y 12.35% respectivamente. Finalmente se dieron diferentes recomendaciones para el aumento de la productividad y disminución del TNC.

Palabras clave: Lean Construction, productividad, nivel general de actividad, carta balance.

ABSTRACT

The main objective of this research entitled " Utilization of Lean Construction instruments to increase throughput during the construction of the "Multifamiliar J14" project, Trujillo, is to use the Lean Construction system during the construction of the "Multifamiliar J14" project, Trujillo. .

The type of research is applicative with one quantitative focus, quasi-experimental pattern and correlational level.

he population is formed by an existing group of 10 workers, the technique to collect the information is through observation using tools such as general activity level formats and letter, all this applied during the building of the "Multifamily J14", to finally contrast with the proposed hypotheses.

The research reaches results in increased productivity by observing a 15% increase in TP using the General Activity Level tool, as well as a 3% and 12% decrease in TC and TNC, respectively.

At the same time, when analyzing different crews using Carta Blanca in three games such as Steel in columns, Slab formwork and Concrete pouring in slab, it is possible to verify an increase in TP of 14.26%, 5.05% and 12.35% respectively. Finally, different recommendations are proposed to increase productivity and decrease TNC.

Keywords: Lean Construction, productivity, general level of activity, balance sheet

I. Introducción

En 1992 en la Universidad de Stanford en California, EE. UU. se dio inicio a la filosofía del Lean Construction y fue Koskela que sentó las bases teóricas de esta filosofía a través de un artículo donde se aplica este nuevo sistema productivo en la ejecución de edificaciones, esta investigación de Koskela es un hecho importante en una serie de estudios, así mismo, aplicada en la producción de una empresa automovilística muy importante “Toyota” a su vez se aplicó en el sistema de la construcción.

Botero (2006), afirma que la filosofía del Lean Construction se centra en optimizar la producción y rentabilidad visualizada por el cliente, así mismo, de reducir el desperdicio, pérdidas y aplazamientos que perjudica al cliente. En Estados Unidos existe una fuerte tendencia a aplicar técnicas de Lean Construction, lo que se evidencia en países como Brasil, Colombia, Chile y Perú.

En el Perú, el Lean Construction Institute (LCI) se estableció el 15 de febrero de 2011, la industria de la construcción en el país no ha evolucionado referente a la aplicación de los nuevos sistemas de optimización, las empresas constructoras continúan ejecutando sus obras con el mismo sistema de construcción tradicional, con sistemas de construcción ineficientes, que limitan nuestra capacidad de crecer más rápido como país. Además de los bajos estándares de productividad, es un problema frecuente la seguridad en la ejecución de las obras.

Estas métricas nos permiten visualizar que la construcción en el Perú debe evolucionar, nuestro país en general afronta un entorno que es cambiante, por diferentes factores sean económicos o sociales, y esto repercuten en los tiempos, actividades, etc., cambiando muchas veces los sistemas de producción, a diferencia de otras áreas de la industria y producción de que por si tienen actividades estandarizadas, los constructores prefieren mantener los gastos de desecho proyectados, antes que implementar un nuevo enfoque, puede incurrir en costos más altos a corto plazo, pero con el tiempo compensa con creces esos costos.

Esta investigación demuestra que la aplicación de las herramientas lean construction son efectivas y necesarias de implementar en los proyectos de obras

civiles, para una mejor gestión en cuanto a la ejecución y que cuyo objetivo es maximizar el valor y minimizar el desperdicio.

Esta alternativa innovadora ha sido utilizada en diversas empresas del mundo obteniendo resultados favorables, también ha sido utilizada por importantes constructoras de nuestro país desde hace varios años. La metodología se aplicará en la construcción de la residencial J14 y se utiliza las herramientas llamada Nivel General de Actividades y Carta Balance, estas herramientas determinan tres tipos de trabajo: productivo, contributivo y no contributivo, así mismo, se plantea propuestas para optimizar el índice de productividad.

Además de difundir el conocimiento sobre la aplicación de principios teóricos para diseños profesionales en Lean Construction, se expone los resultados favorables y la optimización en cuanto a la eficiencia laboral en el proyecto.

Con esta investigación y apoyándonos en los resultados se pretende estimular la implementación de estas herramientas en la ejecución de las diferentes obras proyectadas en Trujillo y otras comunidades del Perú.

Teniendo en cuenta ello, así como lo explicado anteriormente, es prioritario realizar la presente investigación formulando la siguiente interrogante: ¿Cómo influyen las herramientas lean construction en la productividad durante a construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo?

Por tanto, se ha planteado como hipótesis general la siguiente: El empleo de las herramientas lean construction influye favorablemente en la productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.

Así también es propicio plantear las siguientes hipótesis específicas: el diagnóstico inicial a través del nivel general de actividad presenta resultados bajos de productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo; la herramienta del nivel general de actividad, influye favorablemente al identificar los factores a eliminar y aumentar la productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo; el diagnóstico inicial a través de la carta balance presenta resultados bajos de productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo; la herramienta carta balance de la metodología lean

construction, influye favorablemente al identificar los factores a eliminar y aumentar la productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.

Una vez establecida la hipótesis general y específicas, es importante plantear el correspondiente indicar el objetivo general de la investigación, siendo el siguiente: emplear las herramientas Lean Construction durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.

De igual manera se establece los siguientes objetivos específicos: analizar el diagnóstico inicial a través del nivel general de actividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo; identificar la influencia de la herramienta nivel general de actividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo; analizar el diagnóstico inicial a través de la carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo e identificar la influencia de la herramienta carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.

Finalmente la investigación se justifica en la importancia en que la mayoría de obras se vienen ejecutando con el método tradicional, el cual trae consigo que se registren grandes cantidades de perdidas ocasionando que los costos de los proyectos aumenten considerablemente, muchas veces esta variación no es tomada en cuenta por las empresas, es por esto que esta tesis se justifica en el interés de la búsqueda de una nueva metodología, cuya aplicación ofrezca mejores resultados desde un punto de vista productivo durante el desarrollo de un proyecto constructivo tras la eliminación de perdidas, por medio de la aplicación de la metodología Lean Construction aplicado al proyecto de construcción multifamiliar J14.

Se busca, sirva de guía para que otras empresas las apliquen, mediante la justificación experimental del mejoramiento de la productividad, con el fin de disminuir perdidas a través de un diagnóstico, recolección y procesamiento de datos de las actividades realizadas durante la ejecución de la obra, en base a la teoría existente de la metodología Lean y así comprobar las hipótesis planteadas para poder concluir en posibles recomendaciones para un mejor provecho de la herramienta y ver los cambios positivos durante el desarrollo de la construcción.

El trabajo también se justifica en la obtención de beneficios sociales, puesto que se busca que, mediante la aplicación de la metodología, las diferentes empresas empiecen a capacitar a su personal de trabajo, puesto que al obtener una mano de obra calificada a un ritmo de trabajo planificado se reducirían considerablemente los imprevistos que repercuten de manera negativa en los costos del mismo, por lo que se busca que la industria de la construcción cuente con una metodología de trabajo que le permita la administración controlada para no generar sobrecostos en los desperdicios y reprogramaciones en la construcción, todo esto para que la empresa obtenga resultados positivos vistos en el aumento de sus utilidades.

Por último, el trabajo se justifica por medio de una perspectiva académica, puesto que, mediante el desarrollo del mismo, se busca sea un aporte para los investigadores de la metodología Lean Construction, por lo mismo contribuir en el uso oportuno de diferentes herramientas durante la etapa de muestreo y finalmente en los resultados obtenidos.

II. Marco Teórico.

Para el presente estudio se ha considerado diferentes investigaciones relacionadas al tema de análisis, tales como los siguientes antecedentes internacionales:

La investigación según Brioso (2015) en sus tesis acerca de la relación entre la metodología Lean Construction y la regulación de leyes en España, del cual uno de sus objetivos principales es optimizar el recurso humano desde un punto de vista del profesionalismo para demostrar que haciendo uso de Lean Construction se puede lograr obtener mejores beneficios y por ende reducir costos de pérdidas gracias a una intervención eficiente entre todos los involucrados, para lo cual potencia el control de planificación de flujos para incrementar la productividad y por ende reducir esas variaciones existentes entre cada proyecto de construcción.

Por lo que su meta es desarrollar un proceso de trabajo, el cual se minimice la presencia de accidentes o desperfectos en equipos, reduciendo los sobrecostos o pérdidas en trabajos no rentables logrando maximizar el valor durante el desarrollo del proyecto constructivo.

Otra investigación es la memoria presentada por Lyon (2018), en donde sus objetivos además del análisis del enfoque Lean para llegar a comprender la importancia de su aplicación en los proyectos de construcción, plantea ciertas recomendaciones, producto de una metodología concerniente a la recolección de diversa información de diferentes autores, analizar el lugar en donde se lleva a cabo, así como el estudio de un caso real mediante encuestas compuestas por 14 preguntas orientadas a los profesionales en el rubro con el fin de obtener información acerca del conocimiento del enfoque y por ende todas sus consecuencias para identificar las situaciones que no aportan valor al proyecto sino por el contrario son los causantes de generar sobrecostos a la empresa.

La investigación concluye haciendo énfasis en tres factores determinantes para la aplicación del enfoque Lean como son: filosofía, para tener un conocimiento Lean de modo que sea posible la detección de desperdicios y actividades que no agregar valor; cultura, para la capacitación de líderes Lean y por último los métodos para identificación situaciones a medir.

Por otro lado, Lobatón (2020) en su tesis acerca de la metodología y su optimización de sus recursos, plantea como principal objetivo implementar dicha metodología con el fin de lograr un mejor provecho en cuanto al uso de factores determinantes en una construcción como son el tiempo, recursos y costos, desde un punto de vista de la planificación y gestión empresarial. Por lo que se busca evitar pérdidas e impulsar la optimización de los tres factores primordiales mencionados anteriormente.

Su objeto de estudio se basa en comparar tres obras de una constructora, donde si bien cuentan con objetivos claros de trabajo, el proceso que usan muestra muchas falencias por lo que sus resultados no siempre son los planificados. La metodología de trabajo se basa en tres etapas: diagnóstico, análisis para su posterior aplicación de los lineamientos Lean Construction. Como resultado se logró reducir el tiempo adicional de trabajo medido en días, de un 52% y 45% a 3%, correspondiente esta última a una obra donde se aplicó la metodología Lean Construction, reduciendo costos de un 20% a un 9% comparado entre obras, por lo que dicha metodología ayudaría a otras empresas a reducir el uso adicional no planificado de recursos.

Una vez establecidos los antecedentes internacionales es momento de dar a conocer los antecedentes nacionales, siendo estos los siguientes:

Según Buleje (2012), mediante su tesis acerca del aumento de la productividad mediante la implementación de la metodología mencionada aplicado a una obra de construcción como lo es un condominio, muestra el empleo de la filosofía Lean para el manejo de la productividad. Para esto el autor utiliza la recolección de información acerca de la teoría para luego aplicarlo en un caso real como fue en condominio denominado "Villa Santa Clara". Además, para la toma de datos y una posterior medición hace uso de formatos de producción durante la semana los cuales contienen los rendimientos por actividades, que define donde y cuando usarlos. Así mismo el estudio está enfocado específicamente en la etapa donde se podría generar mayor gasto, por lo que se hace uso de la carta balance.

Así también Quispe (2017), en su tesis aplicado a obras de construcción en la ciudad de Huancavelica, tuvo como finalidad establecer el vínculo entre técnica

Lean y su valor agregado en la productividad, analizando los proyectos en ejecución de la ciudad de Huancavelica. Por lo que la metodología a usar es de tipo experimental, descriptivo. Utiliza herramientas como cuestionarios conteniendo 20 preguntas, así como la observación y toma de datos en campo para lograr identificar y por consiguiente poder medir los diferentes tipos de trabajo y contrastarlos con las teorías existentes para determinar las posibles mejoras en la productividad durante los proyectos de construcción, todo esto a través de un seguimiento mediante la toma de datos en fichas de calificación. Por lo que se su investigación demostró que efectivamente la productividad mejoró en un 8% midiendo las partidas que suelen generar mayor costo en los proyectos, catalogando esta selección como una propuesta a la investigación.

Por último, según Mengoa y Tuny (2021), en su tesis aplicada a un proyecto en específico en la ciudad de Lima, plantea en sus objetivos la influencia de la metodología Lean para el aumento de la productividad, por lo que es esencial lograr una reducción de desperdicios presentes durante la ejecución del proyecto.

Para lograr un cambio positivo en la productividad los investigadores hacen énfasis en la conexión que debería existir entre la metodología Lean durante la programación, realización y seguimiento del proyecto a lo largo de todas las partidas para obtener resultados favorables ante la construcción con una metodología conservadora. Los mismos plantean intervenir en los flujos de trabajo mediante la toma de datos en diferentes periodos, haciendo uso también de Last Planner System a fin tener un menor riesgo que pueda afectar a las conclusiones. Una de las conclusiones a las llegan los autores Mengoa y Tuny (2021) es que efectivamente la metodología Lean ayuda en aumentar el trabajo productivo en un 25%, logrando una disminución de costos del 1%.

Respecto a las bases teóricas estas serán desarrolladas a continuación:

Según Koskela (1992), menciona que el Lean construction gestiona variables con el objetivo de mejorar la productividad, reducir costos sin descuidar la calidad, optimizar la planificación, a través de las diferentes actividades que se realizan en la ejecución de una obra, desde la planificación semanal la organización de cuadrillas, el cumplimiento de los cronogramas y la anteceder las soluciones

ante problemas frecuentes en un proyecto, siempre apuntando al aumento de productividad.

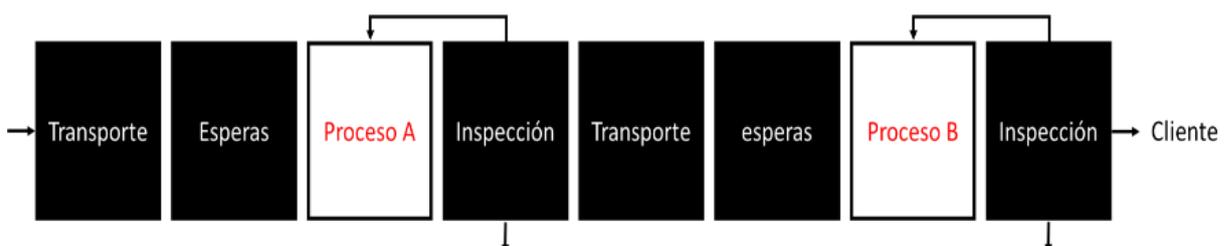
Ballard y Howell (1998), mencionan el intento de estandarizar los proyectos en la construcción, teniendo en cuenta los constantes cambios a los que siempre está expuesto, a través de herramientas, técnicas e instrumentos otorgadas por el concepto del Lean Construction, apuntando siempre a una mejora en la gestión de la construcción. Además, ambos autores expresan las diferencias que existen entre la construcción convencional y la aplicación de estas herramientas de la optimización de la gestión en la construcción, ya que los objetivos en los procesos son claros y precisos, también, hace participe al cliente maximizando su desempeño, se aplica un control en cuanto a la producción según lo planificado y diseña el producto en sí y su desarrollo.

Koskela (1992), menciona mediante un flujo de materiales, desde la materia prima hasta la producción final como un nuevo concepto de producción, en el proceso, primero el material se transforma o procesa, luego se da un seguimiento, después, se estaciona o se mantiene en movimiento, todas estas actividades son relativamente diferentes. El cambio de producción representa la mecanización y la espera, el movimiento y la inspección representa los procedimientos de producción.

Esta visión dual implica un nuevo concepto, incluyendo la transformación y el flujo. La productividad se atribuye a la transformación y eficiencia de la actividad, tal cual se muestra en la Figura 1. Todas estas actividades involucran costos y consumo de tiempo, para ello es primordial que se identifiquen cuáles con las que agregan valor y cuáles son las que no.

Figura 1

Esquema conceptual de producción Lean como un flujo de procesos



Nota. Tomado de Application of the New Production Philosophy to Construction (p.75), por Koskela, L, 1992, *Technical Report No. 72, Center for integrated facility engineering CIFE.*

Koskela (1992), explica que esta filosofía propone herramientas que son flexibles a la naturaleza cambiante, temporal y dinámica de los proyectos, mediante la captura de los diferentes patrones y características que se dan en la industria de la construcción. En la Tabla 1 se presenta una comparación entre ambos métodos.

Tabla 1

Método tradicional vs Metodología Lean Construction.

	Concepto tradicional de producción	Nuevo concepto de la producción
Objetivo	Afecta a los productos y servicios.	Afecta a todas las actividades de la empresa.
Alcance	Actividades de control	Gestión, asesoramiento, control.
Modo de aplicación	Impuesto por la dirección.	Por convencimiento y participación
Metodología	Detectar y corregir.	Provenir.
Responsabilidad	Del departamento de calidad.	Compromiso de todos los miembros de la empresa.
Clientes	Ajenos a la empresa.	Internos y externos
Conceptualización de la producción	La producción está compuesta por una serie de actividades de conversión que todas añaden valor al producto.	La producción está compuesta por actividades que no agregan valor de los flujos
Control de producción	Dirigido al costo de las actividades.	Dirigido al tiempo, costo y valor de los flujos
Mejoramiento	Incremento de la eficiencia de las conversiones a través de la utilización de nueva tecnología.	Eliminación de las actividades que no agregan valor (perdidas), incrementando la eficiencia de las actividades que lo generan, a través del mejoramiento continuo y la implementación de la nueva tecnología.

Nota. Tomado de Application of the New Production Philosophy to Construction (p.75), por Koskela, L, 1992, *Technical Report No. 72, Center for integrated facility engineering CIFE.*

A la vez Koskela (1992), recomienda 11 principios fundamentales para un óptimo desarrollo de la gestión en la producción, siendo los siguientes:

Reducción o eliminación de las actividades que no agregan valor: Se refiere a aquellas actividades que no generan valor y que son un costo incensario a la obra.

Incremento del valor del producto: Se debe considerar el punto de vista del cliente, se debe tener como objetivo su satisfacción

Reducción de la variabilidad: Para este punto se considera la reducción de la variabilidad en proceso productivo que puede ser en materia prima y procedimientos no estandarizados.

Reducción del tiempo del ciclo. Está relacionado con una correcta distribución en cuanto a los tiempos relacionados con el transporte necesarios, inspecciones obligatorias, inspección de la calidad del trabajo y reducir los tiempos de espera y rehacer actividades, para ello recomienda optimizar tiempos auxiliares y depurar actividades que no estén agregando valor

Simplificar Procesos: El simplificar procesos está relacionada al número de pasos que puede tener una producción y buscar herramientas materia prima o personal que ayude a minimizar los pasos en el proceso por ejemplo utilizar cuadrillas polivalentes, materia prima prefabricada, etc.

Flexibilidad de la producción: Se refiere a la personalización del producto sin una carga importante para la gestión de la producción teniendo como objetivo las mejoras de las características del producto entregado

Transparencia del proceso: Esta relaciona con la calidad y organización del trabajo en donde haya una mejor visual para la producción de pueden implementar información visible para todos, herramientas y controles visuales.

Control del proceso completo: Significa que se debe tener un conocimiento general de la empresa en cuando a las metas se puede interpretar como la visualización del cronograma en cuanto al cumplimiento de las valorizaciones.

Mejorar continuamente el proceso: Estar dispuesto a implementar nuevas ideas ya se para la gestión o implementación de la empresa por ejemplo nuevas herramientas, capacitaciones aplicar unas nuevas tecnologías, etc.

Balance de mejoramiento de flujo:

Llevar un control y análisis de los avances y buscar mejoras y optimización de los tiempos y las actividades

Referenciación, según Benchmarking hace mención en Analizar metodologías y sistemas aplicadas por otras empresas con el fin de identificar mejores resultados y prácticas, por ejemplo: nuevos sistemas de construcción, nuevas herramientas que pueden ayudar a optimizar el tiempo en las actividades.

Por lo que en la Tabla 2 se hará una comparación entre Lean Construction y Gerencia de proyectos

Tabla 2

Diferencia entre Lean Construction y Gerencia de Proyectos

Herramientas	Lean Construction	Formas actualizadas de gerencia de proyectos
Control	Hacen que las cosas pasen.	Es visto como los de un resultado de un monitoreo.
Rendimiento	Máxima el valor, minimizando pérdidas. Se enfoca al proyecto general.	Optimización cada actividad de forma independiente produciendo reducciones en el rendimiento total.
Entrega	Utiliza conceptos de diseño simultáneo: Coordinación entre ingeniería y construcción.	No proviene iteraciones que producen pérdidas, aun con el empleo de la constructabilidad.
Valor	Para el cliente es definido, creado y	El dueño define completamente los requerimientos al inicio y a la entrega final, a pesar de los

Herramientas	Lean Construction	Formas actualizadas de gerencia de proyectos
	entregado a lo largo de la vida del proyecto.	cambios en las nuevas tecnologías, economía y mercado que pueden surgir.
Coordinaciones	A través de "jalar" para generar un flujo continuo.	Aquí se trata de empujar para cumplir con los cronogramas. Las coordinaciones recaen sobre una sola persona y no sobre un equipo.
Descentralizar	Se propone la participación del equipo para generar transparencia y confianza. Todo el equipo conoce toda la información del proyecto.	Cada grupo maneja su propia documentación.

Nota. Tomado de *Lean Construction Institute (LCI)*, (www.leanconstruction.org).

Según Serpell (2004) “indica que la productividad determina el medio en cual se representa la eficiencia de los recursos para culminar un producto con un estándar de calidad durante un cierto período de tiempo”. (p. 29)

Brioso (2015), menciona que la productividad es la relación que tiene un gasto y su producción ya que se mide a través de la gestión de los recursos empleados y los resultados que se obtienen la productividad orientada a la actividad nos da una ecuación en la que presenta una relación entre objetos y costo, ecuación indicada en la Figura 2.

Figura 2

Definición de modelo de productividad orientado a actividades

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Costo de la mano de obra u horas de trabajo [HH]}}{\text{Objeto de salida [m2, m3, kg, etc]}}$$

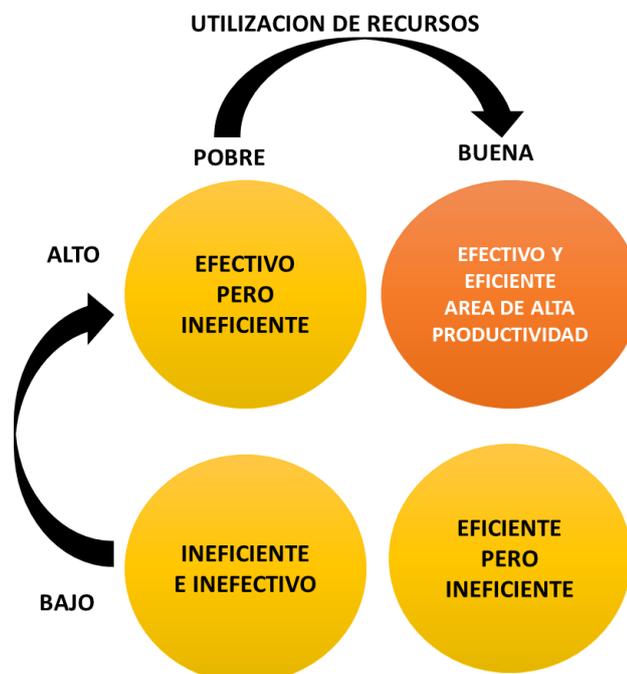
Nota. Tomado de *Definición de modelo de productividad orientado a actividades*, Brioso, 2015, El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction Management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación.

Si se desea optimizar los procesos, se tendría que implementar técnicas que se relación estrechamente con la gestión y optimización de los procesos y así medir la eficacia y eficiencia de los recursos empleados y a su vez incrementar la producción.

La Figura 3, demuestra la eficiencia, presentando una correcta disposición de los recursos, por otro lado, la efectividad cumpliendo con las metas planteadas.

Figura 3

Relación entre eficiencia, efectividad y productividad



También se tendrá en cuenta algunas definiciones importantes para la investigación como:

Pérdidas en la producción: Según Alarcón (1997), menciona que las pérdidas incurren en costos (directos o indirectos), que no agreguen valor.

Trabajo en actividades de construcción: Según Alarcón (1997), explicó que el trabajo es los actores del sistema convierten los recursos en productos parciales o en última instancia, o hablando en general, se trata de crear valor.

Rendimiento y velocidad: Según Brioso (2015), el rendimiento es el opuesto a la productividad, en otras palabras, es la cantidad de recursos que se utilizan para una producción, por otro lado, la velocidad es la cantidad que produce en un determinado tiempo.

Vínculo entre velocidad y rendimiento: Según Quispe (2017), en un grupo de colaboradores la producción está relacionada entre la velocidad y el rendimiento y es fácil pasar de una unidad a otra, por ejemplo en la Tabla 3 se mostrará la relación entre ambos conceptos.

Tabla 3

Rendimiento y velocidad

Descripción	Cuadrilla	Velocidad	Unidad	Rendimiento	Unidad
Encofrado de muros	1 op + 1pe	42.50	m2/día	0.40	hh/m2
Encofrado de muros	8 op + 8 pe	340.00	m2/día	0.40	hh/m2
Encofrado madera en escalera	1 op + 1 pe	4.10	m2/día	4.20	hh/m2
Tarrajeo de frisos en terrazas	1 op + 1 pe	51.50	ml/día	0.33	hh/ml
Falso piso f'c=100kg/cm2 concreto en obra	1 cap + 2 of + 5pe	76.40	m2/día	0.89	hh/m2

Nota. Tomado de *Relación entre rendimiento y velocidad*, de Quispe, 2017.

Variabilidad, Según Quispe (2017), es la dispersión de los valores y derivan de errores de medición o por agentes externo en la construcción se puede representar en los siguientes casos:

- ✓ Un operario de cuadrilla de acero faltó un día lunes.
- ✓ Mixer de premezclado llega dos horas tarde.

- ✓ La pluma se atasco
- ✓ Paralización por huelgas
- ✓ No hay material necesario para iniciar una actividad
- ✓ Errores en la interpretación de planos.
- ✓ Cambios en el proyecto y no todos los responsables están al tanto

Analizando el posicionamiento del sector constructivo desde un enfoque de productividad; el autor Ghio (2001), en su obra acerca de la relación de la productividad y la construcción analiza a un conjunto de cincuenta empresas dedicadas a este rubro en la región de Lima, de cuales hay que destacar que fueron seleccionadas aquellas que eran formales, y clasificadas según los montos generados por proyecto y su grado de supervisión, a su vez se agruparon las empresas por tres factores importantes que determinan la productividad, siendo estos la tecnología empleada, el tipo de control interno y la seguridad de obra.

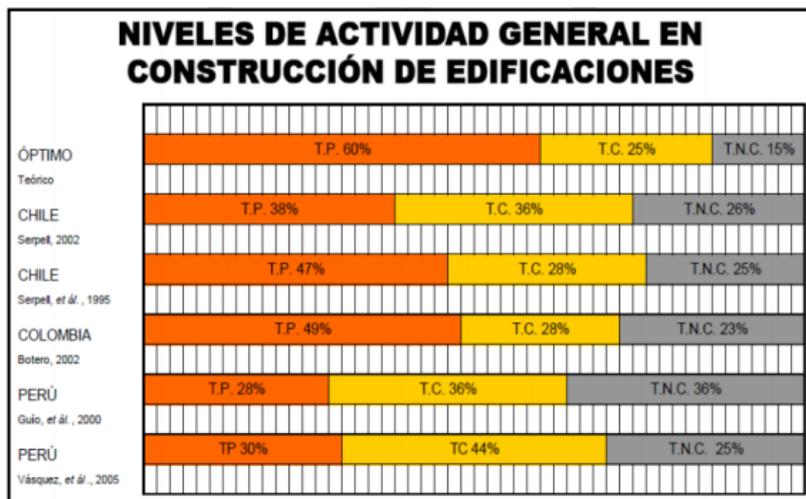
Posteriormente los proyectos fueron clasificados según la forma de gestión de Obra con la influencia de los responsables de los proyectos, así como la actualización y planificación de los recursos y los diseños empleados durante la ejecución, el modo de comunicación y la forma de asignación de actividades.

Finalmente, todo el estudio dio a reflejar los siguientes resultados en promedio referente a la ocupación del tiempo durante la ejecución de las 50 obras seleccionadas: El trabajo productivo en Lima obtuvo un 28%, es decir solo este porcentaje de mano de obra se dedica a realizar actividades productivas.

Es así que en la Figura 4 se muestra un gráfico el cual detalla los valores de los tres tipos de trabajo (TP, TC, TNC) en Chile, Colombia y Perú, realizada por diferentes investigadores, a la vez que se presenta en nivel óptimo de trabajo productivo, el cuál el país que está más cerca es Colombia con el 47%.

Figura 4

Niveles de Actividad General en Construcción de Edificaciones



Nota. Tomado de Administración de operaciones de construcción, por Serpell, 2004, Pontificia Universidad Católica de Chile

El mismo estudio también determina el máximo porcentaje de tiempo de trabajo productivo (TP), siendo este el 37%, alcanzado por una empresa que, si bien presentaba dificultades en cuanto al espacio disponible, balanceaba esto con un buen sistema de procesos constructivos. Por otro lado, también se registraron empresas que, debido a usar métodos tradicionales de construcción, solo llegaron a un 20% de trabajo productivo. Si bien esta investigación se realizó por los años de 1999, Chile ya registraba con anterioridad un mayor porcentaje de TP, siendo el 38% el promedio en las empresas, plasmado en el siguiente gráfico.

El estudio también realiza investigaciones en el Trabajo contributivo (TC), clasificándolo en subcategorías, obteniendo los siguientes resultados en promedio:

El transporte registra el 14% en TC; la limpieza, el 4%; las instrucciones, el 3%; las mediciones, el 5% y Otros, el 11 en TC.

Por último, también se midió el Trabajo No Contributivo, del cual resalta los porcentajes registrados en Tiempo de Ocio y esperas, siendo estos el 10 y 6% respectivamente.

Por otro lado, Koskela (1992), destaca como causas principales de pérdidas durante la construcción, tres factores que se detallan a continuación:

Diseño: Se recalca este punto debido a que en muchas ocasiones durante el desarrollo de la obra existen ciertas confusiones debido a la poca información en el diseño, por lo que durante los trabajos iniciales se suelen realizar diversos replanteos que generarían mayores costos en el uso de recursos, según el autor se puede tener desde un 23% hasta un 78% en pérdidas.

Otro factor es la Construcción, el cual está estrechamente vinculado al diseño, este generaría desde un 17% a un 55%, por lo que sería necesario plasmas las especificaciones completas durante el diseño.

Por último, está la provisión de materiales, puesto que el principal factor que genera pérdidas es el tiempo de espera durante el desarrollo de la obra, por lo que es de gran importancia establecer buenas relaciones con los proveedores, así como no generar almacenamiento de los recursos, puesto que representan perdidas de espacio, así como de tiempo durante el inventario. Por otra parte, el mismo autor realiza un análisis de costos en pérdidas en EE. UU y Suecia mostradas en la Tabla 4, siendo los principales:

Tabla 4

Estimaciones de Pérdidas en EE.UU. y Suecia

Estimaciones de pérdidas en EE.UU.	
Tipo de Pérdida	Costo por Pérdidas
Control de calidad	12% del costo total
Ausencia de criterios constructivos	6% a 10% del costo total
Gestión ineficiente de recursos	10% a 12% del costo de trabajo
Tiempo de trabajo que no agregan valor	60% de la totalidad de tiempo
Ausencia de garantías	6% del costo total
Estimaciones de pérdidas en Suecia	
Tipo de Pérdida	Costo por Pérdidas
Costos por desperfectos externos	4% del costo total

Nota. Tomado de Application of the New Production Philosophy to Construction (p.75), por Koskela, L, 1992, *Technical Report No. 72, Center for integrated facility engineering CIFE.* La productividad y sus tipos de pérdidas.

Así también Alarcón (1997), clasifica el tipo de pérdidas generadas en diferentes áreas, tal como lo describe la Tabla 5.

Tabla 5

Clasificación de Pérdidas por Áreas

Gestión	Factores	Tipo de información
Lista de pedidos con excedentes	Excedentes de recursos	Excedente
Demasiado control	Ausencia de Cantidad	Deficiente
Ausencia de visitas de inspección	Desperdiciar recursos	Tardía
Organización con errores y/o defectuosa	Mala repartición	Imprecisa
Presencia de burocracia	Deficiente calidad Disponibilidad	

Nota. Tomado de "Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción" (p.37 al p.45), por Alarcón, L., 1997, *Revista Ingeniería de Construcción*, 37-45.

Según Alarcón (1997), define como pérdida a toda aquella actividad que genera costos en el proyecto ya sea que agreguen valor o no al proyecto. Este mismo clasifica las perdidas mediante tres áreas, descritas en la Tabla 6.

Tabla 6

Pérdidas en un Proyecto de Edificación

H-H	H-M	M2	Min	Materiales
Errores	Desgaste	Espacio	Detenciones	Pérdida
Pérdida	poco	Adicional		Deterioro
Traslado innecesario	común			Traslado
Demasiado control			Retraso	innecesario
Procesamiento excesivo				
Trabajos sin Hacer				

H-H	H-M	M2	Min	Materiales
Rehacer trabajos				
Trabajos incensarios				

Nota. Tomado de “Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción” (p.37 al p.45), por Alarcón, L., 1997, *Revista Ingeniería de Construcción*, 37-45.

Así también Soibelman (2000), analiza de manera cualitativa como se puede medir los desperdicios como el concreto premezclado, cemento, mortero, arena y ladrillo, tal como se muestra en la Tabla 7.

Tabla 7

Cuadro Cualitativo de Desperdicios

Recursos	Tipo de Desperdicios
Concreto premezclado	Uso de equipos defectuosos. Deficiencias en el metraje. Presencia de material excesivo. Desigualdad entre material entregado con lo gestionado
Cemento	Uso de material en reparaciones Inadecuada recepción del material Mal almacenamiento de las bolsas de cemento
Mortero	Utilización de mortero en reparaciones Presencia de sobrantes.
Arena	Mala disposición del material durante su uso provocando dispersión. Manejo excesivo del material
Ladrillos huecos	Inadecuada recepción del material Mal almacenamiento. Ausencia de modulación que ocasiona excesivos cortes del ladrillo.

Nota. Tomado de *Material de desperdicio en la industria de la construcción: incidencia y control. Séptimo Simposium Internacional de Ingeniería Civil* (p.1 al p.12), por Soibelman, L., 2000, Monterrey: Fundación para la Investigación y la Cultura.

Por otro lado, Picchi (1993), en su estudio acerca de la estimación del tipo de pérdidas en proyectos de construcción, presenta de manera cuantitativa los desperdicios generados en una construcción, resultando un total del 30% del total de la obra, por lo que con esos resultados el autor comenta que, en un posible caso de construir 4 proyectos, este último podría realizarse con los desperdicios generados por los tres primeros, descritos en la Tabla 8.

Tabla 8

Cuadro Cuantitativo de Desperdicios.

Tipo	Características	%
Desperdicios constructivos montículos.	Mezcla de concreto en Ladrillo Aseo y organización Viajes para la eliminación	Hasta el 5%
Mezcla para el enlucido espesores extras.	el Cielorraso con Mamposterías internas Mamposterías externas Contrapisos	Hasta el 5%
Dosificación Tradicional	Concreto Mortero	2%
Reparaciones	Repintado Retoques	2%
Proyectos mejorados	no Arquitectura Estructuras Ins. Sanitarias Ins. Eléctricas	6%
Problemas de calidad	Paralización de trabajos a causa de ausencia de materiales y equipos de calidad	3.5%
Costos por atrasos	Costos por aplazar las fechas de culminación de los proyectos.	1.5%

Tipo	Características	%
	Multas	
Costos en obras entregadas	Costos en reparaciones de desperfectos presentes pasado el tiempo de la entrega de la obra.	5%
	Total	30%

Nota. Tomado de *Estimación de desperdicios en obras de edificación*, por Picchi, 1993.

A continuación, se describirá cada herramienta utilizada por la metodología Lean Construction para medir la productividad, empezando por el Nivel General de Actividades.

Según Quispe (2017), es la herramienta que mide el grado de productividad de los trabajadores, según el tiempo que tarda en realizar las tareas designadas, clasificados según los tres tipos de trabajo.

Los indicadores son graficados para visualizar el porcentaje de tiempo que le toma al personal en los diferentes tipos de trabajo. La finalidad de esta medición es aumentar el trabajo productivo, disminuir el trabajo contributorio e ir eliminando poco a poco el trabajo no contributorio. Para realizar dos mediciones de NGA y compararlas, se necesita que se realicen mediciones de dos actividades muy similares o las mismas en diferente tiempo.

Por lo que se ha planteado el siguiente proceso de aplicación del Nivel General de Actividades como:

Planificar el día a realizar la medición, para asegurar que se estén realizando todas las actividades.

Medir actividades de igual o parecido grado de complejidad.

Realizar este tipo de medición en obras donde se realicen varias actividades a la vez, por lo que la misma debe ser de gran dimensión.

Realizar una lista de trabajos contributorios y no contributorios, de las partidas que se van a realizar las mediciones, con el fin de facilitar el trabajo al momento de realizar la toma de datos y tener bien definido de qué actividades se

van a realizar la toma de datos. Algunas actividades definidas como trabajo contributorio son:

- Instrucciones
- Limpieza
- Acarreo de materiales
- Mediciones
- Habilitación de materiales

Algunas actividades definidas como trabajo no contributorio son:

- Espera
- Descanso
- Trabajo rehecho

Otra herramienta a usar es la Carta balance de cuadrilla, la cual según Quispe (2017), es un instrumento por el cual a partir de datos logra describir los detalles de los diferentes procesos de la construcción con el fin de lograr optimizar los mismos.

La toma de datos se realiza en periodos de tiempo de uno a dos minutos, en los cuales se describe el tipo de actividades realizadas por los trabajadores, clasificando los datos en Trabajo Productivo (TP), Trabajo Contributorio (TC) y Trabajo No Contributorio (TNC).

Mediante de este recurso se logra obtener resultados en los siguientes indicadores como:

- Nivel de actividad real, al dividir el tiempo en que trabaja el recurso entre el tiempo en que el mismo está presente. También se obtiene de la diferencia de la unidad con el porcentaje de Trabajo No Contributorio.
- Coeficiente de participación, al dividir el tiempo en que el recurso se encuentra presente, entre el tiempo total de la actividad.
- Nivel de actividad relativo, al dividir el tiempo de trabajo del recurso, entre el tiempo total de la actividad.

Para llevar a la práctica el uso de la Carta balance se necesita tener ciertos conocimientos en:

- Principalmente el comprender la actividad a medir.
- Diferenciar el cargo de los obreros que forman una cuadrilla, puesto que no todos realizan el mismo trabajo, para esto se sugiere hacer uso de ciertos implementos que los diferencien de modo que cuando se realice la toma de datos, esta sea mucho más rápido.
- El intervalo de tiempo promedio de observación es de un minuto, necesitando como mínimo de 30 minutos para poder describir un ciclo completo de actividades.
- Cuando existan actividades repetitivas, en la carta balance estará registrado que cada cierto periodo de tiempo la actividad se reiterará. Por lo tanto, dependerá mucho el tiempo de medición con el grado de confiabilidad que se deseará
- Es muy importante que, durante la observación, también se realice la toma de datos acerca del proceso de las actividades, el uso de qué tipo de herramientas, materiales y equipos, la presencia de imprevistos, todo con el fin de optimizar el flujo de trabajo.

Para esta herramienta también se ha planteado el siguiente proceso de aplicación de la Carta Balance como:

- Una vez descrito lo correspondiente a la carta balance se procederá a dar a conocer el procedimiento de aplicación de dicha herramienta.
- Identificar el proceso del flujo de trabajo y definirlos en tipos (TP, TC, TNC).
- Para facilitar la toma de datos, asignar a las actividades una letra o clave.
- Registrar todas las actividades de los miembros de la cuadrilla en la carta balance.
- Al procesar la información se tendrá en cuenta que se deberá graficar los tiempos tomados por cada actividad realizada por los miembros de la cuadrilla, estos resultados se pueden realizar mediante porcentajes para mostrar los tipos de trabajo (TP, TC, TNC).

III. Metodología.

3.1. Tipo y Diseño de Investigación.

3.1.1. Tipo de Investigación.

El tipo de investigación ha sido aplicada, según Carrasco (2015), esta correspondió a un estudio “para actuar, transformar, modificar o producir cambios”, además de tener intenciones precisas e inmediatas.

3.1.2. Diseño de Investigación.

La investigación presentó un diseño cuasiexperimental, puesto que según Carrasco (2015), estaría definida así puesto que el grupo de trabajo ya se encuentran formado, es decir se definió antes de la investigación.

El proyecto a la vez fue correlacional según Hernández (2010), puesto que se pretendió establecer la relación entre las dos variables presentes en un determinado contexto, después de cuantificar cada una de ellas, se estableció los vínculos existentes, por lo que los resultados sustentaron las hipótesis.

Por último, para Cienfuegos y Cienfuegos (2016), la presente investigación tuvo un enfoque cuantitativo puesto que se después de realizar la indagación permitió evaluar las hipótesis a través de datos estadísticos medibles.

Dicho esquema se representa de la siguiente manera:



Donde M: es la muestra de la población; V1, es la variable independiente; V2, es la variable dependiente y r: la relación existente entre ambas.

3.2. Variables y Operacionalización.

- **Variable independiente:** Herramientas lean construction.
- **Definición conceptual:**

Dicha variable recibió diversas definiciones, pero resalta en la investigación la definición realizada por el autor Ghio (2001), el cual se refiere

a las herramientas Lean Construction como aquellas pertenecientes a un sistema diferente al tradicional cuya principal importancia es la disminución de pérdidas.

– **Definición operacional:**

Para esto se identificó dos dimensiones como: D1-V1: Nivel General de Actividad de obra (NGA).

– **Indicadores:**

La medición se realizó de la siguiente manera:

- Un formato de medición para la recolección de datos.
- Tabulación de datos para determinar pérdidas durante las actividades.
- Analizar los datos recolectados para dar propuestas que disminuyan las pérdidas.
- Selección y seguimiento de las propuestas aplicadas

Así como D2-V1: Nivel de carta de balance de cuadrilla (NCB).

- Un formato de medición para la recolección de datos.
- Recopilación de información para determinar pérdidas durante las actividades.
- Analizar los datos recolectados para dar propuestas que disminuyan las pérdidas.
- Aplicación y seguimiento de las propuestas de disminución de pérdidas para medir los resultados.

– **Escala de medición:**

Para la investigación se utilizó la escala de razón.

– **Variable dependiente:** Productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.

– **Definición conceptual:**

Según Serpell (2004), hace mención de la productividad durante la ejecución de la obra, a medir la eficiencia de los recursos con el recurso

humano, tiempo y dinero, llevando un control para cumplir dentro del periodo de planificación establecido, sin descuidar el producto final.

– **Definición operacional:**

Para esto se identificó dos dimensiones como: D1-V2: Promedio de productividad en las obras de construcción en Perú.

– **Indicadores:**

La medición se realizó de la siguiente manera:

- Resultados estadísticos de los tipos de trabajo en proyectos de construcción en Perú (Ghio,2001).
- Confrontar el resultado de productividad.

Así como D2-V2: Promedio de productividad óptimo en las obras de construcción internacionales.

- Resultado estadístico de los tipos de trabajo en proyectos de construcción a nivel internacional (Serpell,2004).
- Resultado estadístico productivo de los tipos de trabajo en proyectos de construcción chilenas (Serpell,2004).
- Resultado estadístico productivo de los tipos de trabajo en proyectos de construcción colombianas (Botero,2002).
- Confrontar el resultado de productividad.

– **Escala de medición:**

Para la investigación se utilizó la escala de razón.

3.3. Población, Muestra y Muestreo.

3.3.1. La Población

Para esta investigación como población de tomará en cuenta los 10 trabajadores que están laborando el “Multifamiliar J14”, entre el maestro, operarios, oficiales y ayudantes.

3.3.2. Muestra

Para el estudio se utilizará el tipo de muestreo no probabilístico, intencional o dirigido, donde la muestra es igual a la población antes descrita constituido por:

- 1 maestros
- 3 operarios
- 2 oficiales
- 4 ayudantes

3.4. Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos.

3.4.1. Técnicas.

El enfoque del estudio es de tipo cuantitativo puesto que hace uso de una recolección de datos basándose a una medición numérica, estas técnicas usadas son las siguientes:

- Formatos de medición: Para reunir la información de la variable de estudio, se utilizan los formatos de: nivel general de Actividad de obra (NGA) y carta balance.
- Observación: Se calculo y evaluó la fase de tiempo que tardan los trabajadores en ejecutar alguna actividad en el transcurso del horario laboral, para posteriormente representarlo en porcentajes.
- Análisis bibliográfico, se recolectó información en tesis, libros, artículos con contenido referente al estudio.

3.4.2. Instrumentos.

Los instrumentos utilizados en la investigación son los siguientes:

- Fichas de campo NGA
- Ficha de campo de carta balance
- Cámara fotográfica
- Cronómetro: control de periodos.
- Microsoft Excel: Procesar data.

3.5. Procedimientos.

Está constituida por los siguientes puntos:

3.5.1. Recolección de Información.

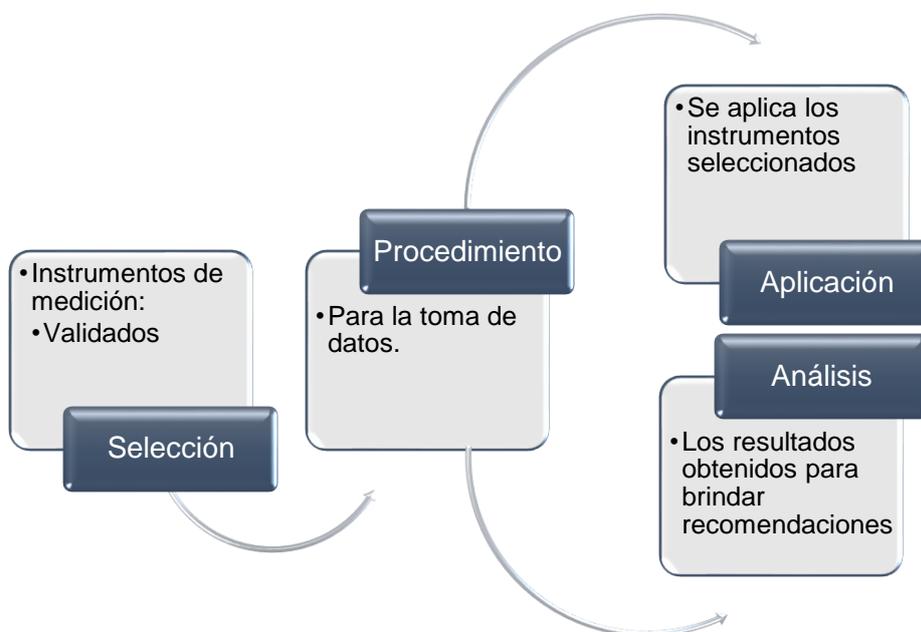
Para el estudio se realizará visitas a la obra del “Multifamiliar J14”, se tomará la data en base a los instrumentos, correspondientes al nivel general de actividad y carta balance, además se efectuó considerando las etapas establecidas en el estudio, teniendo en cuenta lo siguiente:

- Visita de la obra
- Realizar un diagnóstico del estado actual del proyecto
- Se tomo la data en base a los formatos establecidos por el Lean Construction referente al análisis de nivel general de actividad de obra y carta balance.
- En base del análisis de las cuadrillas se planteó soluciones para optimizar el rendimiento y productividad del proyecto.

Por lo que en la Figura 5, describe el proceso mencionado.

Figura 5

Proceso de Recolección de Datos



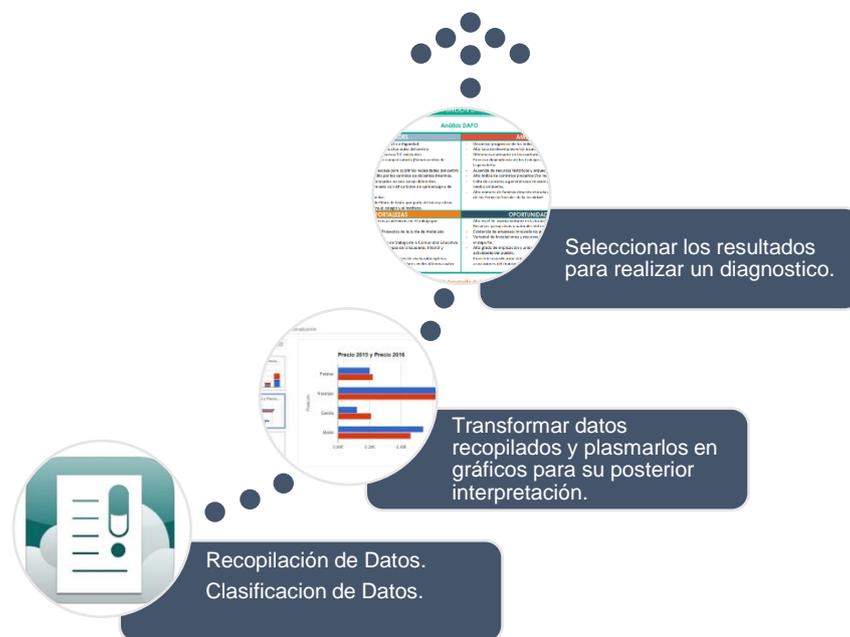
Nota. Proceso a seguir para la recolección de datos. Elaboración propia

3.6. Método de Análisis de Datos.

Siguiendo la investigación se procedió a tabularlos para realizar el análisis mediante gráficos estadísticos, además se hará un análisis comparativo de la situación inicial cuando no se hacía empleo de las herramientas Lean construction vs la situación final con la aplicación de dicha herramienta, por lo que los resultados serán contrastados con las hipótesis mencionadas con anterioridad. Por lo que en la Figura 6, describe el proceso mencionado.

Figura 6

Proceso de Análisis de Datos



Nota. Se explica el proceso realizado para procesar la información recopilada. Elaboración propia

3.7. Aspectos Éticos.

El presente estudio hace uso correcto de las referencias de toda la bibliografía consultada. Además, la toma de datos se realizó con mucha responsabilidad, siguiendo todo el procedimiento indicado anteriormente.

IV. Resultados.

4.1. Análisis del diagnóstico inicial a través del nivel general de actividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.

De acuerdo con el objetivo 1, en la investigación se evaluará el análisis de las herramientas, para el caso se tomó de manera estadística una muestra de 384 mediciones, según Quispe (2017) para obtener un nivel de confianza del 95% con un límite de error del 5% (Ver Tabla 34 de Anexos), con la finalidad de poder analizar y evaluar la productividad de la obra residencial.

4.1.1. Resultados de la aplicación de la herramienta Nivel General de Actividad

En el caso del uso de esta herramienta, las tomas se hicieron aleatoriamente, estas mediciones se realizaron durante días laborables desde el día lunes hasta el mediodía del sábado, en diferentes horarios (al inicio de la jornada, después de almuerzo y antes de finalizar su jornada laboral), estas mediciones se aplicaron a las partidas de acero, encofrado y concreto durante 6 días con una duración aproximada de 64 minutos por día.

Estas primeras tomas del nivel general de actividades se realizaron en las primeras plantas de la obra para obtener el estado actual o diagnóstico situacional inicial y poder comparar con los estándares nacionales e internacionales, así mismo, este análisis nos permitirá identificar cuáles son las principales causas del trabajo contributivo y no contributivo, para identificar y detectar las principales pérdidas, cuantificarlas y tomar medidas correctivas inmediatas.

Según Ghio (2001), define tres tipos de trabajo:

El Trabajo Productivo (TP), que es lo que aporta directamente a la producción y son actividades como:

- El vaciado del concreto
- Encofrado
- Acero

El Trabajo Contributivo (TC), que es el apoyo que necesita para realizar el trabajo productivo, aparentemente es una actividad necesaria, sin embargo, no

aporta valor, así mismo, esta categorizada como perdida de segundo nivel y están relacionadas a actividades como:

- Leer e interpretar planos
- Dar o recibir instrucciones
- Transporte de materiales
- Limpieza

El Trabajo No Contributorio (TNC), está relacionada con cualquier actividad que no aporte valor y esta categorizada como perdida, además que generan un costo innecesario y son actividades como:

- Descansos
- Esperas
- Viajes
- Rehacer trabajos

4.1.1.1. Diagnóstico inicial de la obra.

Se presenta la medición de los datos con las respectivas fechas en las que fueron tomadas.

El primer día se tomó el primer muestreo con fecha 16 de mayo del 2022 como se muestra en la tabla 9, se utilizó el formato de NGA, tomando nota de las actividades ejecutadas en las partidas de estudio, acero, concreto y encofrado.

Este trabajo de campo y recolección de información sirvió para proponer alternativas de mejora, con la finalidad de establecer propuestas para ser aplicadas en los siguientes procesos de la investigación.

Tabla 9

Fechas de Medición

Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado
16/05/2022	17/05/2022	18/05/2022	19/05/2022	20/05/2022	21/05/2022
Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6
Primera	Segunda	Tercera	Cuarta	Quinta	Sexta
Medición	Medición	Medición	Medición	Medición	Medición

Nota. Registro de fechas de mediciones realizadas. Elaboración propia.

– **Datos recopilados por día**

En la tabla 10 se describen las actividades y el porcentaje que representan cada una de ellas, durante la toma de datos del primer día.

Tabla 10

Datos Recopilados en el Primer Día

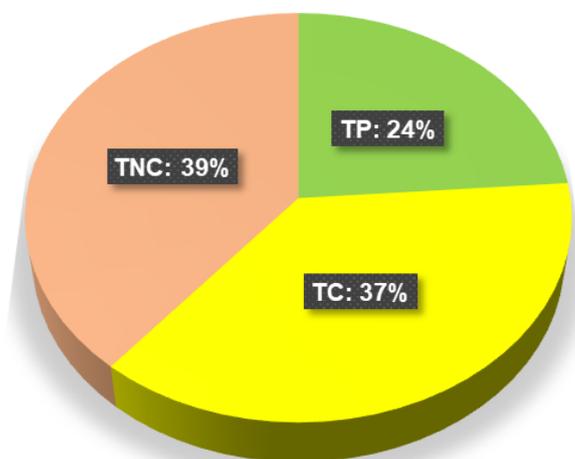
Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
1	Acero, encofrado y concreto	TP	135	23.81%
1	Transporte de herramientas y accesorios	TC	29	5.11%
2	Lectura de planos y medición	TC	42	7.41%
3	limpieza	TC	35	6.17%
4	Instrucciones dar o recibir	TC	32	5.64%
5	Preparación de mezcla	TC	0	0.00%
6	Andamios y/o protección	TC	19	3.35%
7	desplazamiento	TC	26	4.59%
8	desencofrados	TC	24	4.23%
9	Colocación de separador de concreto	TC	4	0.71%
10	Otros	TC	0	0.00%
1	Descanso	TNC	24	4.23%
2	Espera	TNC	58	10.23%
3	Trabajos rehechos	TNC	36	6.35%
4	Necesidades fisiológicas	TNC	12	2.12%
5	Tiempo de ocio	TNC	44	7.76%
6	Viajes	TNC	43	7.58%
7	Otros	TNC	4	0.71%
Total			567	100.00%

Nota. Datos recopilados mediante el formato de medición.

Como podemos ver en la figura 7, el NGA tomado el día 1 arroja un porcentaje de TP 24%, TC 37% Y TNC 39%.

Figura 7

Distribución del Trabajo NGA del Día 1



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado en el primer día.

En la tabla 11 se describen las actividades y el porcentaje que representan cada una de ellas, durante la toma de datos del segundo día.

Tabla 11

Datos Recopilados en el Segundo Día

Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
1	Acero, encofrado y concreto	TP	120	21.16%
1	Transporte de herramientas y accesorios	TC	34	6.00%
2	Lectura de planos y medición	TC	42	7.41%
3	Limpieza	TC	30	5.29%
4	Instrucciones dar o recibir	TC	37	6.53%
5	Preparación de mezcla	TC	0	0.00%
6	Andamios y/o protección	TC	15	2.65%
7	Desplazamiento	TC	27	4.76%
8	Desencofrados	TC	27	4.76%

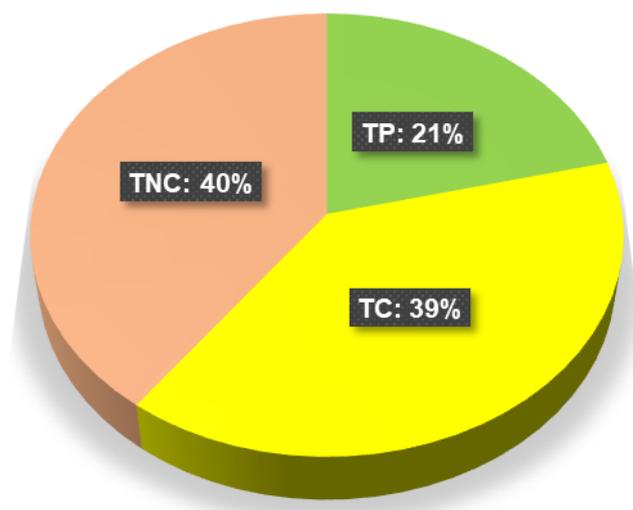
Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
9	Colocación de separador de concreto	TC	9	1.59%
10	Otros	TC	0	0.00%
1	Descanso	TNC	28	4.94%
2	Espera	TNC	59	10.41%
3	Trabajos rehechos	TNC	35	6.17%
4	Necesidades fisiológicas	TNC	10	1.76%
5	Tiempo de ocio	TNC	50	8.82%
6	Viajes	TNC	38	6.70%
7	Otros	TNC	6	1.06%
Total			567	100.00%

Nota. Datos recopilados mediante el formato de medición.

Como podemos ver en la figura 8, el NGA tomado el día 2 arroja un porcentaje de TP 21%, TC 39% Y TNC 40%.

Figura 8

Distribución del Trabajo NGA del Día 2



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado en el segundo día.

En la tabla 12 se describen las actividades y el porcentaje que representan cada una de ellas, durante la toma de datos del tercer día.

Tabla 12

Datos Recopilados en el Tercer Día

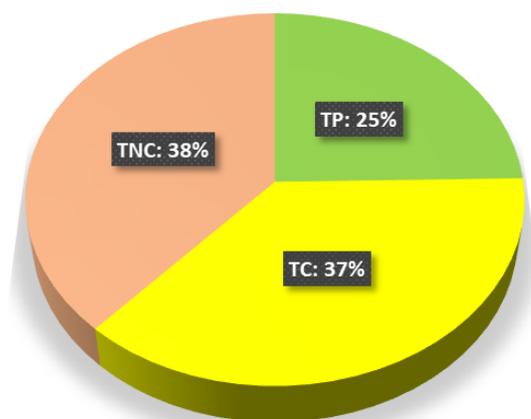
Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
1	Acero, encofrado y concreto	TP	140	24.69%
1	Transporte de herramientas y accesorios	TC	31	5.47%
2	Lectura de planos y medición	TC	43	7.58%
3	Limpieza	TC	27	4.76%
4	Instrucciones dar o recibir	TC	35	6.17%
5	Preparación de mezcla	TC	0	0.00%
6	Andamios y/o protección	TC	22	3.88%
7	Desplazamiento	TC	25	4.41%
8	Desencofrados	TC	24	4.23%
9	Colocación de separador de concreto	TC	3	0.53%
10	Otros	TC	0	0.00%
1	Descanso	TNC	23	4.06%
2	Espera	TNC	58	10.23%
3	Trabajos rehechos	TNC	37	6.53%
4	Necesidades fisiológicas	TNC	9	1.59%
5	Tiempo de ocio	TNC	43	7.58%
6	Viajes	TNC	42	7.41%
7	Otros	TNC	5	0.88%
Total			567	100.00%

Nota. Datos recopilados mediante el formato de medición.

Como podemos ver en la figura 9, el NGA tomado el día 3 arroja un porcentaje de TP 25%, TC 37% Y TNC 38%.

Figura 9

Distribución del Trabajo NGA del Día 3



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado en el tercer día.

En la tabla 13 se describen las actividades y el porcentaje que representan cada una de ellas, durante la toma de datos del cuarto día.

Tabla 13

Datos Recopilados en el Cuarto Día

Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
1	Acero, encofrado y concreto	TP	160	28.22%
1	Transporte de herramientas y accesorios	TC	30	5.29%
2	Lectura de planos y medición	TC	38	6.70%
3	limpieza	TC	30	5.29%
4	Instrucciones dar o recibir	TC	32	5.64%
5	Preparación de mezcla	TC	0	0.00%
6	Andamios y/o Protección	TC	19	3.35%
7	Desplazamiento	TC	24	4.23%
8	Desencofrados	TC	20	3.53%

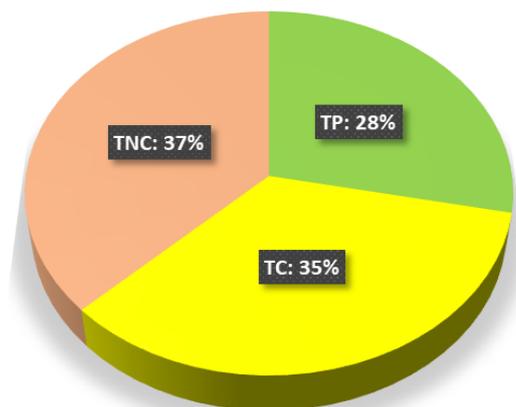
Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
9	Colocación de Separador de concreto	TC	3	0.53%
10	Otros	TC	0	0.00%
1	Descanso	TNC	24	4.23%
2	Espera	TNC	58	10.23%
3	Trabajos rehechos	TNC	32	5.64%
4	Necesidades fisiológicas	TNC	12	2.12%
5	Tiempo de ocio	TNC	44	7.76%
6	Viajes	TNC	37	6.53%
7	Otros	TNC	4	0.71%
Total			567	100.00%

Nota. Datos recopilados mediante el formato de medición.

Como podemos ver en la figura 10, el NGA tomado el día 4 arroja un porcentaje de TP 28%, TC 35% Y TNC 37%.

Figura 10

Distribución del Trabajo NGA del Día 4



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado en el cuarto día.

En la tabla 14 se describen las actividades y el porcentaje que representan cada una de ellas, durante la toma de datos del quinto día.

Tabla 14*Datos Recopilados en el Quinto Día*

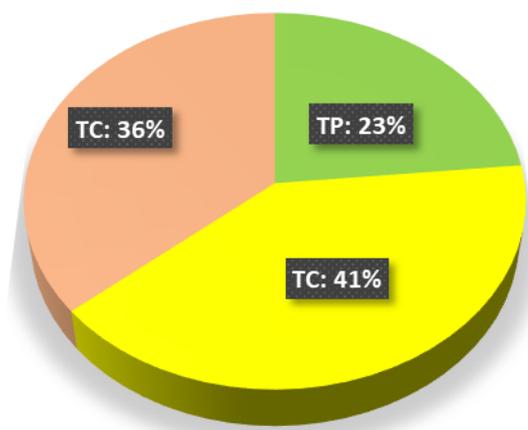
Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
1	Acero, encofrado y concreto	TP	133	23.46%
1	Transporte de herramientas y accesorios	TC	29	5.11%
2	Lectura de planos y medición	TC	40	7.05%
3	Limpieza	TC	40	7.05%
4	Instrucciones dar o recibir	TC	38	6.70%
5	Preparación de mezcla	TC	2	0.35%
6	Andamios y/o protección	TC	15	2.65%
7	Desplazamiento	TC	28	4.94%
8	Desencofrados	TC	35	6.17%
9	Colocación de separador de concreto	TC	0	0.00%
10	Otros	TC	2	0.35%
1	Descanso	TNC	24	4.23%
2	Espera	TNC	55	9.70%
3	Trabajos rehechos	TNC	32	5.64%
4	Necesidades fisiológicas	TNC	12	2.12%
5	Tiempo de ocio	TNC	42	7.41%
6	Viajes	TNC	36	6.35%
7	Otros	TNC	4	0.71%
Total			567	100.00%

Nota. Datos recopilados mediante el formato de medición.

Como podemos ver en la figura 11, el NGA tomado el día 5 arroja un porcentaje de TP 23%, TC 41% Y TNC 36%.

Figura 11

Distribución del Trabajo NGA del Día 5



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado en el quinto día.

En la tabla 15 se describen las actividades y el porcentaje que representan cada una de ellas, durante la toma de datos del sexto día.

Tabla 15

Datos Recopilados en el Sexto Día

Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
1	Acero, encofrado y concreto	TP	141	24.87%
1	Transporte de herramientas y accesorios	TC	31	5.47%
2	Lectura de planos y medición	TC	25	4.41%
3	Limpieza	TC	35	6.17%
4	Instrucciones dar o recibir	TC	33	5.82%
5	Preparación de mezcla	TC	2	0.35%
6	Andamios y/o protección	TC	25	4.41%
7	Desplazamiento	TC	31	5.47%
8	Desencofrados	TC	26	4.59%

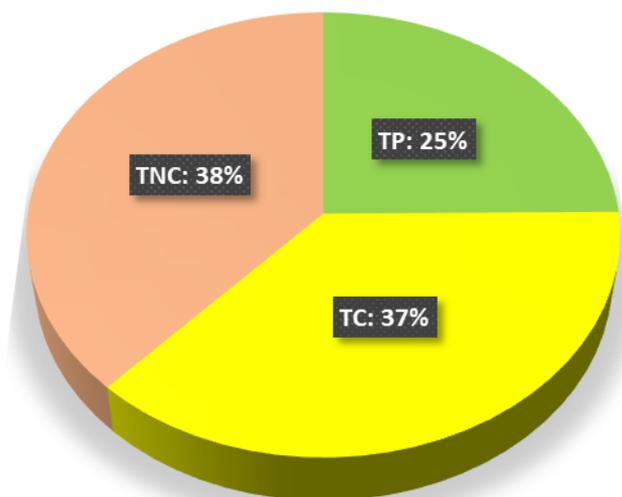
Código	Actividad	Clasificación	Total	Porcentaje
9	Colocación de separador de concreto	TC	0	0.00%
10	Otros	TC	2	0.35%
1	Descanso	TNC	49	8.64%
2	Espera	TNC	48	8.47%
3	Trabajos rehechos	TNC	35	6.17%
4	Necesidades fisiológicas	TNC	15	2.65%
5	Tiempo de ocio	TNC	28	4.94%
6	Viajes	TNC	39	6.88%
7	Otros	TNC	2	0.35%
Total			567	100.00%

Nota. Datos recopilados mediante el formato de medición.

Como podemos ver en la figura 12, el NGA tomado el día 6 arroja un porcentaje de TP 25%, TC 37% Y TNC 38%.

Figura 12

Distribución del Trabajo NGA del Día 6



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado en el sexto día.

4.1.1.2. Análisis e interpretación de los resultados (6 días).

En la tabla 16 representa el resumen de las tomas hechas en los seis días y el promedio de estas muestras, para el trabajo productivo 24%, el trabajo contributorio 38% y trabajo no contributorio 38%.

Tabla 16

Promedio Nivel de General de Actividades del Diagnóstico Inicial

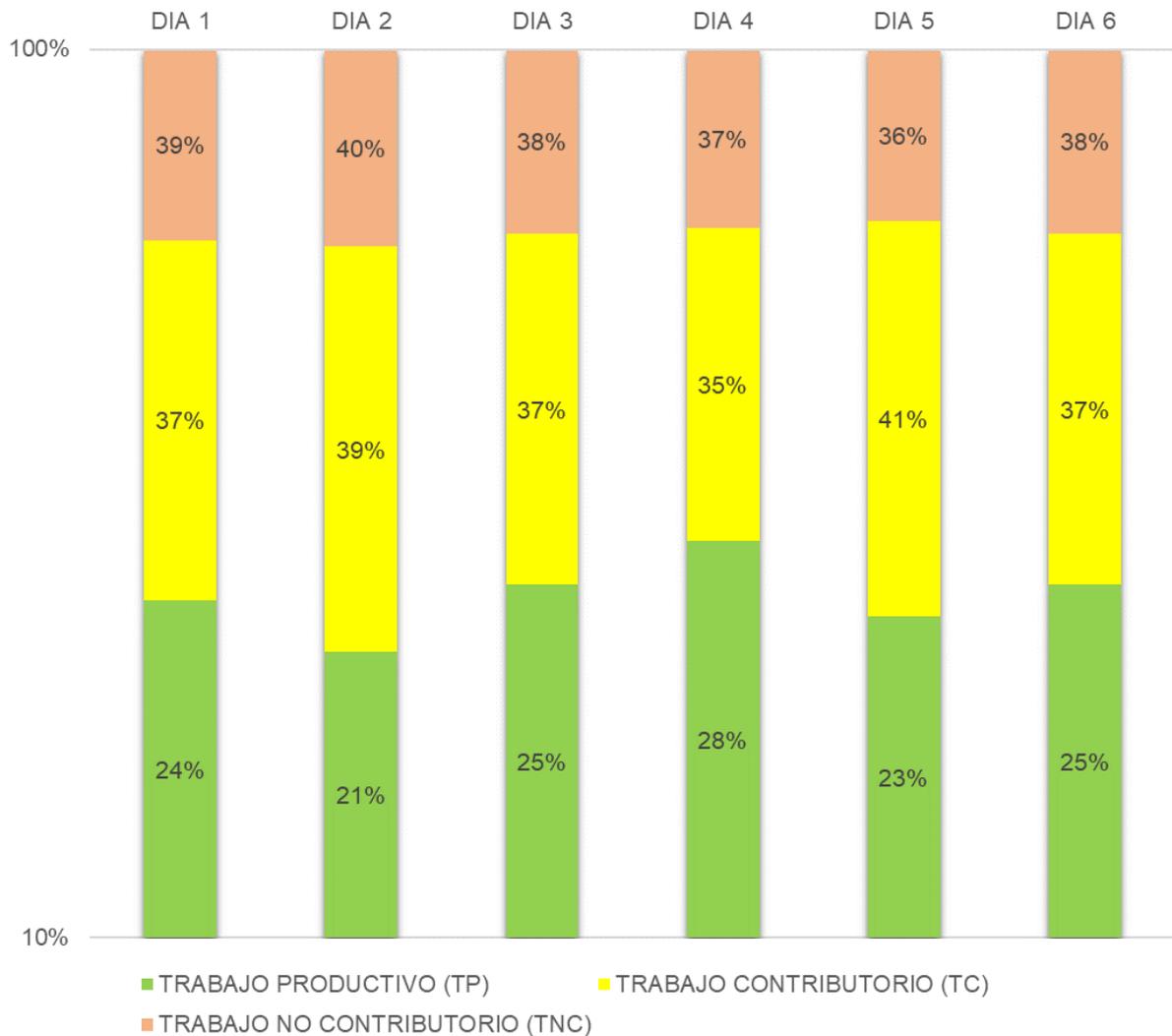
Descripción	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Promedio
	16/05/2022	17/05/2022	18/05/2022	19/05/2022	20/05/2022	21/05/2022	
	Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	
Trabajo Productivo (TP)	24%	21%	25%	28%	23%	25%	24%
Trabajo Contributorio (TC)	37%	39%	37%	35%	41%	37%	38%
Trabajo No Contributorio (TNC)	39%	40%	38%	37%	36%	38%	38%

Nota. Datos recopilados mediante el formato de medición.

Como podemos ver en la figura 13, representa el resumen de los porcentajes de los 6 días en cuanto al trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio

Figura 13

Análisis general de Actividad (NGA) - Diagnóstico Inicial

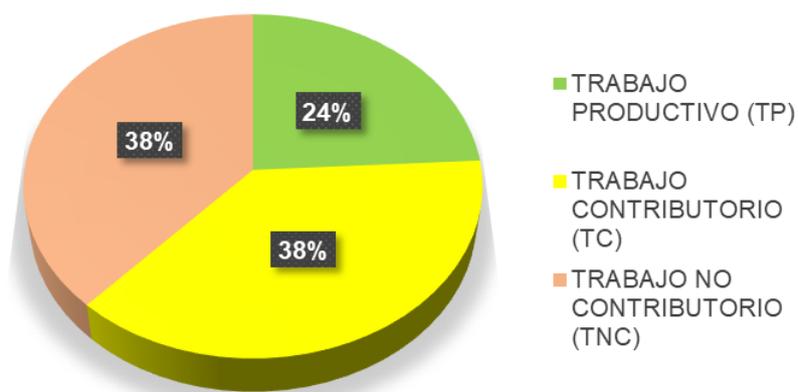


Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado durante seis días.

Como podemos ver en la figura 14, representa el resumen en cuanto a los promedios de las tomas de los 6 días.

Figura 14

Análisis General de Actividad (NGA) Diagnóstico Inicial



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado durante seis días.

4.1.1.3. Análisis de trabajos productivos, trabajo contributorio y no contributorio

Procesando la información recolectada en campo en los seis días nos da los siguientes resultados representados en la tabla 17, en cuanto al trabajo productivo 24%, trabajo contributorio 38% y trabajo no contributorio 38%. Comparando los resultados con los estándares nacionales que nos da Ghio (2001), “Productividad en Obras de Construcción”, se puede concluir que está por debajo del estándar mínimo y el porcentaje óptimo.

Tabla 17

Nivel general de actividad vs estándares de productividad

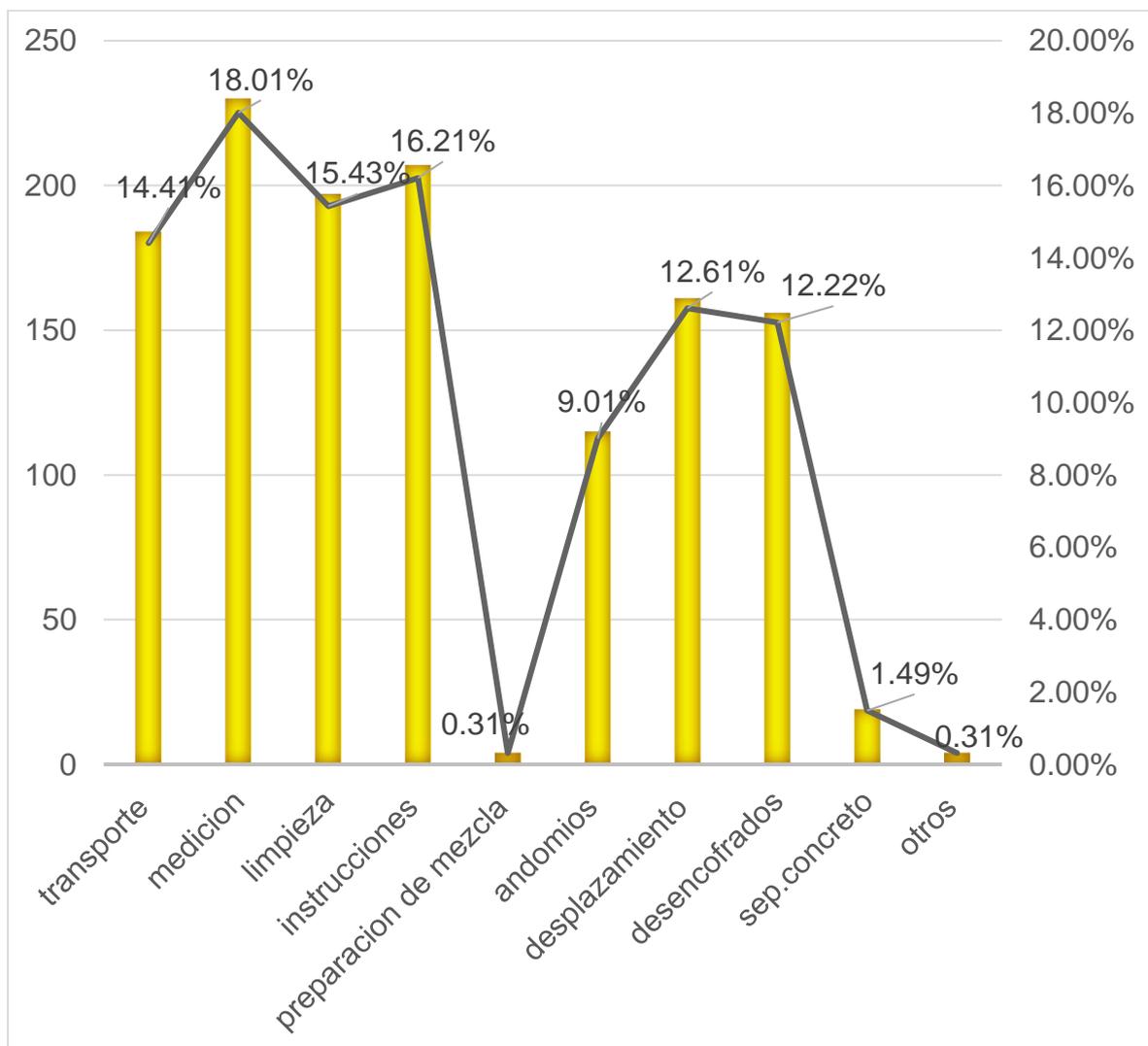
Tipo de Trabajo	Porcentaje actual	Virgilio Ghio	Porcentaje Optimo
Trabajo Productivo (TP)	24%	28%	60%
Trabajo Contributorio (TC)	38%	36%	25%
Trabajo No Contributorio (TNC)	38%	36%	15%

Nota. Adaptada de *Productividad en obras de Construcción, Diagnostico, crítica y propuesta*, por Ghio, 2001, Amistad Editores e Impresores S.A.C.

En figura 15 representa el porcentaje de las actividades que aportan al trabajo contributivo, la medición (lectura de planos y medición) representa 18.01%, luego con un 16.21% las instrucciones (dar o recibir), después con un 15.43% la limpieza, también el transporte de herramientas o accesorios representada con un 14.41%, estos indicadores muestran las actividades con los porcentajes más elevados para plantear soluciones y así reducir los tiempos de estas actividades.

Figura 15

Causas de TC (Trabajo Contributivo)



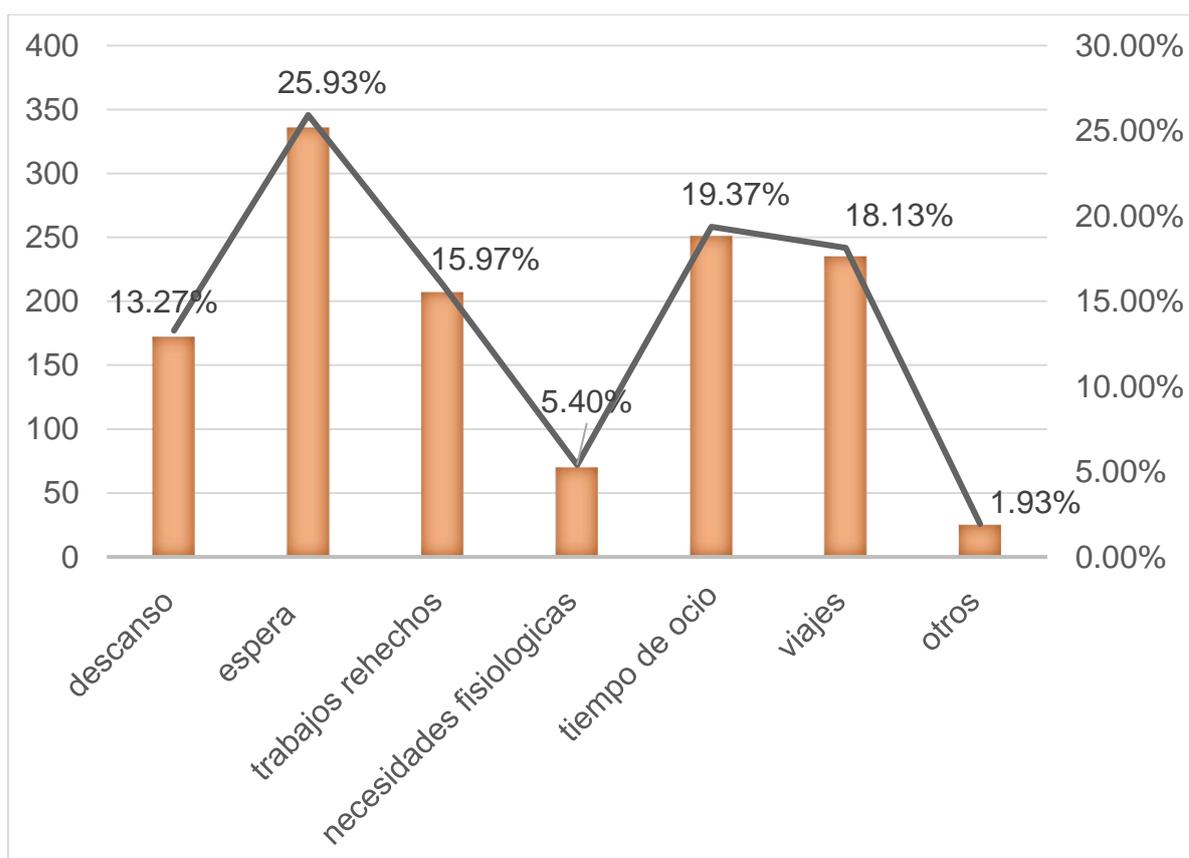
Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos del trabajo contributivo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades.

En cuanto a la medición (lectura de planos) y las instrucciones (dar o recibir) lo cual tienen los porcentajes más altos, el día que se tomó la data al parecer habían un tema de descoordinación en cuanto al personal ya que se habían realizado unas modificaciones en cuanto al encofrado de la siguiente planta y no todos estaban al tanto, por ende se tomaban mucho tiempo para las mediciones y las instrucciones que se daban.

En figura 16 se analiza las actividades que constituyen los TNC, la actividad con mayor porcentaje es la espera con 25.93%, seguido del tiempo de ocio con un 19.37%, luego viajes 18.13% y trabajos rehechos con 15.97%, según cada actividad se buscara soluciones para optimizar el tiempo y reducir los tiempos de actividades no contributivas, en el momento que se tomaron los datos.

Figura 16

Causas de TNC (Trabajo no Contributorio)



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos del trabajo no contributivo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades.

4.1.1.4. PROPUESTA DE MEJORA

Teniendo en cuenta las actividades realizadas según el muestreo del trabajo de campo en cada partida, se analizó las actividades predominantes en cuanto al trabajo contributivo y no contributivo, se da las siguientes recomendaciones para aumentar la productividad:

- Dar charlas y capacitación en cuanto a la lectura de planos, así más miembros del equipo estén preparados y no haya pérdida de tiempo en llamar o buscar a la persona a cargo, para disipar cualquier duda.
- Coordinar con tiempo la entrega de materiales y el planner semanal con los requerimientos necesarios en cuanto a materiales y herramientas con el fin de evitar tiempos improductivos.
- Planificar el desarrollo de cada partida con la finalidad de solicitar solo el personal necesario.
- Establecer un lugar específico para el almacenamiento de herramientas, cercano a lugar donde se realizarán las actividades, y reducir tiempo en buscar alguna herramienta.
- Establecer una mayor supervisión en cuanto a la ejecución de tareas y así evitar tiempos de ocio
- Incentivar el cumplimiento de metas y aumento de productividad, a través de bonos.

4.2. Identificar la influencia de la herramienta nivel general de actividad durante la construcción del proyecto

"Multifamiliar J14", Trujillo.

4.2.1. Aplicación de las Recomendaciones

Poniendo en práctica las recomendaciones anteriormente mencionadas, a través del ingeniero responsable se estandarizo y se reorganizo la metodología de trabajo con la finalidad de obtener resultados positivos, los resultados de la nueva evaluación aplicando la herramienta nivel general de actividades se representada en la tabla 18, mostrando los porcentajes de TP TC Y TNC por cada día tomado y el promedio de estas tomas, representados en la Tabla 18:

Tabla 18

Promedio Nivel de General de Actividades del Diagnóstico mejorado

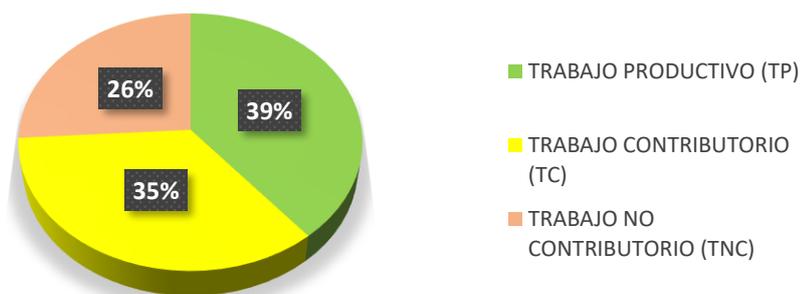
DESCRIPCION	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	PROMEDIO
	20/06/2022	21/06/2022	22/06/2022	23/06/2022	24/06/2022	25/06/2022	
	DIA 1	DIA 2	DIA 3	DIA 4	DIA 5	DIA 6	
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	35%	39%	40%	40%	39%	43%	39%
TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	33%	35%	34%	38%	36%	35%	35%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	32%	26%	26%	22%	25%	22%	26%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%

Nota. Datos recopilados mediante el formato de medición.

Como podemos ver en la figura 17, representa el promedio de las tomas de los 6 días luego de la aplicación de las recomendaciones

Figura 17

Análisis General de Actividad (NGA) Diagnóstico mejorado

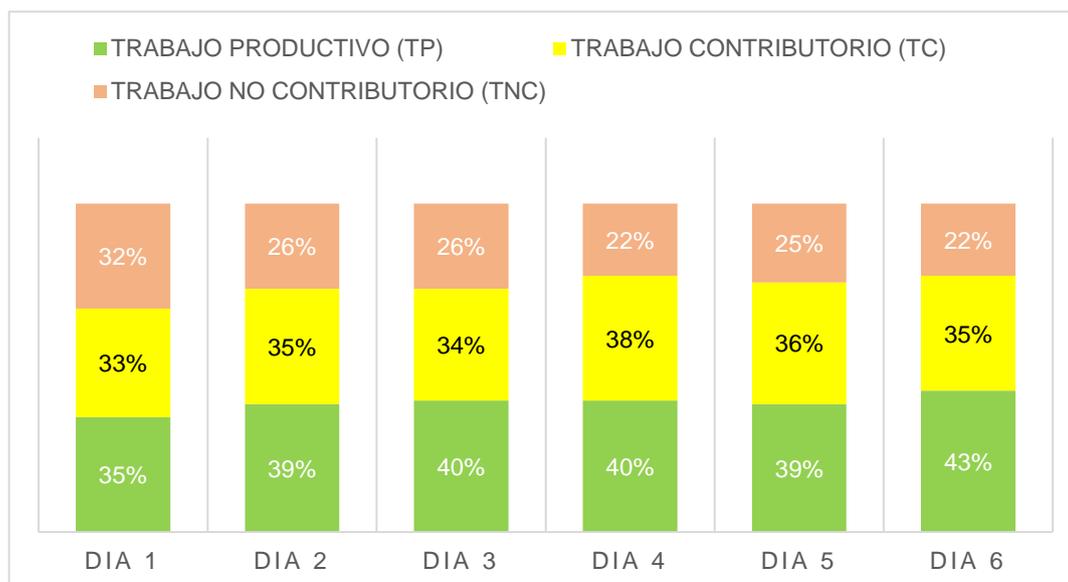


Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado durante seis días con las mejoras recomendadas.

En la figura 18 se representa los porcentajes de los TP, TC Y TNC. De la toma de los 6 días.

Figura 18

Análisis general de Actividad (NGA) - Diagnóstico mejorado



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Nivel General de Actividades aplicado durante seis días con las mejoras propuestas.

En la tabla 19 representa la comparación de los promedios tomados en el diagnóstico inicial, el diagnóstico mejorado vs el promedio de Ghio y el porcentaje óptimo

Tabla 19

Promedio Nivel de General de Actividades del Diagnóstico mejorado

Tipo de Trabajo	Porcentaje inicial	Porcentaje mejorado	Virgilio Ghio	Porcentaje Óptimo
Trabajo Productivo (TP)	24%	39%	28%	60%
Trabajo Contributorio (TC)	38%	35%	36%	25%
Trabajo No Contributorio (TNC)	38%	26%	36%	15%

Nota. Adaptada de *Productividad en obras de Construcción, Diagnóstico, crítica y propuesta*, por Ghio, 2001, Amistad Editores e Impresores S.A.C.

El resultado según lo expuesto en la Tabla 19, el trabajo productivo es de un 39% aplicando las mejoras recomendadas se observa un crecimiento del 15% en cuanto a la productividad, las recomendaciones se fueron aplicando progresivamente en un mes, asimismo se implementó la obra con más herramientas y se cambió de proveedor de materiales ya que en el diagnóstico inicial salió un 25.93% de espera como actividad dentro del trabajo no contributivo, y que en su mayoría se debía a la espera de materiales y usos de las mismas herramientas.

Así mismo, bajó un 12% el trabajo no contributorio y el trabajo no contributorio disminuyó un 3%, aumentando el trabajo productivo lo cual supera el estándar establecido por Virgilio Ghio de un 28%, aun se debe continuar implementando las recomendaciones para elevar el nivel de productividad apuntando al porcentaje óptimo del 60%.

4.3. Analizar el diagnóstico inicial a través de la carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Resultados de Acero en placas usando carta balance.

- Partida: Acero en placas
- Proyecto: Multifamiliar "J14".

Para esta partida se realizó dos mediciones; antes, correspondiente a un diagnóstico inicial y después, correspondiente a un diagnóstico final aplicando mejoras de productividad.

- Medición realizada, representada en la Tabla 20.

Tabla 20

Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance

	Primera medición
Fecha	02 de mayo del 2022
Inicio	13:00 pm
Final	16:00 pm
Duración	3 horas

Nota. Indica la medición antes de aplicar las propuestas de mejora para eliminar pérdidas.

- Cantidad de personal obrero involucrado:

La presente partida corresponde a acero en placas, teniendo una cuadrilla de 5 trabajadores: entre dos operarios, 1 oficial y 2 ayudantes.

4.3.1. Diagnóstico Previo – Primera Medición

Para una mayor facilidad al momento de usar esta herramienta se realizó un listado de las principales actividades a medir, clasificadas según los tipos de trabajo como: Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio, los cuales se les asignó un código descrito en la Tabla 21.

Tabla 21*Clasificación de los Tipos de Trabajo*

Trabajo Productivo (TP)	
A1	Colocar Acero horizontal
A2	Colocar Acero Vertical
AM	Amarrado de alambre
Trabajo Contributorio (TC)	
BM	Ir a buscar algún material
TP	Colocar topes
TR	Trasladarse hacia otro lugar
M	Medir y marcar con tiza
Z	Abrir los paquetes con cizalla
A	Acarreo de material
I	Instrucciones
Trabajo No Contributorio (TNC)	
TE	Tiempo de espera
R	Trabajos rehechos
TO	Tiempo de ocio
SH	Ir a SS.HH.
VV	Viajes en vano

Nota. Indica los códigos a usar para el llenado de la herramienta de Carta Balance según los tipos de trabajo para la partida Acero en placas.

Una vez realizada la toma de datos se procedió a procesar la información por lo que logra distinguir las actividades realizadas por cada obrero según el tipo de trabajo, a la vez de identificar la actividad con mayor incidencia durante el periodo de medición descrito en la Tabla 22.

Tabla 22*Resultados de Medición de los Tipos de Trabajo por cada Obrero*

TIPOS	OP1	OP2	OF1	AYU1	AYU2	TOTAL	%
A1	31	31	32	24	32	150	16.67%
A2	18	17	15	16	15	81	9.00%
AM	23	20	24	23	21	111	12.33%
BM	8	8	11	13	8	48	5.33%
TP	0	0	0	3	3	6	0.67%
TR	8	3	6	10	6	33	3.67%
M	6	5	8	9	8	36	4.00%
Z	5	5	6	4	1	21	2.33%
A	5	7	2	4	7	25	2.78%
I	3	8	5	5	7	28	3.11%
TE	33	31	25	28	30	147	16.33%
R	11	11	19	12	12	65	7.22%
TO	10	15	10	12	17	64	7.11%
SH	4	6	0	2	2	14	1.56%
VV	15	13	17	15	11	71	7.89%
TT	180	180	180	180	180	900	100.00%

Nota. Indica los resultados de la medición realizada usando los códigos descritos en la Tabla 20 por cada obrero. OP1: Operario 1; OP2: Operario 2; OF1: Oficial 1; AYU1: Ayudante 1; AYU2: Ayudante 2.

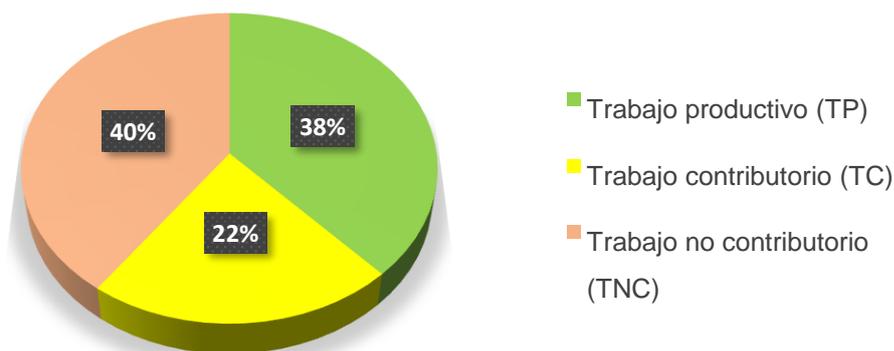
Para esto también se realizó un diagnóstico antes y durante la medición, el cual se observó ciertos sucesos como al cabo de un tiempo de haber empezado la medición, el disco de corte perdió filo y no se disponía de un repuesto en almacén por lo que se tuvo que ir a comprar unos nuevos, perdiendo tiempo al esperar y tiempo de viaje.

A la vez se visualizó que el lugar presentaba ciertos desperdicios producto de otras partidas.

Finalmente se realizó un análisis de la totalidad de los tipos de trabajo descritos en la Figura 19, resultando un total de trabajo productivo (TP) de 38%, de trabajo contributorio (TC) de 21.89% y de trabajo no contributorio (TNC) de 40.11%, mostrado en la Figura 18 para una mayor comprensión.

Figura 19

Análisis de Carta Balance en Acero en Placas

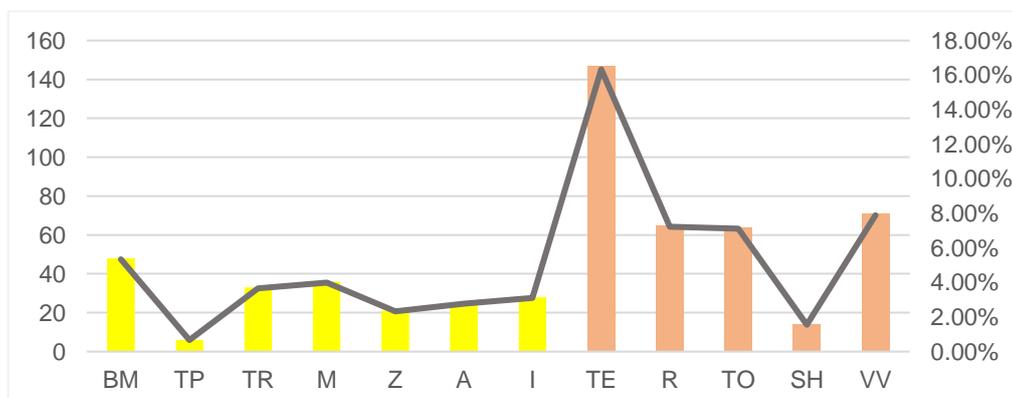


Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Carta Balance en una cuadrilla de Acero en placas.

La herramienta Carta Blance permite identificar las actividades en las cuales se tendría que prestar mayor atención para disminuir su incidencia tales como las del trabajo no contributorio (TNC), para visualizar cambios positivos en el trabajo productivo (TP). Por lo que en la Figura 20 muestra a detalle cuáles son las actividades que demandaron mayor tiempo.

Figura 20

Actividades Clasificadas por Trabajo Contributorio y No Contributorio



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de Trabajo Contributorio y No Contributorio.

La principal actividad a disminuir es el Tiempo de espera puesto que alcanza un 16.33% del total del trabajo, posteriormente también se debería disminuir los Viajes en Vano, el cual muestra un 7.89%, así como los Trabajos Rehechos y el Tiempo de Ocio, puesto que han alcanzado valores elevados como el 7.22% y 7.11% respectivamente.

4.4.Recomendaciones para mejorar la productividad.

Una vez obtenida la información de la toma de datos, se procede a realizar ciertas recomendaciones con el fin de llevarlos a cabo para mejorar los resultados y finalmente realizar la segunda medición.

Para realizar la partida se debe tener en cuenta el orden del espacio de trabajo, para evitar los viajes en vano como por ejemplo en la búsqueda de materiales que no se encontraban en el lugar indicado inicialmente.

A la vez las dimensiones de los aceros deben ser claras para evitar replanteos en el corte del mismo.

Se debe contar con los discos de corte en buen estado y tener los necesarios para evitar pérdidas de tiempo de espera en ir a comprar unos nuevos.

Así como debe existir una mayor supervisión en los trabajadores, con el fin que todos estén realizando sus actividades designadas, evitando distracciones en el uso excesivo del celular.

4.5. Identificar la influencia de la herramienta carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Diagnóstico actual – Segunda medición de Acero en placas

Se hizo llegar las recomendaciones al área de obra, los cuales decidieron tomar en cuenta cada una de las propuestas, las mediciones realizadas están representadas en la Tabla 23.

- Medición realizada, representada en la Tabla 23.

Tabla 23

Medición realizada después de aplicar las recomendaciones

Segunda medición	
Fecha	03 de junio del 2022
Inicio	8:30 am
Final	11:30 am
Duración	3 horas

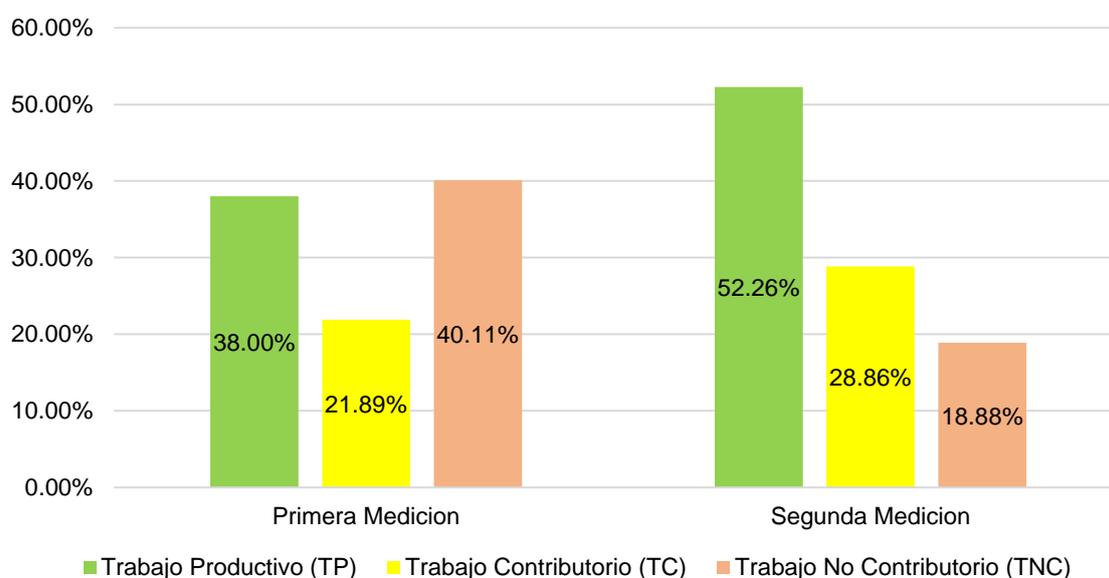
Nota. Indica la segunda medición realizada después de aplicar las propuestas de mejora para eliminar pérdidas.

Se obtuvieron los siguientes resultados: el trabajo productivo aumentó resultando un 52.26%, el trabajo contributorio resultó en un 28.86% y el trabajo no contributorio disminuyó obteniendo un 18.88%, tal como lo describe la Figura 21 a continuación.

Figura 21

Análisis de Primera y Segunda Medición de Acero en Placas usando Carta

Balance



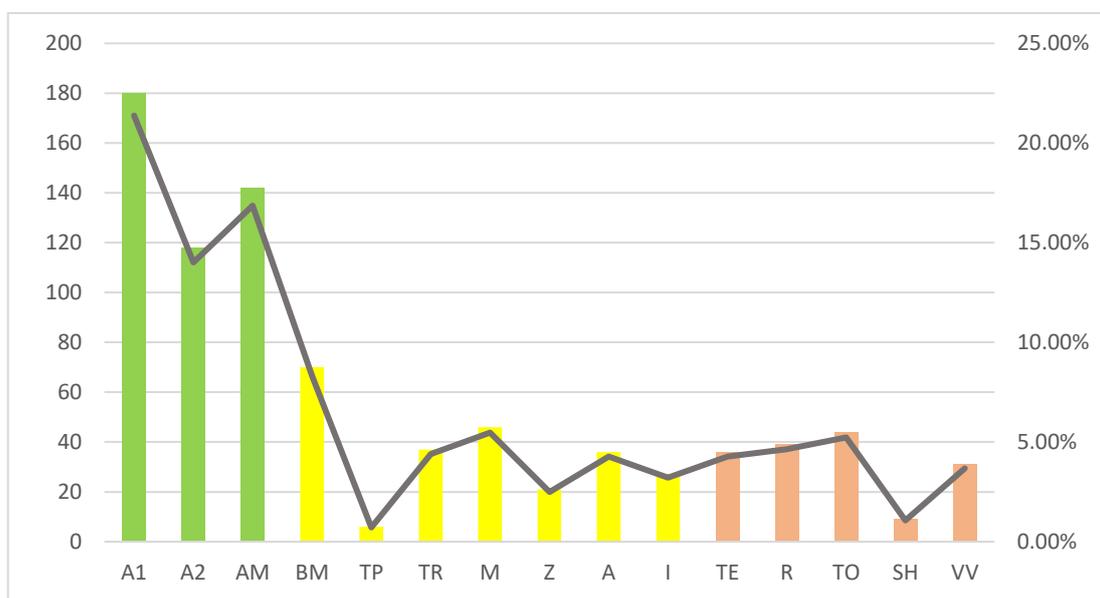
Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos en ambas mediciones, antes y después de la aplicación de las propuestas de mejoras de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Carta Balance en una cuadrilla de Acero en placas.

Se disminuyó considerablemente el Trabajo no contributivo en un 21.23%, a la vez que subió el trabajo productivo en un 14.26% y el trabajo contributivo tuvo un aumento menor del 6.97%.

En la Figura 22 se aprecia qué actividades lograron disminuir y cuáles aumentaron siendo las principales el TNC y TP respectivamente.

Figura 22

Actividades Clasificadas Trabajo Productivo, Trabajo Contributivo y No Contributivo.



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de Trabajo Productivo, Trabajo Contributivo y No Contributivo.

4.6. Analizar el diagnóstico inicial a través de la carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Resultados de Encofrado de losa usando carta balance.

- Partida: Encofrado en losa.
- Proyecto: Multifamiliar "J14".

Para esta partida se realizó dos mediciones; antes, correspondiente a un diagnóstico inicial y después, correspondiente a un diagnóstico final aplicando mejoras de productividad.

- Medición realizada, representada en la Tabla 24.

Tabla 24*Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance*

Primera medición	
Fecha	10 de mayo del 2022
Inicio	8:00 am
Final	12:30 pm
Duración	4.5 horas

Nota. Indica la medición antes de aplicar las propuestas de mejora para eliminar pérdidas.

- Cantidad de personal obrero involucrado:

La presente partida corresponde a encofrado de losa aligerada, de las cuales se ha medido a una cuadrilla de 5 obreros: entre 2 operarios, 1 oficial y dos ayudantes.

4.6.1. Diagnóstico previo – Primera medición

Para una mayor facilidad al momento de usar esta herramienta se realizó un listado de las principales actividades a medir, clasificadas según los tipos de trabajo como: Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio, los cuales se les asignó un código descrito en la Tabla 25.

Tabla 25*Clasificación de los Tipos de Trabajo*

Trabajo Productivo (TP)	
CP	Colocar tablonos en losa
PT	Colocar puntales
Trabajo Contributorio (TC)	
I	Instrucciones
A	Acarreo de material
BM	Ir a buscar materiales
AD	Aplicar desmoldante
L	Habilitar el material para encofrado

Trabajo No Contributorio (TNC)	
VV	Viajes en vano
TE	Tiempo de espera
R	Trabajos Rehechos
TO	Tiempo de ocio

Nota. Indica los códigos a usar para el llenado de la herramienta de Carta Balance según los tipos de trabajo para la partida Encofrado en losa.

Una vez realizada la toma de datos se procedió a procesar la información por lo que logra distinguir las actividades realizadas por cada obrero según el tipo de trabajo, a la vez de identificar la actividad con mayor incidencia durante el periodo de medición descrito en la Tabla 26.

Tabla 26

Resultados de Medición de los Tipos de Trabajo por cada Obrero

TIPOS	OP1	OP2	OF1	AYU1	AYU2	TOTAL	%
CP	56	70	63	39	15	243	23.14%
PT	9	12	8	2	3	34	3.24%
I	8	16	0	2	3	29	2.76%
A	18	36	36	34	38	162	15.43%
BM	6	9	7	10	15	47	4.48%
AD	15	9	11	7	11	53	5.05%
L	8	6	13	15	19	61	5.81%
VV	21	21	23	29	36	130	12.38%
TE	31	15	28	35	29	138	13.14%
R	2	1	4	6	3	16	1.52%
TO	36	15	17	31	38	137	13.05%
TT	210	210	210	210	210	1050	100.00%

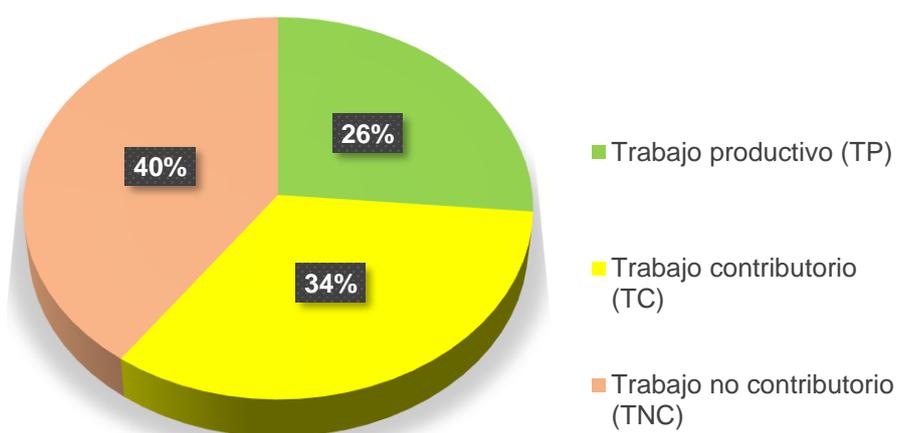
Nota. Indica los resultados de la medición realizada usando los códigos descritos en la Tabla 24 por cada obrero. OP1: Operario 1; OP2: Operario 2; OF1: Oficial 1; AYU1: Ayudante 1; AYU2: Ayudante 2.

Previo a la realización de la toma de datos se realizó un diagnóstico del espacio de trabajo, encontrándose el lugar con algunos montículos de desmonte, una vez realizado la toma de datos también se detectó que la manipulación de los materiales no tenía cierto orden por lo que cuando se requería alguno este tomaba tiempo en encontrar el objeto, ya sea algún accesorio y/o alguna herramienta. Además, las planchas de madera se habían ubicado en la parte frontal de la construcción por lo que la cuadrilla que estaba trabajando en dicho sector tomaba mayo tiempo en trasladar los elementos necesarios para el encofrado. Por último, como la construcción tenía diferentes alturas, se manejaban diferentes medidas de los tablones de madera, los mismos que ya se habían habilitado, pero al momento de trasladarlos al piso a encofrar estos se habían mezclados, haciendo difícil la distinción de los mismos según sus dimensiones.

Finalmente se realizó un análisis de la totalidad de los tipos de trabajo descritos en la Figura 23, resultando un total de trabajo productivo (TP) de 26.38%, de trabajo contributorio (TC) de 33.52% y de trabajo no contributorio (TNC) de 40.10%, mostrado en la Figura 23 para una mayor comprensión.

Figura 23

Análisis de Carta Balance de Encofrado en Losa

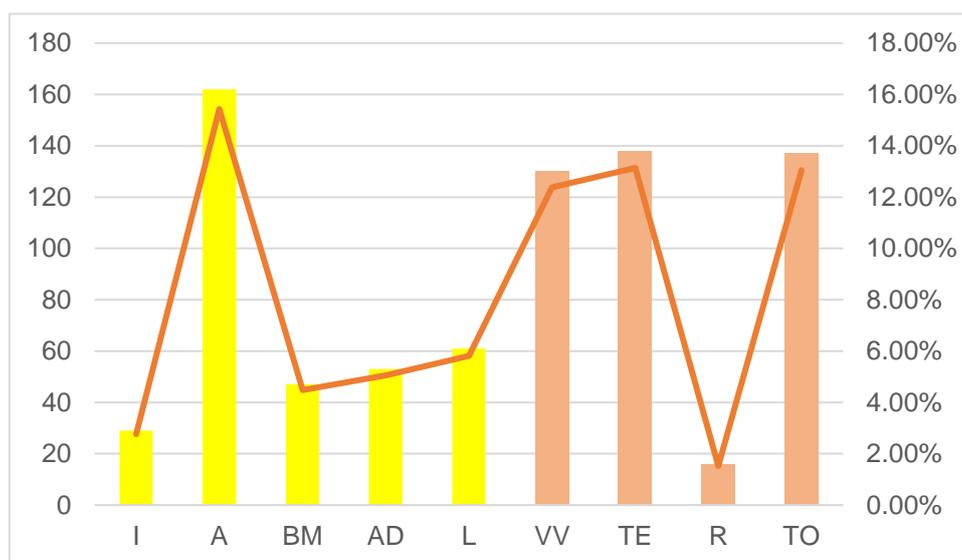


Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Carta Balance en una cuadrilla de Encofrado en losa.

La herramienta Carta Blance permite identificar las actividades en las cuales se tendría que prestar mayor atención para disminuir su incidencia tales como las del trabajo no contributivo (TNC), para visualizar cambios positivos en el trabajo productivo (TP). Por lo que en la Figura 24 muestra a detalle cuáles son las actividades que demandaron mayor tiempo.

Figura 24

Actividades Clasificadas por Trabajo Contributorio y No Contributorio



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de Trabajo Contributorio y No Contributorio.

La principal actividad a disminuir es el Tiempo de espera puesto que alcanza un 13.14% del total del trabajo, posteriormente también se debería disminuir los Tiempo de Ocio, puesto que han alcanzado valores elevados como el 13.05%, así como los Viajes en Vano, el cual muestra un 12.38%. La presente partida no alcanza niveles altos de trabajo rehecho.

4.7. Recomendaciones para mejorar la productividad.

Una vez obtenida la información de la toma de datos, se procede a realizar ciertas recomendaciones con el fin de llevarlos a cabo para mejorar los resultados y finalmente realizar la segunda medición.

Antes de realizar el desarrollo de la partida, tener el lugar limpio, sin montículos de desmote que obstaculicen el camino de los trabajadores.

Colocar el material a usar en un punto medio del piso a encofrar para disminuir el tiempo de espera.

Si es necesario la distinción de las medidas de las maderas a usar, clasificarlas mediante caracteres reconocibles para evitar pérdidas de tiempo de espera en su búsqueda.

Mantener el orden al momento de trabajar implementando recipientes o depósitos para colocar los materiales y herramientas de modo que sean fácil y rápida la detección de los mismos en el desarrollo de las partidas, a fin de evitar viajes en vano en la búsqueda de los mismos.

4.8. Identificar la influencia de la herramienta carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Diagnóstico actual, Segunda medición de Encofrado de losa.

Se hizo llegar las recomendaciones al área de obra, los cuales decidieron tomar en cuenta cada una de las propuestas, las mediciones realizadas están representadas en la Tabla 27.

Tabla 27

Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance

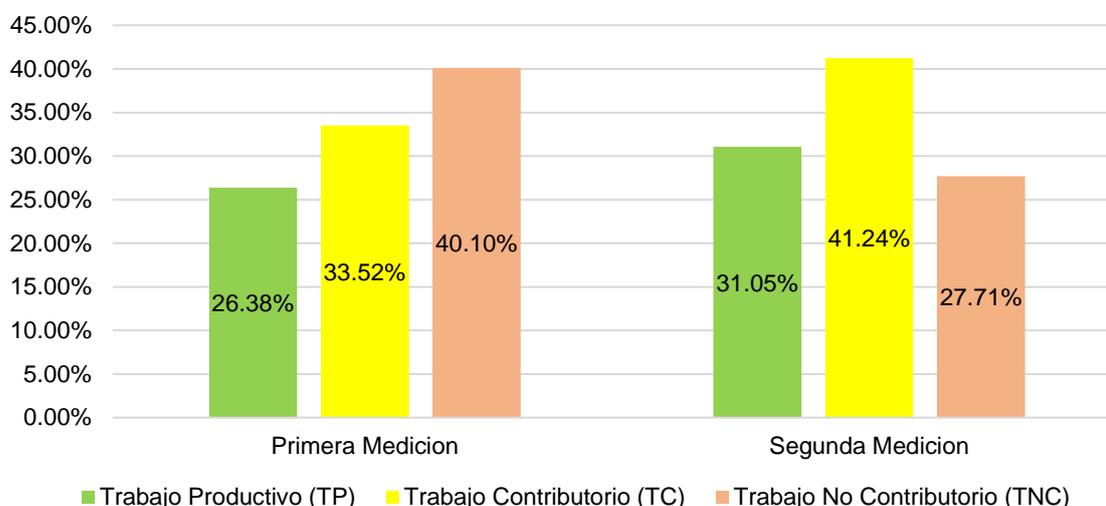
Segunda medición	
Fecha	13 de junio del 2022
Inicio	8:00 am
Final	12:30 pm
Duración	4.5 horas

Nota. Indica la segunda medición realizada después de aplicar las propuestas de mejora para eliminar pérdidas.

Se obtuvieron los siguientes resultados: el trabajo productivo aumentó resultando un 31.05%, el trabajo contributorio resultó en un 41.24% y el trabajo no contributorio disminuyó obteniendo un 27.71%, tal como lo describe la Figura 25.

Figura 25

Análisis de Primera y Segunda Medición de Encofrado en Losa usando Carta Balance

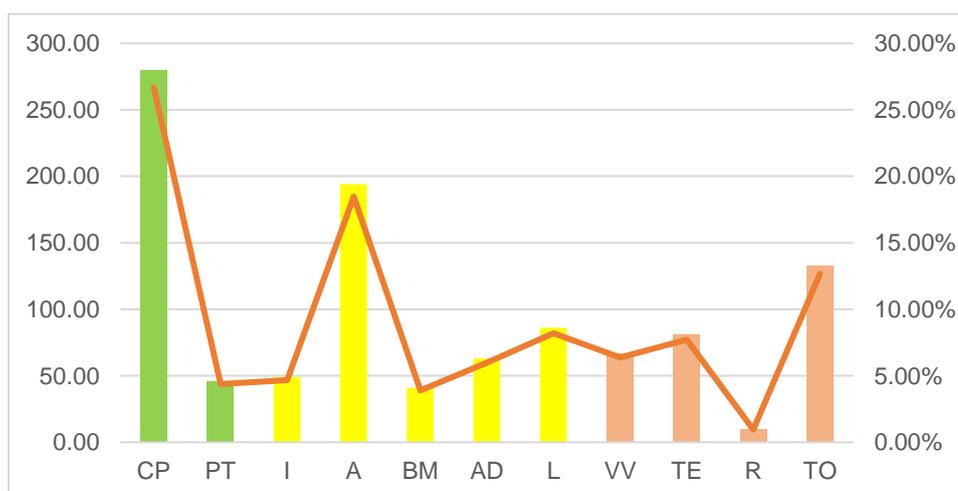


Nota. El gráfico representa los resultados, antes y después de la aplicación de las propuestas de mejoras medidas mediante la herramienta de Carta Balance en una cuadrilla de Encofrado en losa.

Se disminuyó considerablemente el Trabajo no contributivo en un 12.39%, a la vez que subió el trabajo productivo en un 4.67% y el trabajo contributivo en un 7.72%. En la Figura 26 se aprecia qué actividades lograron disminuir y cuáles aumentaron siendo las principales el TNC y TP respectivamente.

Figura 26

Actividades Clasificadas Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio.

4.9. Analizar el diagnóstico inicial a través de la carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Resultados de Vaciado de concreto en losa usando carta balance.

- Partida: Vaciado de concreto en losa (mixer).
- Proyecto: Multifamiliar "J14".
- Medición realizada, representadas en la Tabla 28.

Para esta partida se realizó dos mediciones; antes, correspondiente a un diagnóstico inicial y después, correspondiente a un diagnóstico final aplicando mejoras de productividad.

Tabla 28

Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance

Primera medición		
Nº Mixer	Primero	Segundo
Fecha	30 de mayo del 2022	
Inicio	10:14 am	12:30 pm
Final	13:36 am	15:38 am
Nº de mediciones	136 min	122 min

Nota. Indica la medición antes de aplicar las propuestas de mejora para eliminar pérdidas.

- Cantidad de personal obrero involucrado:

La presente partida corresponde a vaciado de losa aligerada, siendo una cuadrilla de 6 obreros:

1 operario encargado del regleado.

1 oficial encargado del regleado y otro encargado del vibrado del concreto

3 ayudantes manipulando la manguera más palaneo.

4.9.1. Diagnóstico previo – Primera medición

Para una mayor facilidad al momento de usar esta herramienta se realizó un listado de las principales actividades a medir, clasificadas según los tipos de trabajo como: Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio, los cuales se les asignó un código descrito en la Tabla 29.

Tabla 29

Clasificación de los Tipos de Trabajo

Trabajo Productivo (TP)	
VC	Vaciar mezcla de concreto
R	Reglear
P	Palanear el concreto
Trabajo Contributorio (TC)	
VB	Vibrado
I	Instrucciones
LH	Limpieza de herramientas
Trabajo No Contributorio (TNC)	
TE	Tiempo de espera
TO	Tiempo de ocio
VV	Viajes en Vano
SH	Ir a SS.HH.

Nota. Indica los códigos a usar para el llenado de la herramienta de Carta Balance según los tipos de trabajo para la partida Vaciado de concreto en losa.

Una vez realizada la toma de datos se procedió a procesar la información por lo que logra distinguir las actividades realizadas por cada obrero según el tipo de trabajo, a la vez de identificar la actividad con mayor incidencia durante el periodo de medición descrito en la Tabla 30.

Tabla 30*Resultados de Medición de los Tipos de Trabajo por cada Obrero*

TIPOS	OP1	OP2	OF1	AYU1	AYU2	AYU3	TOTAL	%
VC	1	1	3	9	45	53	112	9.93%
R	49	45	0	0	0	0	94	8.33%
P	0	0	11	37	11	7	66	5.85%
VB	9	11	62	34	16	11	143	12.68%
I	15	28	5	0	0	0	48	4.26%
LH	0	0	0	0	6	18	24	2.13%
TE	86	87	83	66	91	82	495	43.88%
TO	8	4	3	25	6	11	57	5.05%
VV	16	8	21	17	9	6	77	6.83%
SH	4	4	0	0	4	0	12	1.06%
TT	188	188	188	188	188	188	1128	100.00%

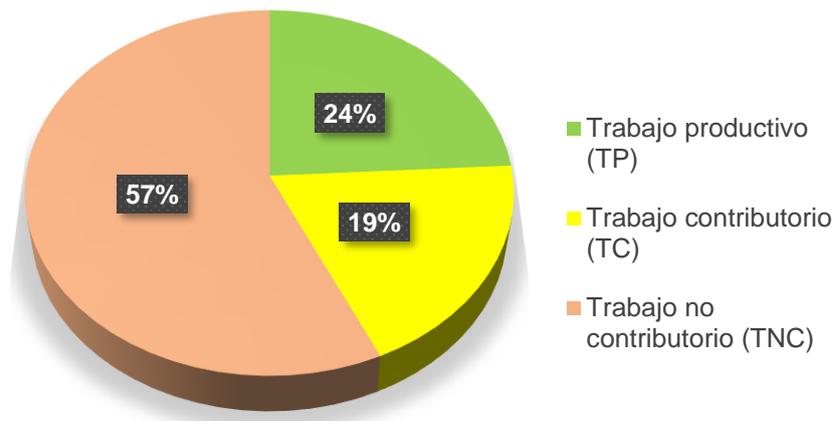
Nota. Indica los resultados de la medición realizada usando los códigos descritos en la Tabla 24 por cada obrero. OP1: Operario 1; OP2: Operario 2; OF1: Oficial 1; AYU1: Ayudante 1; AYU2: Ayudante 2; AYU3: Ayudante 3.

Finalmente se realizó un análisis de la totalidad de los tipos de trabajo descritos en la Figura 27, resultando un total de trabajo productivo (TP) de 24.11%, de trabajo contributivo (TC) de 19.02% y de trabajo no contributivo (TNC) de 56.83%, mostrado en la Figura 26 para una mayor comprensión.

Previo a la realización de la toma de datos se detectaron algunas incidencias como la tardanza del mixer, puesto que se había acordado su llegada a las 9:30 am, por consiguiente, el segundo mixer llegó aún más tarde, resultando un total de 70 minutos de tardanza en total, tiempo que en este caso resultó útil puesto que aún no se disponía de la losa con las instalaciones completamente instaladas. Además, para el vaciado del mixer se tuvo que ubicar por el fondo del terreno puesto que la ubicación de algunos tramos de la losa era inaccesible por la manga del mixer, por lo que tuvo cierta tardanza en el inicio del vaciado después de la llegada del mismo.

Figura 27

Análisis de Carta Balance de Vaciado de Concreto en Losa

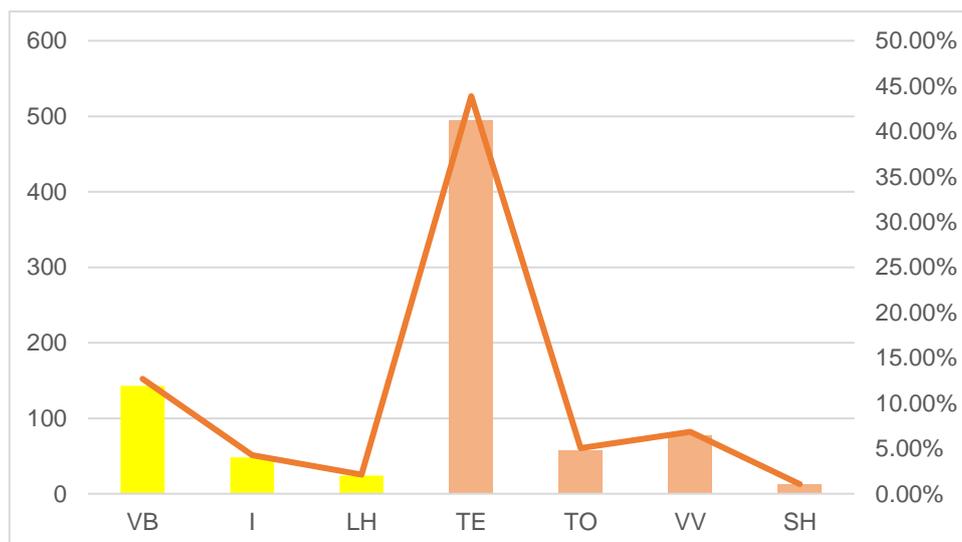


Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Carta Balance en una cuadrilla de Encofrado en losa.

La herramienta Carta Blance permite identificar las actividades en las cuales se tendría que prestar mayor atención para disminuir su incidencia tales como las del trabajo no contributivo (TNC), para visualizar cambios positivos en el trabajo productivo (TP). Por lo que en la Figura 28 muestra a detalle cuáles son las actividades que demandaron mayor tiempo.

Figura 28

Actividades Clasificadas por Trabajo Contributorio y No Contributorio



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de Trabajo Contributorio y No Contributorio.

La principal actividad a disminuir es el Tiempo de espera puesto que alcanza un 43.88%, las otras tres actividades no alcanzan niveles elevados de incidencia por lo que se debería prestar mayor atención en el tiempo de espera.

4.10. Recomendaciones para mejorar la productividad.

Una vez obtenida la información de la toma de datos, se procede a realizar ciertas recomendaciones con el fin de llevarlos a cabo para mejorar los resultados y finalmente realizar la segunda medición.

Tener la cuadrilla lista para la realización de la partida, a la vez de coordinar la hora de llegada del mixer, para evitar retrasos a futuro.

Averiguar las dimensiones de la manga para calcular su posible ubicación para el vaciado, así como disponer de un área libre para la ubicación rápida del camión y así evitar pérdidas de tiempo.

4.11. Identificar la influencia de la herramienta carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo - Diagnostico actual de la Segunda Medición de Vaciado de Concreto en Losa.

Se hizo llegar las recomendaciones al área de obra, los cuales decidieron tomar en cuenta cada una de las propuestas, las mediciones realizadas están representadas en la Tabla 31.

Tabla 31

Fecha de Medición Realizada Mediante Carta Balance

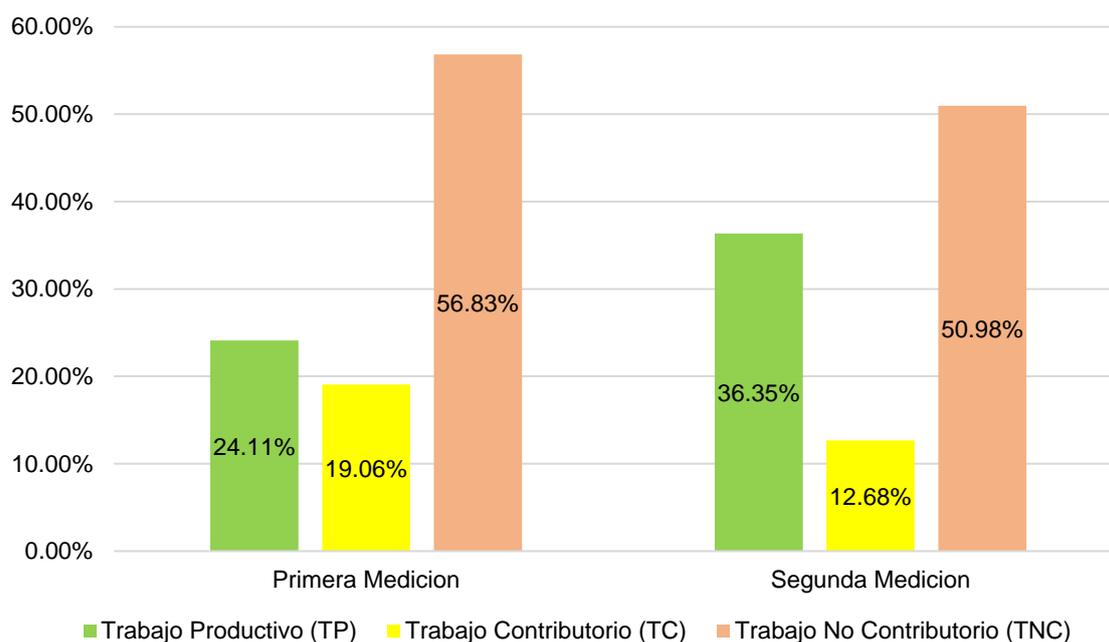
Segunda medición		
N° Mixer	Primero	Segundo
Fecha	01 de julio del 2022	
Inicio	13:43 pm	15:18 pm
Final	15:32 pm	17:05 pm
N° de mediciones	95 min	93 min

Nota. Indica la segunda medición realizada después de aplicar las propuestas de mejora para eliminar pérdidas.

El trabajo productivo aumentó resultando un 30%, el trabajo contributorio resultó en un 35% y el trabajo no contributorio disminuyó obteniendo un 35% tal como lo describe la Figura 29.

Figura 29

Análisis de Primera y Segunda Medición de Vaciado de Concreto en Losa usando Carta Balance



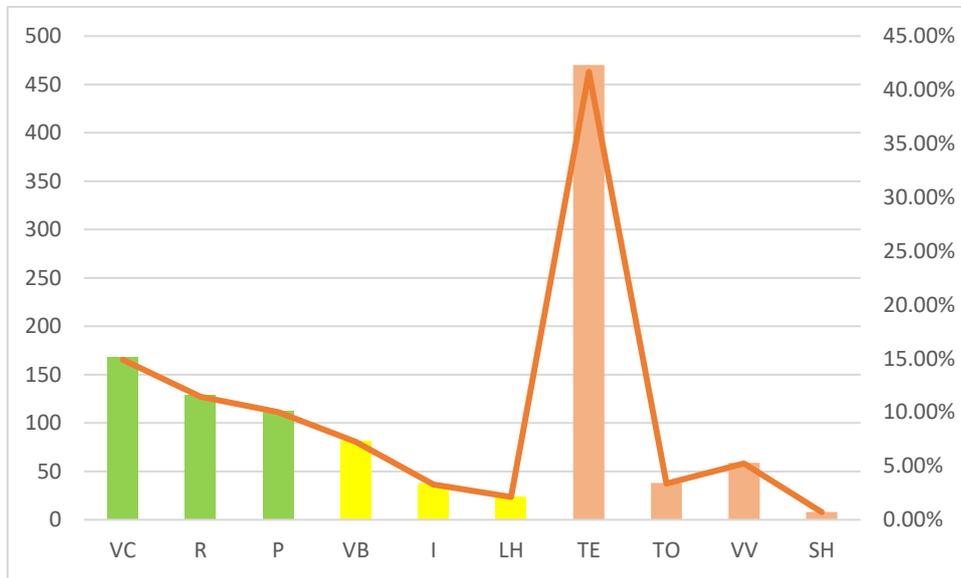
Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos en ambas mediciones, antes y después de la aplicación de las propuestas de mejoras de los tipos de trabajo medidos mediante la herramienta de Carta Balance en una cuadrilla de Encofrado en losa.

Se disminuyó el Trabajo no contributorio en un 5.85%, el trabajo contributorio en un 6.38%, a la vez que subió el trabajo productivo en un 12.24%.

En la Figura 30 se aprecia qué actividades lograron disminuir y cuáles aumentaron siendo las principales el TNC y TP respectivamente.

Figura 30

Actividades Clasificadas Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio



Nota. El gráfico representa los resultados estadísticos de los tipos de Trabajo Productivo, Trabajo Contributorio y No Contributorio.

V. Discusión

Según Quispe (2017), en la tesis “Aplicación de lean construction para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017”, menciona en sus resultados los porcentajes de trabajo productivo, contributorio y no contributorio aplicando la herramienta nivel general de actividades y se obtuvo un promedio de TP 31%, TC 41% Y TNC 27%, luego que se utilizó las herramientas del lean construction de planificación y control en la obra hubo un aumento de productividad, TP 39%, TC 37% Y TNC 24%, con una evaluación en cuanto a las actividades de trabajo contributorio y trabajo contributorio, detectando a través de un diagrama de parapeto cuales con las actividades que se necesitó contrarrestar y eliminar para aumentar la productividad en un 8%.

En el trabajo de investigación los resultados obtenidos aplicando las herramientas lean construction como el nivel general de actividades en la obra multifamiliar J14, en el diagnóstico inicial se obtuvieron los siguientes resultados, trabajo productivo 24%, trabajo contributorio 38% y trabajo no contributorio 38%, luego se aplicó una reorganización, planificación y mejoras en las actividades de mayor porcentaje ubicadas en los grupos de trabajos contributorio y no contributorio, se tomó nuevamente el muestreo aplicando la misma herramienta nivel general de actividades teniendo los siguientes resultados para el trabajo productivo 39%, trabajo contributorio 35% y trabajo no contributorio 26%, demostrando así que optimizando las actividades en los diferentes procesos constructivos de una obra logra aumentar la productividad.

Según Buleje (2012) en su tesis acerca de la productividad y la metodología Lean Construction, hace uso de la herramienta Carta Balance en tres partidas las cuales considera importantes debido a la inversión que se genera, siendo estas el acero en muros y losa, encofrado en muros y losa y vaciado de concreto en losa y muros. El cual analiza los tres tipos de trabajo, del cual para la partida de acero resulta 53% de TP, 29% de TC y 18% TNC, el mismo análisis le ayuda para identificar las actividades a disminuir y aumentar la productividad, así como identificar cual es el personal que realiza un menor trabajo productivo al medir cuadrillas de obreros con el mismo cargo. El mismo análisis logra hacer en la partida de acero en losa, obteniendo 65% en TP, 24% en TC y 11% en TNC, a la vez que

llega a la conclusión que todos los miembros de la cuadrilla realizaban el mismo trabajo productivo mayor a 60% y que el TNC si bien era bajo, se podría reducir eliminando los trabajos rehechos. En la partida de encofrado en losa, obtiene un 31% de TP, 44% de TC y 24% TNC. En la partida de vaciado de concreto en losa y muros obtiene 21% de TP, 15% TC y 64% TNC, donde se identificó que la actividad que generaba mayor porcentaje era el tiempo de espera del chute, a la vez que la cuadrilla no estaba balanceada puesto que algunos obreros obtienen mayor porcentaje en trabajo productivo.

Según Mengoa, O., & Tuny, N. (2021) en su tesis, “Mejora de la productividad con la aplicación del Lean Construction en la etapa de ejecución del proyecto hotel Ibis – Miraflores, Lima, Perú”, hace uso de la herramienta Carta Balance para vaciado de losa con bomba en una cuadrilla de 7 obreros, entre operarios, ayudantes y oficial, la finalidad de su medición consiste en identificar los porcentajes según los tipos de trabajo pero por cada obrero para ir modificando la cuadrilla y llegar a formar un grupo de trabajo balanceado. En sus resultados se observó que solo los ayudantes y el oficial registraban TNC, del cual la actividad de mayor incidencia correspondía a Espera, Descanso y posteriormente viajes. Solo los operarios registraban TP y TC.

El presente trabajo realiza la medición mediante la carta balance de las tres partidas mencionadas, específicamente en Acero en columnas, Encofrado de losa y Vaciado de concreto en losa, el análisis se realiza en dos ocasiones por cada partida, obteniendo el primer resultado de Acero en columnas el 38% de TP, 22% de TC y 40% de TNC, posteriormente se realizan ciertas recomendaciones a partir de un diagnóstico inicial y se logra medir nuevamente la partida obteniendo el 52.26% de TP, 28.86% de TC y 18.88% de TNC, donde se observa que el trabajo productivo aumentó en un 14.26% y el TNC disminuyó en un 9.98%, si bien el TC aumentó, se podría identificar algunas actividades a eliminar para aumentar aún más la productividad. En la partida Encofrado en losa se obtiene un TP del 26%, 34% de TC y 40% de TNC, en dicha partida se identificó que existía un elevado tiempo en el acarreo de material, de espera, ocio y viajes en vano, por lo que una vez identificado las actividades y planteado recomendaciones se realiza la segunda medición obteniendo mejoras, se observa que el TP resultó un 31.05%, 41.24% de

TC y 27.71% de TCN. Por último, se realiza la medición en la partida de vaciado de concreto, identificando el 24% de TP, 19% de TC y 57% de TNC donde el Tiempo de espera era la actividad de mayor incidencia, por lo que se dan ciertas recomendaciones para posteriormente realizar la segunda medición obteniendo resultados como el 36.35% de TP, 12.68% de TC y 50.98 de TCN, si bien se obtienen cambios positivos en el TP, el TNC no logra bajar del 50% por lo que aún se tendría que trabajar y enfocarse más en esa partida para obtener mejores resultados en la productividad del mismo.

El método de medición al igual que Mengoa, O., & Tuny, N también fue para determinar la eficacia del método constructivo, pero a diferencia de él, el trabajo de investigación no solo se basa en determinar el porcentaje de trabajo de cada obrero, sino que se considera que lo principal para obtener cambios positivos en la productividad es identificar las actividades que generan un elevado nivel de TNC puesto que, si se disminuye dichos valores, entonces se podría llegar al mismo objetivo de Mengoa, O., & Tuny, N que es mejorar el método constructivo.

Según Lobatón (2020) en su tesis “Implementación de la metodología Lean Construcción para la optimización de recursos en la empresa arquitectura y construcciones S.A.S”, explica que se debe obtener un mayor provecho de los recursos humanos, tiempo y costo, con el fin de disminuir los sobrecostos y aumentar el valor de la ejecución.

Por lo que en la investigación se presta importancia en las propuestas de mejora para la planificación y gestión de los recursos y así evitar algún tipo de inconveniente que lleve a pérdidas con el fin de optimizar los tres recursos antes mencionados. Para esto se realizó un diagnóstico, analizando los resultados para saber dónde y cuándo intervenir y así obtener mejores resultados durante el flujo de trabajo.

Según Lyon (2018) en su tesis “Aplicación del enfoque Lean a la dirección de proyectos en la industria de la construcción” presenta tres herramientas de análisis para abordar la investigación acerca de la metodología Lean Construction, como lo son, la revisión bibliográfica, casuística, y diagnóstico, con el fin de

identificar posibles pérdidas, siendo las principales la falta de comunicación y el tiempo de espera.

En el presente trabajo hace uso de la diversa bibliografía a modo de alcance que ayude a la investigación en la etapa del desarrollo de los objetivos, puesto que antes de pasar al trabajo de campo se ha capacitado en el uso adecuado de las herramientas Lean Construction, para saber qué actividades se deben identificar para poder medirlas por lo que se logró determinar que el tiempo de espera tenía un alto nivel de porcentaje en la etapa de diagnóstico para luego plantear recomendaciones y disminuir dichos valores.

VI. Conclusiones

6.1. En primer lugar, después de haber realizado el diagnóstico inicial a través del nivel general de actividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14" se comprueba la hipótesis específica número uno:

El diagnóstico inicial a través del nivel general de actividades presenta resultados bajos de productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J 14", obteniendo un 24% en productividad estando por debajo del nivel estándar planteado por Virgilio Ghio que es de un 28% y mucho más por debajo del porcentaje óptimo que es del 60%.

6.2. En segundo lugar, después de haber identificado la influencia de la herramienta nivel general de actividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", se comprueba la hipótesis específica número dos:

La herramienta del nivel general de actividad de obra de la metodología lean construction, influye favorablemente al identificar los factores a eliminar y aumentar la productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", el muestreo arroja un crecimiento del 15% de productividad reduciendo el trabajo contributorio del 2%, y el el trabajo no contributorio un 13% , a través de la optimización de actividades planificación e implementación, así mismo superamos el porcentaje dado por Virgilio Ghio del 28% en cuanto a la productividad.

6.3. En tercer lugar, después de haber realizado el diagnóstico inicial a través de la carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14" se comprueba la hipótesis específica tres:

El diagnóstico inicial a través de la carta balance presenta resultados bajos de productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", obteniendo un 38% de TP en acero en placas, 26.38% de TP en encofrado de losa y 24.11% de TP en vaciado de concreto en losa, obteniendo resultados en su mayoría por debajo del 28% planteado por Ghio.

6.4. En cuarto lugar, después de haber identificado la influencia de la herramienta carta balance durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", se comprueba la hipótesis específica cuatro:

La herramienta carta balance de la metodología lean construction, influye favorablemente al identificar los factores a eliminar y aumentar la productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo, en donde la segunda medición resulta en un incremento de la productividad, al obtener un 52.26% de TP en acero en placas, 31.05% de TP en encofrado de losa y 36.35% de TP en vaciado de concreto, por lo que se logró un aumento de TP desde el 4.67% al 14.26% en las partidas analizadas.

VII. Recomendaciones

1. Primero, para incorporar el empleo de las herramientas Lean Construction, tanto Nivel General de Actividades, se recomienda capacitar al personal encargado como el ingeniero residente, para identificar las actividades a eliminar o disminuir.
2. Segundo que se incentive el uso de la herramienta nivel general de actividades en las obras civiles, e ir rompiendo el esquema de la construcción tradicional, pues mediante esta herramienta se ha podido identificar las diferentes actividades realizadas por un trabajador y evaluar realmente cual es el valor que aporta a la producción, además que hay un mayor control en cuanto al personal y el avance de la obra optimizando los recursos y éxito del proyecto.
3. Tercero, para un control y diagnóstico de equipos de trabajo en una actividad específica, se recomienda el uso de la herramienta Carta Balance puesto que no solo determina el porcentaje de los tipos de trabajo, sino que permite medir cuantitativamente los valores elevados que traen consigo pérdidas durante la construcción, a la vez que permite determinar si una cuadrilla se encuentra balanceada o si existe algún personal del cual podría omitirse sin afectar negativamente el TP.

Referencias

- Alarcón, L. (1997). Herramientas para identificar y reducir pérdidas en proyectos de construcción. *Revista Ingeniería de Construcción*, 37-45.
- Ballard, G., & Howell, G. (1998). Implementing Lean Construction: Understanding and Action. *6th Annual Conference of the International Group for Lean Construction*. Guarujá, Brasil.
- Botero, L. (2006). *Construcción sin pérdidas: Análisis de procesos y filosofía Lean*. Colombia: Colombia: LEGIS S.A.
- Brioso, X. M. (2015). *El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction Management: propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación*. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid.
- Buleje, K. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía Lean Construcción*. Lima: Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Cantu A, M. J. (2009). *Productividad Real en obras Civiles: Análisis de un caso*. Argentina : Facultad de Ingeniería - Centro Universitario (5500) Mendoza.
- Cienfuegos, M. y. (2016). Lo cuantitativo y cualitativo en la investigación. Un apoyo a su enseñanza. *Revista Iberoamericana para la Investigación y el Desarrollo Educativo*, 13. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2007-74672016000200015
- Cisneros, L. (2011). *Metodología para la reducción de pérdidas en la etapa de ejecución de un proyecto de onstrucción*. México: Universidad Autónoma de México.
- Formoso, C. D. (2002). An exploratory study on the applicability of process transparency in construction sites. *Journal for Construction Research*, 35-54.
- Ghio, V. (200). *Diagnóstico y evaluación de la productividad en la construcción de obras en Lima Metropolitana*. Lima: Fondo Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ghio, V. (2001). *Prductividad en obras de Construcción, Diagnostico, crítica y propuesta*. Lima: Amistad Editores e Impresores S.A.C.
- Hernández, R. F. (2010). *Metodología de la Investigación (5ªEd.)*. México: Mac Graw-Hill.
- Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. *Technical Report No. 72, Center for integrated facility engineering CIFE*, 75.

- Lobatón, V. (2020). *Implementación de la metodología Lean Construcción para la optimización de recursos en la empresa arquitectura y construcciones S.A.S.* Bogotá: Universidad Católica de Colombia.
- Lyon, A. (2018). *Aplicación del enfoque Lean a la dirección de proyectos en la industria de la construcción.* Santiago de Chile: Universidad de Chile.
- Mengo, O., & Tuny, N. (2021). *Mejora de la productividad con la aplicación del Lean Construction en la etapa de ejecución del proyecto hotel Ibis – Miraflores, Lima, Perú.* Puno: Universidad Nacional del Altiplano.
- Picchi, F. (1993). *Sistemas de Qualidade: Uso em empresas de construçao de edificios.* Sao Paulo, Brasil.
- Quispe, R. (2017). *Aplicación de "Lean Construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017.* Huancavelica: Universidad César Vallejo.
- Serpell, A. (2004). *Administración de operaciones de construcción.* Santiago de Chile: Pontificia Universidad Católica de Chile.
- Soibelman, L. (2000). Material de desperdicio en la industria de la construcción: incidencia y control. *Séptimo Simposium Internacional de Ingeniería Civil* (págs. 1-12). Monterrey: Fundación para la Investigación y la Cultura.

Anexos

Tabla 32

Matriz de Consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
Título: Empleo de las Herramientas Lean Construction para el Aumento de la Productividad durante la Construcción del Proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.						
ENUNCIADO DEL PROBLEMA	OBJETIVO GENERAL	PLANTEAMIENTO DE LA HIPOTESIS	VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES	METODOLOGIA
¿CÓMO INFLUYE LAS HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION EN LA PRODUCTIVIDAD DURANTE A CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO?	EMPLEAR LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.	EL USO DE LEAN CONSTRUCTION INFLUYE FAVORABLEMENTE EN LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.	VARIABLE INDEPENDIENTE : HERRAMIENTAS LEAN CONSTRUCTION	D1-V1: NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD DE OBRA (NGA)	<p>FORMATO DE MEDICIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS DEL TRABAJO POR CATEGORÍAS. TABULACIÓN DE DATOS DEL TRABAJO CLASIFICADO POR CATEGORÍAS PARA IDENTIFICAR EL GRADO DE PÉRDIDAS DURANTE LAS ACTIVIDADES. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA PARA PROPONER POSIBLES MEJORAS.</p> <p>SELECCIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS PROPUESTAS APLICADAS</p> <p>FORMATO DE MEDICIÓN PARA LA RECOLECCIÓN DE DATOS DE LAS ACTIVIDADES RELIZADAS POR GRUPOS. REGISTRO DE DATOS ORGANIZADOS POR CATEGORÍAS DE TRABAJO PARA IDENTIFICAR EL GRADO DE PÉRDIDAS DURANTE LAS ACTIVIDADES. ANÁLISIS DE LA INFORMACIÓN RECOLECTADA PARA PROPONER POSIBLES MEJORAS.</p> <p>APLICACIÓN Y SEGUIMIENTO DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAS PARA MEDIR LA EFECTIVIDAD DE LAS MISMAS.</p>	<p>ENFOQUE: CUANTITATIVO</p> <p>TIPO : APLICATIVO</p> <p>NIVEL: CORRELACIONAL</p> <p>DISEÑO: CUASIEXPERIMENTAL</p>
PROBLEMAS ESPECIFICOS	OBJETIVO ESPECIFICOS	HIPOTESIS ESPECIFICOS		D2-V1: NIVEL DE CARTA DE BALANCE DE CUADRILLA (NCB)		
¿CUÁL ES EL DIAGNÓSTICO INICIAL A TRAVÉS DEL USO DEL NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD, EN LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO?	ANALIZAR EL DIAGNÓSTICO INICIAL A TRAVÉS DEL NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.	EL DIAGNÓSTICO INICIAL A TRAVÉS DEL NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD PRESENTA RESULTADOS BAJOS DE PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.	VARIABLE DEPENDIENTE : • PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.	D1-V2: PROMEDIO DE PRODUCTIVIDAD EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION EN PERÚ.	<p>PORCENTAJE ESTADISTICO DE LOS TIPOS DE TRABAJO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN PERUANAS (GHIO,2001). CONFRONTAR EL PORCENTAJE DE PRODUCTIVIDAD CON EL NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD. PORCENTAJE ESTADISTICO ÓPTIMO DE LOS TIPOS DE TRABAJO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN INTERNACIONALES (SERPELL,2004).</p> <p>PORCENTAJE ESTADISTICO PRODUCTIVO DE LOS TIPOS DE TRABAJO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN CHILENAS (SERPELL,2004).</p> <p>PORCENTAJE ESTADISTICO PRODUCTIVO DE LOS TIPOS DE TRABAJO EN OBRAS DE CONSTRUCCIÓN COLOMBIANAS (BOTERO,2002).</p> <p>CONFRONTAR EL PORCENTAJE DE PRODUCTIVIDAD CON EL</p>	
¿CUÁL ES LA INFLUENCIA DE LA HERRAMIENTA DEL DE NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD DE OBRA DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO?	IDENTIFICAR LA INFLUENCIA DE LA HERRAMIENTA NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.	LA HERRAMIENTA DEL NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD DE OBRA DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION, INFLUYE FAVORABLEMENTE AL IDENTIFICAR LOS FACTORES A ELIMINAR Y AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.		D2-V2: PROMEDIO DE PRODUCTIVIDAD ÓPTIMO EN LAS OBRAS DE CONSTRUCCION INTERNACIONALES.		
¿CUÁL ES EL DIAGNÓSTICO INICIAL A TRAVÉS DEL USO DE LA CARTA BALANCE DE CUADRILLA, EN LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO?	ANALIZAR EL DIAGNÓSTICO INICIAL A TRAVÉS DE LA CARTA BALANCE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.	EL DIAGNÓSTICO INICIAL A TRAVÉS DE LA CARTA BALANCE PRESENTA RESULTADOS BAJOS DE PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.				
¿CUÁL ES LA INFLUENCIA DE LA HERRAMIENTA CARTA BALANCE DE CUADRILLA DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO?	IDENTIFICAR LA INFLUENCIA DE LA HERRAMIENTA CARTA BALANCE DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.	LA HERRAMIENTA CARTA BALANCE DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION, INFLUYE FAVORABLEMENTE AL IDENTIFICAR LOS FACTORES A ELIMINAR Y AUMENTAR LA PRODUCTIVIDAD DURANTE LA CONSTRUCCIÓN DEL PROYECTO "MULTIFAMILIAR J14", TRUJILLO.				

Tabla 33

Matriz de Operacionalización de Variables

MATRIZ DE CONSISTENCIA			
Título: Empleo de las Herramientas Lean Construction para el Aumento de la Productividad durante la Construcción del Proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.			
Variables	Dimensiones	Indicadores	Escala de Medición
<p>Variable -1:Herramientas Lean Construction. Dicha variable recibió diversas definiciones, pero resalta en la investigación la definición realizada por el autor Ghio (2001), el cual se refiere a las herramientas Lean Construction como aquellas pertenecientes a un sistema diferente al tradicional cuya principal importancia es la disminución de pérdidas.</p>	<p>D1-V1: Nivel General de Actividad de obra (NGA)</p>	<p>Formato de medición para la recolección de datos del trabajo por categorías. Tabulación de datos del trabajo clasificado por categorías para identificar el grado de pérdidas durante las actividades. Análisis de la información recolectada para proponer posibles mejoras. Selección y seguimiento de las propuestas aplicadas</p>	<p>Escala Razón</p>
	<p>D2-V1: Nivel de carta de balance de cuadrilla (NCB)</p>	<p>Formato de medición para la recolección de datos de las actividades relizadas por grupos. Registro de datos organizados por categorías de trabajo para identificar el grado de pérdidas durante las actividades. Análisis de la información recolectada para proponer posibles mejoras. Aplicación y seguimiento de las propuestas de mejoras para medir la efectividad de las mismas.</p>	
<p>Variable -2: Productividad durante la construcción del proyecto "Multifamiliar J14". Según Serpell (2004), hace mención de la productividad durante la ejecución de la obra, a medir la eficiencia de los recursos con el recurso humano, tiempo y dinero, llevando un control para cumplir dentro del periodo de planificación establecido, sin descuidar el producto final.</p>	<p>D1-V2: Promedio de productividad en las obras de construcción en Perú.</p>	<p>Porcentaje estadístico de los tipos de trabajo en obras de construcción peruanas (Ghio,2001). Confrontar el porcentaje de productividad con el nivel general de actividad.</p>	<p>Escala Razón</p>
	<p>D2-V2: Promedio de productividad óptimo en las obras de construcción internacionales.</p>	<p>Porcentaje estadístico óptimo de los tipos de trabajo en obras de construcción internacionales (Serpell,2004). Porcentaje estadístico productivo de los tipos de trabajo en obras de construcción chilenas (Serpell,2004). Porcentaje estadístico productivo de los tipos de trabajo en obras de construcción colombianas (Botero,2002). Confrontar el porcentaje de productividad con el nivel general de actividad.</p>	

Tabla 34

Tamaño de la muestra requerido para niveles de confianza del 95% y 90%

Proporción por Categoría (%)	95 % nivel de confianza				90 % nivel de confianza			
	Límite de error (%)				Límite de error (%)			
	1	2.5	5	10	1	2.5	5	10
50:50	9604	1537	384	96	6765	1082	271	68
40:60	9220	1475	369	92	6495	1039	260	65
30:70	8067	1291	323	81	5683	909	227	57
20:80	6147	983	246	61	4330	693	173	43
10:90	3457	553	138	35	2435	390	97	24

Nota. Tomado de “Aplicación de “lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017.” por Quispe R., 2017

Tabla 35

Instrumento de Recolección de Datos - NGA

FORMATO DE TOMA DE DATOS			
Proyecto: Multifamiliar J14			
Responsable: Arq. Richard Jarry Calderón Avila		Fecha:	Hora de inicio:
N° de página 1			
MEDICIONES			
	ACTIVIDAD	TRABAJO PRODUCTIVO	TRABAJO CONTRIBUTORIO
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			
11			
12			
13			
14			
15			
16			
17			
18			
19			
20			
21			
22			
23			
24			
25			
26			
27			
28			
29			
30			

RESUMEN	%
TP	
TC	
TNC	

Tabla 36

Instrumento de Recolección de Datos-CB en Acero

FORMATO DE TOMA DE DATOS						
Proyecto: Multifamiliar J14			Actividad: Acero fy=4200 kg/cm2			
Responsable: Arq. Richard Jarry Calderón Avila				Fecha:	Hora de inicio:	
N° de página 1				Hora final:		
MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE						
	I	II	III	IV	V	OBSERVACIONES
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

Clasificación del Recurso	
I	Operario 1
II	Operario 2
III	Oficial 1
IV	Ayudante 1
V	Ayudante 2

Clasificación del Trabajo	
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
A1	Colocar Acero horizontal
A2	Colocar Acero Vertical
AM	Amarrado de alambre
TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
BM	Ir a buscar algun material
TP	Colocar topes
TR	Trasladarse hacia otro lugar
M	Medir y marcar con tiza
Z	Abrir los paquetes con cizalla
A	Acarreo de material
I	Instrucciones
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
TE	Tiempo de espera
R	Trabajos rehechos
TO	Tiempo de ocio
SH	Ir a SS.HH.
VV	Viajes en vano

Tabla 37

Instrumento de Recolección de Datos-CB en Encofrado de losa

FORMATO DE TOMA DE DATOS						
Proyecto: Multifamiliar J14			Actividad: Encofrado en losa			
Responsable: Arq. Richard Jarry Calderón Avila			Fecha:		Hora de inicio:	
N° de página 1					Hora de final:	
MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE						
	I	II	III	IV	V	OBSERVACIONES
1						
2						
3						
4						
5						
6						
7						
8						
9						
10						
11						
12						
13						
14						
15						
16						
17						
18						
19						
20						
21						
22						
23						
24						
25						
26						
27						
28						
29						
30						
31						
32						
33						
34						
35						
36						
37						
38						
39						
40						

Clasificación del Recurso	
I	Operario 1
II	Operario 2
III	Oficial 1
IV	Ayudante 1
V	Ayudante 2

Clasificación del Trabajo	
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
CP	Colocar tablonos en losa
PT	Colocar puntales
TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
I	Instrucciones
A	Acarreo de material
BM	Ir a buscar materiales
AD	Aplicar desmoldante
L	Habilitar el material para
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
VV	Viajes en vano
TE	Tiempo de espera
R	Trabajos Rehechos
TO	Tiempo de ocio

Tabla 38

Instrumento de Recolección de Datos- CB en Vaciado de Concreto

FORMATO DE TOMA DE DATOS							
Proyecto: Multifamiliar J14				Actividad: Vaciado de Concreto en losa			
Responsable: Arq. Richard Jarry Calderón Avila				Fecha:		Hora de inicio:	
N° de página 1						Hora de inicio:	
MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE							
	I	II	III	IV	V	VI	OBSERVACIONES
1							
2							
3							
4							
5							
6							
7							
8							
9							
10							
11							
12							
13							
14							
15							
16							
17							
18							
19							
20							
21							
22							
23							
24							
25							
26							
27							
28							
29							
30							
31							
32							
33							
34							
35							
36							
37							
38							
39							
40							

Clasificación del Recurso	
I	Operario 1
II	Oficial 1
III	Oficial
IV	Ayudante 1
V	Ayudante 2
V	Ayudante 3

Clasificación del Trabajo	
TRABAJO PRODUCTIVO (TP)	
VC	Vaciar mezcla de concreto
R	Reglear
P	Palanear el concreto
TRABAJO CONTRIBUTORIO (TC)	
VB	Vibrado
I	Instrucciones
LH	Limpieza de herramientas
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO (TNC)	
TE	Tiempo de espera
TO	Tiempo de ocio
VV	Viajes en Vano
SH	Ir a SS.HH.



ESCUELA DE POSGRADO

MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN

Declaratoria de Autenticidad del Asesor

Yo, AVILA LLACSAHUANGA LUIS ALBERTO, docente de la ESCUELA DE POSGRADO MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN de la UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO SAC - TRUJILLO, asesor de Tesis titulada: "Empleo de las Herramientas Lean Construction para el Aumento de la Productividad durante la Construcción del Proyecto "Multifamiliar J14", Trujillo.", cuyo autor es CALDERON AVILA RICHARD JARRY, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 14.00%, verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ha sido realizado sin filtros, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la Tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la Universidad César Vallejo.

TRUJILLO, 08 de Agosto del 2022

Apellidos y Nombres del Asesor:	Firma
AVILA LLACSAHUANGA LUIS ALBERTO DNI: 09667380 ORCID: 0000-0003-2514-3078	Firmado electrónicamente por: LAVILALL01 el 13-08- 2022 11:48:12

Código documento Trilce: TRI - 0404076