

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Civil

“IMPLEMENTACION DE LA MEJORA DE LA
PRODUCTIVIDAD POR MEDIO DE LAS CARTAS DE
BALANCE EN LAS PARTIDAS DE COLUMNAS Y VIGAS DE
UN EDIFICIO COMERCIAL EN EL DISTRITO DE
CARABAYLLO EN EL 2022”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título

profesional de:

INGENIERO CIVIL

Autores:

Gilmer Jaime Uzuriaga Carpio

Raul Alexander Vargas Morales

Asesor:

Mg. José Alexander Ordoñez Guevara

<https://orcid.org/0000-0001-9184-6711>

Lima - Perú

DEDICATORIA

A Dios por guiarnos por el buen camino, a mi esposa e hijos por el sacrificio, esfuerzo y apoyo incondicional que me han brindado a lo largo de mi vida a esas personas especiales que con sus palabras de aliento y apoyo en nuestra carrera profesional.

Jaime Uzuriaga

Con mucho cariño a las mujeres de mi vida; mi madre, mi esposa y mi hija por ser el motor y motivo de mi vida, a mi hijo por todo su amor y enseñarme a ser mejor persona.

Raúl Vargas

AGRADECIMIENTO

Agradecemos a nuestra casa de estudios por forjarnos durante nuestra vida universitaria a nuestro asesor Ingeniero José Alexander Ordoñez Guevara quien apporto con éxito para la elaboración del presente trabajo de suficiencia profesional.

A nuestras familias, que apostaron por nosotros en nuestra carrera profesional día a día, en las buenas y en las malas para poder ser profesionales de exitosos.

Jaime Uzuriaga / Raúl Vargas

Tabla de contenidos

DEDICATORIA	2
AGRADECIMIENTO.....	3
ÍNDICE DE TABLAS	5
ÍNDICE DE FIGURAS	7
RESUMEN EJECUTIVO	8
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN	9
1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA	9
1.2. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA	11
1.3. MISION.....	12
1.4. VISION	12
1.5. REALIDAD PROBLEMÁTICA.....	13
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO.....	14
2.1. Antecedentes Nacionales	14
2.2. Antecedentes Internacionales.....	15
2.3. Bases teóricas.....	16
2.1 Definición de términos básicos.....	21
2.2 Problema General	22
2.3 Problemas Específicos.....	22
2.4 Objetivo General	23
2.5 Objetivos específicos	23
CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA.....	24
CAPÍTULO IV. RESULTADOS	28
4.1 Acero en Columnas.....	28
4.2 Encofrado/Desencofrado de Columnas	36
4.3 Encofrado/Desencofrado de Vigas	44
4.4 Acero en Vigas.....	53
4.5 Análisis de los Resultados	60
CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	63
REFERENCIAS.....	65
ANEXOS	67

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1: Tren de Trabajo.....	20
Tabla 2: Composición de Trabajo acero en columnas.....	29
Tabla 3: Carta Balance de acero en columnas (antes).....	30
Tabla 4: Distribución de tiempo por trabajador partida acero en columnas(antes)	30
Tabla 5: Carta Balance de acero en columnas (después)	33
Tabla 6: Distribución de tiempo por trabajador partida acero en columnas(después)	33
Tabla 7: comparativa y cálculo de ahorro partida: acero en columnas	35
Tabla 8: Composición de Trabajo encofrado de columnas	37
Tabla 9: Carta Balance de encofrado/desencofrado de columnas (antes)	38
Tabla 10: Distribución de tiempo por trabajador encofrado en columnas(antes)	39
Tabla 11: Carta Balance de encofrado/desencofrado de columnas (después).....	41
Tabla 12: Distribución de tiempo por trabajador encofrado en columnas(después)	41
Tabla 13: comparativa y cálculo de ahorro partida: encofrado/desencofrado de columnas	43
Tabla 14: Composición de Trabajo encofrado de vigas	45
Tabla 15: Carta Balance de encofrado/desencofrado de vigas (antes).....	46
Tabla 16: Distribución de tiempo por trabajador encofrado de vigas(antes)	46
Tabla 17: Carta Balance de encofrado de vigas (después)	49
Tabla 18: Distribución de tiempo por trabajador encofrado de vigas(después).....	49
Tabla 19: comparativa y cálculo de ahorro encofrado/desencofrado de vigas	52
Tabla 20: Composición de Trabajo acero en vigas	54
Tabla 21: Carta Balance acero en vigas (antes).....	55
Tabla 22: Distribución de tiempo por trabajador acero en vigas(antes)	56
Tabla 23: Carta Balance acero en vigas (después)	57
Tabla 24: Distribución de tiempo por trabajador acero en vigas(después).....	57
Tabla 25: comparativa y cálculo de ahorro acero en vigas	59
Tabla 26: resumen de distribución de las actividades por tipo de trabajo	60
Tabla 27: resumen de cálculos de rendimiento	61

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”
Tabla 28: resumen de Ahorro de las partidas analizadas.....62

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Organigrama general de la empresa.....	11
Figura 2: Filosofía Lean Construction	17
Figura 3: Fases de la planificación con Last Planner® System	18
Figura 4: Sectorización de nivel 1 y nivel 2 en tres zonas.....	20
Figura 5: Simulación de obra finalizada	26
Figura 6: Ubicación del proyecto	27
Figura 7: Diagrama de flujo de procesos de la partida acero en columnas	28
Figura 8: % Por Actividad para acero en columnas (antes)	31
Figura 9: Distribución general por tipo de trabajo en la partida acero en columnas (antes) .	31
Figura 10: % Por Actividad para acero en columnas (después)	34
Figura 11: Distribución general por tipo de trabajo acero en columnas (después)	34
Figura 12: Diagrama de flujo de procesos de encofrado de columnas	36
Figura 13: Distribución TNC de operarios encofrado de columnas (antes)	39
Figura 14: Distribución general por tipo de trabajo en encofrado de columnas(antes)	40
Figura 14: % Por Actividad para encofrado de columnas (después)	42
Figura 15: Distribución general por tipo de trabajo encofrado de columnas (después).....	42
Figura 16: Diagrama de flujo de procesos de encofrado de vigas	44
Figura 17: % Por Actividad para encofrado de vigas (antes)	47
Figura 18: Distribución general por tipo de trabajo encofrado de vigas(antes)	48
Figura 19: % Por Actividad para encofrado de vigas (después).....	50
Figura 20: Distribución general por tipo de trabajo encofrado de vigas(después)	51
Figura 21: Diagrama de flujo de procesos de acero en vigas	53
Figura 22: Distribución general por tipo de trabajo acero en vigas(antes)	56
Figura 23: Distribución general por tipo de trabajo acero en vigas(después)	58

RESUMEN EJECUTIVO

En el proceso de desarrollo de un proyecto de construcción, el manejo del costo y del tiempo de obras de ingeniería es un tema fundamental para determinar la viabilidad del proyecto, en la actualidad se observa que empresas dedicadas al rubro de construcción presentan presupuestos deficientes que los lleva a perder el contrato de la obra o minimizar sus ganancias. En el año 2022 en el desarrollo del proyecto de construcción de un edificio Comercial ubicado en la Mz D1 lote 24 – Urbanización San Antonio de Carabaylo; se observó que había trabajadores con tiempos prolongados en actividades no contributorias, aparentemente se estorbaban entre si, por lo que se decidió realizar cartas de balance con el fin de aumentar la productividad del personal, reducir los tiempos de ejecución del proyecto y a la vez los costos. Con las observaciones realizadas en campo se analizó la productividad con respecto a factores como tiempos en las tareas, movimientos del personal, utilización de recursos, distribución de cuadrillas, etc. así se pudo mejorar el dimensionamiento y distribución de las cuadrillas y aumentar la productividad. En el presente proyecto, se trabajó con las partidas de columnas y vigas, que representan aproximadamente el 50% del proyecto total.

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

La experiencia profesional la desarrollamos en diversas empresas constructoras y desde el año 2019 participamos en la Empresa Mantenimiento y Servicios Paz, en el área de Infraestructura, asumiendo el cargo de Asistente del Ingeniero Residente lo cual nos dio acceso a participar en obras de construcción que estaba ejecutando la empresa, y luego la llegada de la pandemia hizo que se suspendiese toda actividad para luego empezar nuevamente poco a poco, siendo mi trabajo el de coordinar algunas obras de poca envergadura para sostenimiento de la empresa y el poco personal que quedo laborando prácticamente el Gerente General, la secretaria y nosotros los Asistentes, para luego a principios de este año tuvimos la oportunidad de desarrollar nuestra experiencia en la construcción de un edificio comercial en el distrito de Carabaylo donde aplicamos el estudio de las cartas de balance, para mejorar la productividad en las partidas de columnas y vigas.

1.1. ANTECEDENTES DE LA EMPRESA

La Empresa Mantenimiento y Servicios Paz es una EMPRESA INDIVIDUAL DE RESPONSABILIDAD LIMITADA Inscrita en Registros Públicos el 04 de junio del año 1993 con RUC n° 20154679325, ubicada en A.V. Residencial LA CAPITANA Distrito de Puente Piedra, presenta el Organigrama funcional presentada en la figura n°1. La Empresa brinda servicios de construcción de obras civiles, así como mantenimiento de edificios, oficinas, instalaciones de redes para fluido eléctrico y de redes de agua y desagüé. y otras actividades conexas o afines, para lo cual solo requerirá del Titular. Los principales trabajos desarrollados los más resaltados son: Construcción de galerías de 3 pisos en el Jr. Cailloma 451 en un área de 800 m2.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”

Construcción de campo ferial en un área de 1500 m² donde se construyeron 114 stands, en el Jr. Huallaga 621. Construcción de viviendas unifamiliares (04 unidades) en 140 m² cada uno, Urbanización Viru callao. Construcción de SSHH en Barrios Altos para la des tugurización de solares. Trabajo de pavimentación de 600ml, Jr. Napo distrito de Breña. Construcción de obras civiles de una fábrica de zapatillas, Av. Pacasmayo cuadra 08. Elaboración de Expedientes técnicos para condominios en un área de 1800m². Proyecto de habilitación Urbana de 380 lotes para cambio de uso 2da Explanada Laderas de Chillón. Expediente Técnico Municipalidad de Yauyucan y construcción del Mercado Municipal de Yauyucan. Elaboración de Expediente Técnico Municipalidad de Carmen Alto Huamanga Ayacucho. Construcción de Departamentos en el Jr. Caravelly 380 Breña. Construcción de un edificio comercial de 04 pisos en el Distrito de Carabaylo. En el presente trabajo que estamos desarrollando de Suficiencia Profesional, se trata de mejorar el rendimiento del personal en partidas específicas de un edificio comercial ubicado en el Distrito de Carabaylo, Provincia y Departamento de Lima.

1.2. ORGANIGRAMA GENERAL DE LA EMPRESA

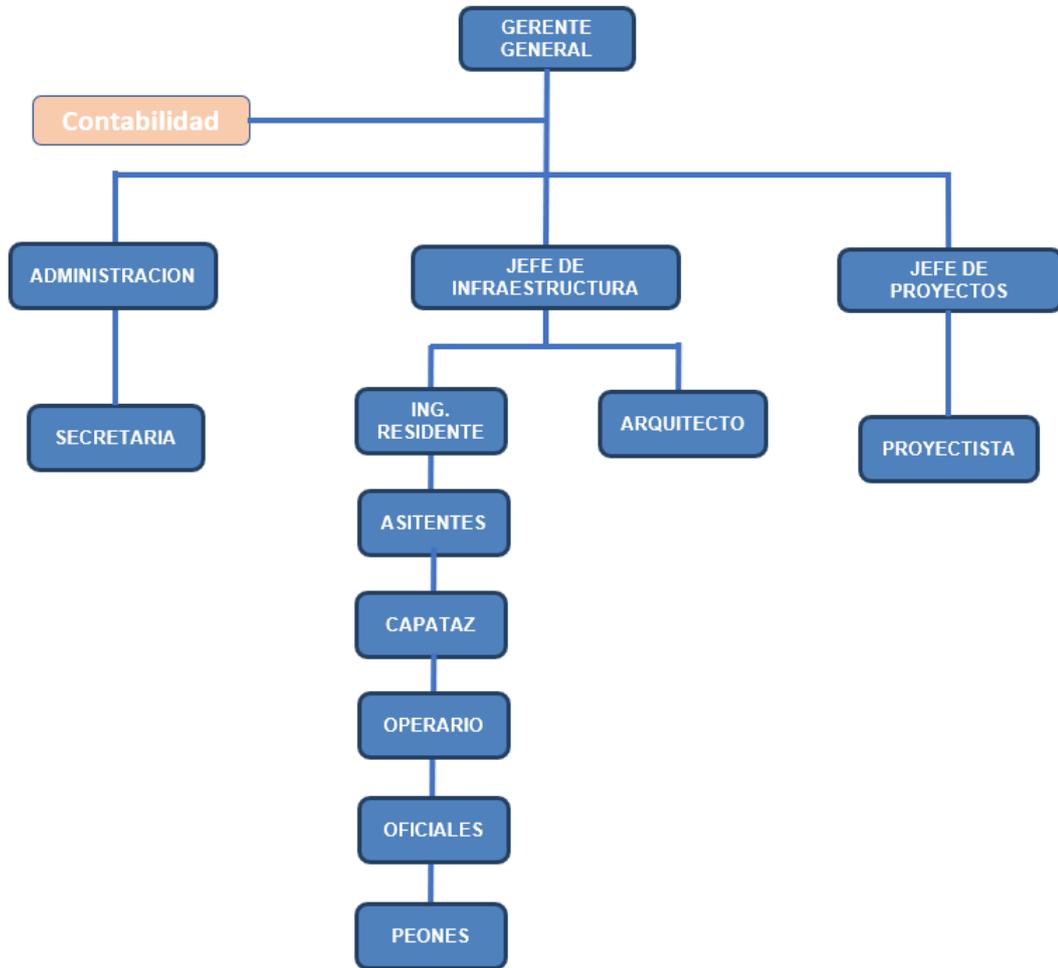


Figura 1: Organigrama general de la empresa

Fuente: Elaboración propia

1.3. MISION

Colaborar con el crecimiento del país y del mundo, atendiendo las necesidades de nuestros clientes. Desarrollando mantenimiento y construcción con los más altos estándares de calidad y seguridad. Garantizando proyectos de calidad y rentables con el fin de tener clientes satisfechos que recomienden nuestros servicios en un futuro cercano.

1.4. VISION

Ser una empresa líder en la industria de mantenimiento y construcción a nivel nacional y mundial, con los más altos estándares de calidad, puntualidad y seguridad.

1.5. REALIDAD PROBLEMÁTICA

Al ver el tema de los desperdicios que se generaba en las diversas partidas ejecutadas en las obras, se decidió mejorar la productividad mediante el uso de las cartas de balance, siendo dirigidas a las partidas específicas de columnas y vigas. En el presente trabajo de suficiencia profesional lo que se pretende es aprovechar el tiempo desperdiciado en trabajo no productivo y bajo rendimiento, que tiene el personal de campo formado por cuadrillas, haciendo que su tiempo sea más productivo y mejore el rendimiento también.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes Nacionales

- Amorós(2007) en tesis en Ingeniería Civil, Escuela de Post Grado de la Universidad Nacional de Cajamarca, denominada “Estudio de los rendimientos de la mano de obra y su productividad en las edificaciones de la UNC”, , en la que se menciona que la productividad promedio y el rendimiento de la mano de obra, en obras de edificación de la ciudad universitaria de la Universidad Nacional de Cajamarca, considerando las mismas cuadrillas, es menor en 17,32%, que la considerada en la información de CAPECO; siendo en promedio el trabajo productivo de 23,14%. Además, la participación de la mano de obra considerada en los expedientes técnicos para edificaciones de las obras de la Universidad Nacional de Cajamarca, es en promedio 29,68% del costo directo.
- Moran (2014) “Estudio de la productividad en la partida de estructuras 1º-3º piso, de la construcción del edificio multifamiliar residencial Heredia en la Ciudad de Trujillo”. En este trabajo se arribó a la conclusión La filosofía Lean construction puede ser aplicada a cualquier tipo de proyecto, no es necesario una gran inversión o una gran área de terreno para que sea aplicable este concepto, lo que si queda claro es que, para la parte de construcción, a una mayor cantidad de departamentos se observara de manera más clara la especialización de las cuadrillas, lo cual se verá reflejado en la curva de productividad y la curva de aprendizaje. La aplicación de esta filosofía implica un cambio en la manera de pensar, no implica un incremento en los costos, sino todo lo contrario.
- Meléndez y Vega (2021) en su tesis “Aplicación de cartas balance en partidas incidentes para mejorar rendimientos en proyectos viales de la región de Tacna 2021”. En esta investigación, Meléndez y Vega concluyen que: La Aplicación de Cartas Balance realizadas a la población y muestra de la investigación, pudo observar la posibilidad de mejorar los

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022” rendimientos, comparando entre los del Expediente Técnico y lo realmente ejecutado por la residencia.

2.2. Antecedentes Internacionales

- Leone (2004) “Diseño de un modelo para gerenciar la productividad de construcción en obras de ingeniería”. Tesis en Ingeniería Civil de la Universidad Católica Andrés Bello, en la que se concluye que: “El control de la productividad de las actividades de una obra permitirá a las empresas dedicadas a la construcción ser más competitivas y exitosas en el mercado global de hoy”.
- Arboleda López (2014) “Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación.” Tesis de maestría. Medellín dice que, en la industria de construcción en Colombia, se observa que al momento de realizar el presupuesto y la programación de proyectos se olvida frecuentemente que la construcción es una actividad muy particular y que cada proyecto es aún más particular. Se suelen presentar rendimientos de mano de obra generales y lejos de la realidad, no acordes a las necesidades específicas de la realización de los proyectos.

2.3. Bases teóricas

2.3.1. Flujos Continuos

En toda obra de construcción existe una determinada planificación para poder cumplir con las metas establecidas en el proyecto. Esta planificación inicial puede tener un nivel muy alto de elaboración, pero si no está acompañada de una buena gestión de la producción, es muy poco probable que funcione, debido a la gran cantidad de situaciones problemáticas que podría sufrir un proyecto. Es todas aquellas situaciones difíciles en la construcción de un proyecto que podrían ocasionar demoras o paralizaciones que a la larga generen pérdidas que no estaban previstas al inicio, es por ello que la planificación inicial debe estar acompañada de una buena gestión de la producción para minimizar dichas pérdidas y crear flujos de trabajo continuos que garanticen la menor cantidad de paras en la ejecución del proyecto. Para aplicar una buena gestión de la producción que garantice minimizar las pérdidas y tener flujos de trabajo continuos se ha desarrollado básicamente la Teoría Lean Construction.

2.3.2. Lean Construction

Lean Construction o teoría de la “Construcción Sin Pérdidas” es una filosofía de la gestión de la producción, que tiene por objetivo el aumento de la productividad teniendo su enfoque en satisfacer las necesidades de los clientes. Esta filosofía como su nombre mismo lo dice pone su enfoque en las pérdidas y en la reducción de las mismas. Para tener un enfoque centrado en la disminución de las pérdidas, es decir un aumento del valor para el cliente el Lean Construcción Institute 1 (LCI) define técnicas específicas dentro de las cuales podemos mencionar:

El producto y el proceso de producción del mismo son diseñados de manera conjunta para definir de una mejor forma los objetivos del cliente, así como para alcanzar un máximo valor y minimizar las pérdidas.

Los esfuerzos para manejar y mejorar los rendimientos específicos son dirigidos a la mejora del rendimiento total del proyecto, ya que este último es más importante que al aumento de velocidad en hacer alguna actividad específica o la reducción del costo.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”

El concepto de control es redefinido como una intención por hacer que los planes se ejecuten y no como simplemente como una supervisión de resultados obtenidos. El rendimiento de los sistemas de planeamiento y control son medidos y mejorados.

Para desarrollar con más profundidad la teoría y técnicas de Lean Construction desarrollaremos el modelo de flujo de procesos en comparación con el modelo tradicional de conversión y dos metodologías que se utilizan para mejorar la continuidad en los flujos como son la teoría de del “Ultimo Planificador” (Last Planner) y la teoría de Planificación de Recursos (Look Ahead Planning) que se describen a continuación.



Figura 2: Filosofía Lean Construction

Fuente: <http://www.leanbim.solutions/lean-construction/>

2.3.3. Last Planner o Último Planificador

El sistema último planificador es propuesto por los investigadores Howell y Ballard (1997) plantea que la brecha entre lo que se HIZO y lo que se DEBERIA hacerse pueda disminuirse significativamente si utilizamos la información de los Last Planet (últimos planificadores) y con esto mejorar la productividad de la cuadrilla; de manera que en la practica se puede HACER y en un plazo mayor lo que se DEBE de hacer.

Este sistema se toma a partir de la programación maestra del proyecto, de ahí se toma lo que DEBERIA hacerse, luego se analiza en un periodo de tiempo menor (unas semanas) lo que PUEDE hacerse y finalmente se analiza lo en la programación semanal lo que se HARÁ



Figura 3: Fases de la planificación con Last Planner® System

Fuente: <http://www.coatz.org/?p=6208>

“El SUP (Sistema Last Planer también es conocido como Sistema del Último Planificador) no es una herramienta que reemplace o compita con los métodos tradicionales de barras y de redes, sino que los complementa y enriquece mejorando la variabilidad y los flujos de trabajo. Este sistema pretende incrementar la confiabilidad de la planificación y, por tanto, incrementar el desempeño en la obra; para ello, el sistema provee herramientas de planificación y control efectivas.”

(Alarcón 2011:2)

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”

Para cumplir exitosamente al 100% con las actividades programadas en la semana y tener un flujo continuo y con un mínimo de demoras, el last planner debe exigir que el trabajo que se seleccione para la planificación semanal deberá cumplir con: estar en la secuencia correcta; la cantidad de trabajo asignada sea proporcional y de acuerdo a la disponibilidad de materiales, mano de obra y equipo. El last planner requiere de estos tres puntos para tener éxito en su meta de cumplir con éxito todas las actividades planificadas de esa semana. Si las actividades no se encuentran en la secuencia correcta se producirán demoras, la cantidad de trabajo asignada a la cuadrilla debe que ser adecuada y proporcionada, y todos los materiales deben de estar disponibles para cumplir todas las actividades programadas, se debe de ser lo más real posible planificando los trabajos y no programar actividades no van a ser cumplidas en su totalidad, más aún si sabemos que no se cuenta con todos los recursos disponibles para ejecutarlas.

Para medir lo anterior Ballard creó un sistema llamado Porcentaje del Plan Completado (PPC).

El PPC es el número de actividades planeadas completadas dividido entre el número total de actividades planeadas, expresado en porcentaje.

$$PPC = \frac{\text{Num de actividades planeadas completas}}{\text{Num de actividades planeadas}}\%$$

2.3.4. Sectorización

Vilca (2014) en su tesis Mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de solaqueo y tarrajeo de un edificio multifamiliar, define La sectorización de la siguiente manera consiste en dividir una tarea o actividad de la obra en áreas o sectores equivalentes que comprendan una parte pequeña de la tarea total, la cantidad de trabajo por cada sector deberá realizarse en un día. Para ello primero se debe definir el metrado de cada piso y dividir el trabajo por sectores de manera que el metrado este balanceado los más equitativamente posible. La idea de sectorización está ligada a los trenes de trabajo, se hace la sectorización del área de trabajo con el objetivo de poder aplicar los trenes de trabajo en la obra.

2.3.5. Trenes de Trabajo

Los trenes de trabajo son una metodología similar a las líneas de producción en las Industrias de fabricación automatizadas, en las cuales el producto a fabricar avanza a lo largo de varios procesos de transformación. En la industria de construcción no se tiene la posibilidad de mover el producto a lo largo de varios procesos se creó el concepto de tren de trabajo, aplicada a varias cuadrillas de trabajo, en la cual cada va avanzando tras otras a través de los sectores establecidos anteriormente en el proceso de sectorización, de esta manera se logra tener un proceso constructivo continuo y ordenado, también se puede identificar rápidamente la ubicación y avance de cada cuadrilla en un sector determinado.

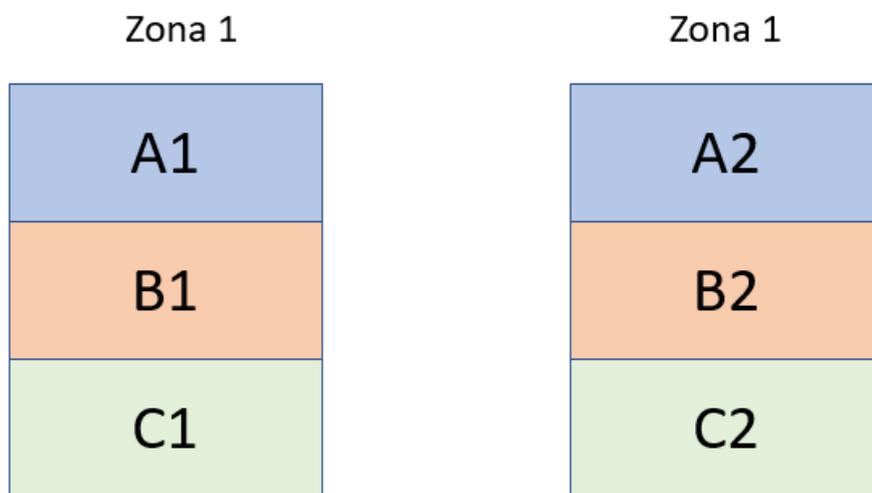


Figura 4: Sectorización de nivel 1 y nivel 2 en tres zonas.

Fuente: Elaboración propia

Tabla 1: Tren de Trabajo

	Dia 1	Dia 2	Dia 3	Dia 4	Dia 5	Dia 6	Dia 7	Dia 8	Dia 9	Dia 10	Dia 11	Dia 12
Acero en columnas	A1	A1	B1	B1	C1	C1	A2	A2	B2	B2	C2	C2
Encofrado de columnas			A1	A1	B1	B1	C1	C1	A2	A2	B2	B2
Concreto en columnas					A1	A1	B1	B1	C1	C1	A2	A2

Fuente: Elaboración propia

2.3.6. Cartas de Balance

Serpell, A. (1990). La carta de balance es también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, es un gráfico que mide el tiempo en minutos en función a los recursos (mano de obra, equipos, etc.) que participan en la actividad. Los recursos son representados por barras las cuales se subdividen en el tiempo según la secuencia de actividades considerando también los tiempos improductivos. Estas mediciones nos ayudarán a tener clara la secuencia constructiva empleada para poder después poder optimizar el proceso que se está analizando.

“El objetivo de esta técnica es analizar la eficiencia del método constructivo empleado, más que la eficiencia de los obreros, de modo que no se pretende conseguir que trabajen más duro, sino en forma más inteligente.”

Serpell explica de manera clara el objetivo no es presionar a los trabajadores para que su trabajo sea más duro y cumplan con todas las actividades programadas, sino es optimizar los procedimientos y métodos de trabajo a niveles más eficientes de recursos, para mejorar la productividad y reducir los costos.

2.1 Definición de términos básicos

Productividad: Es el cociente de la división de la producción entre los recursos usados para lograr dicha producción.

Perdidas: Es toda aquella actividad que tiene un costo, pero que no le agrega ningún valor al producto terminado. Ejemplo Esperas, demoras, etc.

Trabajo Productivo (TP): Trabajo que aporta en forma directa a la producción. Ejemplo: amarrar estribos, vaciar concreto.

Trabajo Contributorio (TC): Trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo, pero no aporta al avance. Ejemplo: tomar medidas, recibir instrucción, limpiar.

Trabajo NO Contributorio (TNC): Cualquier actividad que no aporta ningún avance y que es considerado como una pérdida. Ejemplo: Esperar, Ir a las SSHH, etc.

Partida: Tarea específica en una obra de construcción. Ejemplo: colocación de acero vertical.

Cuadrilla: Grupo pequeño de trabajadores destinados a cumplir una tarea específica en la construcción.

2.2 Problema General

¿Cómo influye el uso de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el distrito de Carabayllo en el 2022?

2.3 Problemas Específicos

- a) ¿Cuál es la influencia del uso de las cartas de balance en el Trabajo Productivo en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el distrito de Carabayllo en el 2022?

- b) ¿Qué influencia ejerce el uso de cartas de balance en el Trabajo Contributorio en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el distrito de Carabayllo en el 2022?

- c) ¿Cómo afecta el uso de las cartas de balance en el Trabajo no Contributorio en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el distrito de Carabayllo en el 2022?

2.4 Objetivo General

Proponer un método para implementar el uso de las cartas de balance para aumentar la productividad y rendimiento, así reducir los costos en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el distrito de Carabayllo en el 2022.

2.5 Objetivos específicos

- a) Proponer una metodología usando las cartas de balance para aumentar los tiempos de trabajos productivos en el proyecto.
- b) Implementar un método usando las cartas de balance para evitar los tiempos de trabajo no contributivo durante el proyecto.

CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

3.1 Descripción de la experiencia

En el año 2019 se ingresó a la Empresa Mantenimiento y Servicios Paz EIRL, en el área de Infraestructura, la cual tiene como Gerente general al Sr. Marcelino de la Paz Quispe, el cual nos contrató directamente y como jefe del área de Infraestructura se encontraba el Ingeniero Juan Estupiñán Vigil, el cual también hacía de Ingeniero Residente, por lo que dependíamos directamente de él.

El año que se ingresó tuvimos la oportunidad de participar en obras de construcción que estaba ejecutando la empresa, en la cual aplicamos las cartas de balance para mejorar el rendimiento y la productividad mediante la modificación de cuadrillas de trabajo y otros aspectos que involucran temas de los materiales con el área de logística.

Tras la llegada de la pandemia en marzo del 2020, se suspendió toda actividad laboral, para luego empezar nuevamente poco a poco, siendo nuestro trabajo principal coordinar algunas obras de poca envergadura para sostenimiento de la empresa y el poco personal que quedo laborando, esto nos dio la oportunidad para que a principios de este año 2022 hiciéramos uso de nuestra experiencia en la construcción de un edificio comercial en el distrito de Carabaylo donde se mejoraría la productividad mediante el uso de las cartas de balance, en las partidas de columnas y vigas.

Funciones del Asistente:

- Apoyar al residente en el plan de ejecución de la obra
- Ejecutar la obra de acuerdo a las especificaciones técnicas enunciadas en el expediente técnico.
- Trasmistir toda la información recibida referente al servicio por el Ingeniero residente, correspondiente del área.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”

- Responsable de entregables como: actas, reportes diarios, recepción, inventarios, custodia, preservación y mantenimiento, informes, formatos, indicaciones específicas y documentos en general.
- Mantener los registros que evidencian la operación eficaz vigentes de manera digital, disponibles en sus lugares de uso y fácilmente accesibles a los procedimientos, instructivos.
- Mantener informado al personal en general del área sobre modificaciones y actualizaciones de toda la documentación.
- Canalizar la información recibida diariamente por el personal respectivo para la elaboración del reporte diario.
- Coordinar directamente con el residente los documentos a generar para su entrega.
- Verificar los formatos y documentos generados por todas las áreas para el control de los mismos.
- Asistir al Ingeniero residente en sus actividades propias de su cargo.
- Gestionar uniformes, equipos de protección del personal que realiza los trabajos.
- Reportar cualquier novedad detectada en campo
- Realizar otras actividades que la empresa disponga para el cumplimiento del servicio.

3.2 Descripción del proyecto.

Para el desarrollo del presente trabajo de investigación, corresponde al proyecto de construcción de una vivienda multifamiliar y comercio de 5 pisos más azotea de propiedad privada.

El primer piso corresponde a local comercial de 121.7 m² con baño propio, el segundo piso corresponde a un local comercial de 108.8 m² con baño propio, el 3er, 4to y 5to piso

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022” corresponde a dos departamentos por piso, cada departamento consta de sala, comedor, lavandería, baño, 2 ó 3 habitaciones. Y en la azotea un área general para parrillas y tendedero.

3.2.1. Nombre del Proyecto: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS



Figura 5: Simulación de obra finalizada

Fuente: Expediente técnico edificio multifamiliar MASS

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
3.2.2. Dirección: MANZANA D1 LOTE 24 - URBANIZACION SAN ANTONIO DE

CARABAYLLO DISTRITO DE CARABAYLLO

3.2.3. Ubicación:



Figura 6: Ubicación del proyecto

Fuente: <https://www.google.com/maps>

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Acero en Columnas

4.1.1. Nombre de la Actividad y diagrama de flujo de proceso

Nombre de la actividad: Acero en columnas

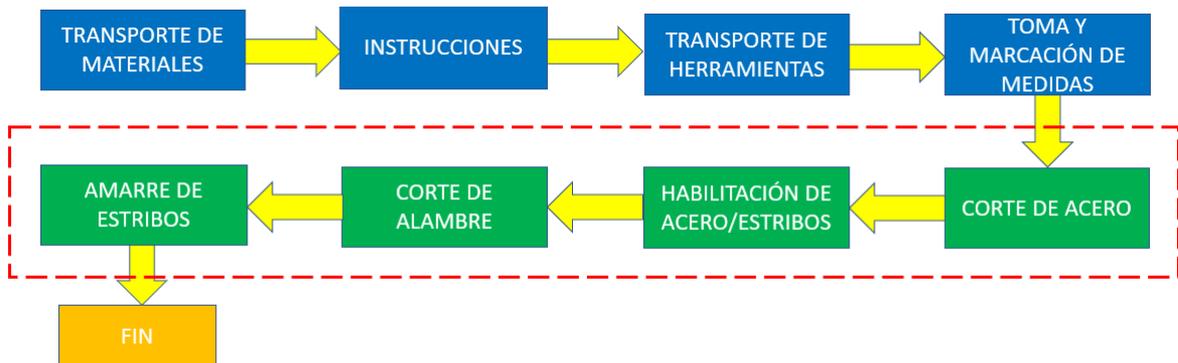


Figura 7: Diagrama de flujo de procesos de la partida acero en columnas

Fuente: Elaboración propia

4.1.2. Mediciones

Para obtener mediciones más confiables se realizó 2 muestras de 30 min cada una; de la muestra 1 se empezó a las 10:00 a.m. hasta las 10:30 a.m. y la muestra 2 se empezó a las 11:30 a.m. y se concluyó a las 12:00 p.m.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”

4.1.3. Composición del trabajo

Tabla 2: Composición de Trabajo acero en columnas

Trabajo Productivo	
CA	Corte de acero
HA	habilitacion del acero - estribos
AE	Amarrado de los estribos con alambre #16
CA1	Corte de alambre

Trabajo Contributorio	
TM	Traslado de materiales
ME	Toma de medidas
TH	Traslado de herramientas
IN	Dar/Recibir Instrucciones

Trabajo No Contributorio	
DE	Descansar
ES	Esperar
CO	Conversar
SH	Ir a los SSHH

Fuente: Elaboración propia

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
Tabla 3: Carta Balance de acero en columnas (antes)

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE											
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS					ACTIVIDAD: ACERO EN COLUMNAS						
MUESTRADOR: Raúl Vargas / Jaime Uzuriaga					DESCRIPCION: Toma de datos en obra						
N° DE FORMATO: 000104			FECHA: 17/01/2022			HORA DE INICIO: 10:00					
Muestra 1						Muestra 2					
	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1		OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1
Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Jesús	Luis	Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Jesús	Luis
1	HA	AE	CA	AE	CA1	1	HA	AE	ME	CA	TH
2	HA	AE	CA	AE	CA1	2	HA	AE	ME	CA	TH
3	HA	AE	CA	AE	ES	3	HA	AE	ME	CA	TH
4	HA	AE	CA	AE	ES	4	HA	AE	ME	CA	TH
5	HA	AE	CA	AE	ES	5	HA	AE	ME	ES	TH
6	HA	AE	CA	ES	ES	6	ES	AE	ME	ES	TH
7	IN	AE	IN	ES	ES	7	ES	IN	ES	IN	IN
8	IN	AE	IN	AE	TM	8	ES	IN	ES	IN	IN
9	IN	AE	IN	AE	TM	9	ES	IN	CA	IN	ES
10	IN	AE	IN	AE	TM	10	ES	IN	CA	IN	ES
11	IN	ES	IN	DE	TM	11	ES	IN	CA	IN	SH
12	IN	ES	IN	DE	TM	12	ES	IN	CA	IN	SH
13	HA	SH	DE	DE	ES	13	HA	DE	CA	ES	SH
14	HA	SH	DE	DE	ES	14	HA	DE	CA	ES	SH
15	HA	SH	DE	DE	ES	15	HA	DE	CA	ES	SH
16	HA	SH	DE	DE	ES	16	HA	DE	SH	ES	TM
17	HA	SH	ME	CA	TH	17	HA	DE	SH	CA	TM
18	HA	AE	ME	CA	TH	18	HA	AE	SH	CA	TM
19	HA	AE	ME	CA	TH	19	HA	AE	SH	CA	TM
20	HA	AE	ME	CA	TH	20	HA	AE	SH	CA	TM
21	SH	AE	ME	CO	CO	21	DE	AE	CA	SH	ES
22	SH	AE	ME	CO	CO	22	DE	AE	CA	SH	ES
23	SH	AE	ME	CO	CO	23	DE	AE	CA	SH	ES
24	SH	AE	ES	CO	CO	24	DE	AE	CA	SH	ES
25	SH	DE	ES	DE	CA1	25	DE	AE	DE	SH	ES
26	HA	DE	ES	DE	CA1	26	HA	AE	DE	CA	ES
27	HA	DE	ES	DE	CA1	27	HA	AE	DE	CA	TM
28	HA	IN	CO	IN	IN	28	HA	AE	DE	CA	TM
29	HA	IN	CO	IN	IN	29	HA	AE	DE	CA	TM
30	CO	IN	CO	IN	IN	30	HA	AE	DE	CA	TM

Fuente: elaboración propia

Tabla 4: Distribución de tiempo por trabajador partida acero en columnas(antes)

	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1	
	Pedro	Vidal	Walter	Jesús	Luis	Total
TP	67%	67%	35%	48%	12%	46%
TC	7%	12%	28%	15%	52%	23%
TNC	27%	22%	37%	37%	37%	32%

Fuente: elaboración propia

De la tabla 4 se puede observar que el TNC de oficial 1, oficial 2 y del peón 1 son 37%, son muy altos y el peón 1 tiene un TP del 12% que también se debe de mejorar.

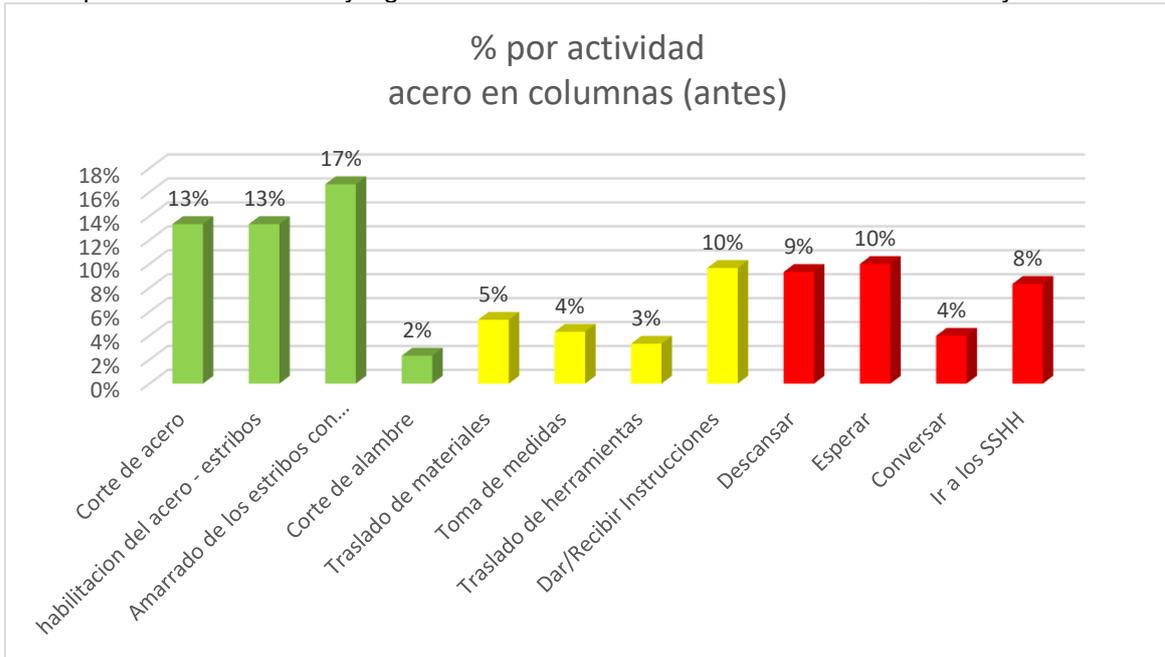


Figura 8: % Por Actividad para acero en columnas (antes)

Fuente: Elaboración propia

De la figura 8 se observa que los TNC de mayor incidencia son Descansar y Esperar, con porcentajes del 9% y 10% de toda la actividad, por lo que se presume que se puede prescindir de un trabajador sin que afecte a la productividad.

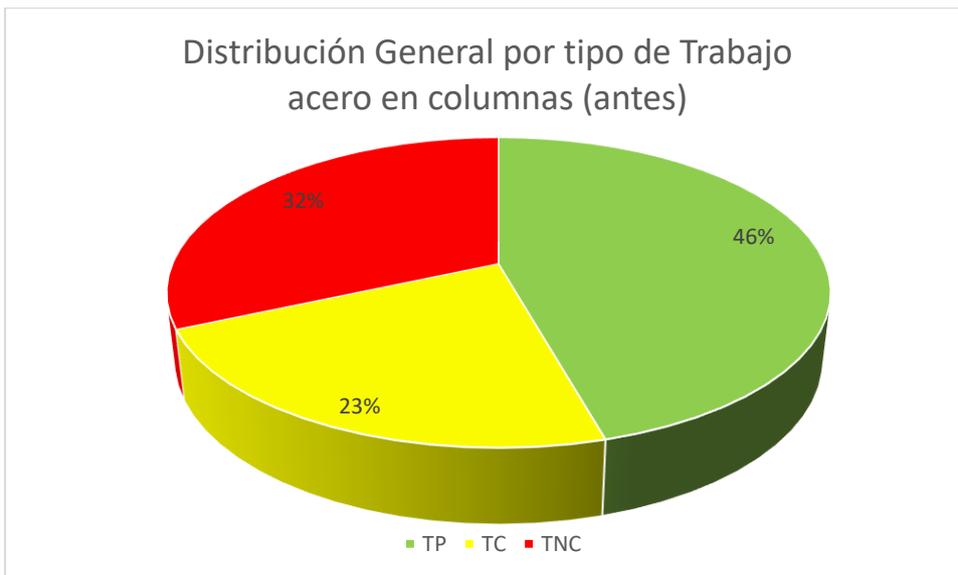


Figura 9: Distribución general por tipo de trabajo en la partida acero en columnas (antes)

Fuente: Elaboración propia

Oportunidad de Mejora:

De la tabla 4 podemos observar que los TNC de los dos oficiales y del peón son 37% (muy elevado), siendo los de mayor incidencia esperar y descansar, mientras que el TNC de los dos operarios es 27% y 22% (aceptable); también se observa que el peón tiene solo 12% de TP; por lo que se propone retirar a un oficial y que el peón aumente su trabajo productivo (TP).

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
Tabla 5: Carta Balance de acero en columnas (después)

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE									
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS					ACTIVIDAD: ACERO EN COLUMNAS				
MUESTRADOR: Raúl Vargas / Jaime Uzuriaga					DESCRIPCION: Toma de datos en obra				
N° DE FORMATO: 000107			FECHA: 19/01/2022		HORA DE INICIO: 10:00				
Muestra 1					Muestra 2				
	OP1	OP 2	OF 1	PE 1					
Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Luis					
1	HA	AE	CA	TM					
2	HA	AE	CA	TM					
3	HA	AE	CA	TM					
4	HA	AE	CA	TM					
5	HA	AE	CA	TM					
6	HA	AE	CA	CA1					
7	HA	AE	CA	CA1					
8	SH	AE	CA	CA1					
9	SH	AE	IN	CA1					
10	SH	AE	IN	CA1					
11	SH	AE	IN	CA1					
12	SH	AE	IN	CA1					
13	HA	IN	DE	IN					
14	HA	IN	DE	IN					
15	HA	IN	DE	IN					
16	HA	IN	DE	IN					
17	HA	IN	CA	IN					
18	HA	AE	CA	TH					
19	HA	AE	CA	TH					
20	HA	AE	CA	TH					
21	IN	SH	IN	TH					
22	IN	SH	IN	TH					
23	IN	SH	IN	CO					
24	IN	SH	IN	CO					
25	HA	SH	IN	TM					
26	HA	DE	IN	TM					
27	HA	AE	ES	TM					
28	HA	AE	ES	TM					
29	HA	AE	CO	TM					
30	HA	AE	CO	TM					

Fuente: Elaboración propia

Tabla 6: Distribución de tiempo por trabajador partida acero en columnas(después)

	OP1	OP 2	OF 1	PE 1	Total
	Pedro	Vidal	Walter	Luis	Total
TP	77%	68%	45%	22%	53%
TC	7%	15%	27%	67%	29%
TNC	17%	17%	28%	12%	18%

Fuente: Elaboración propia

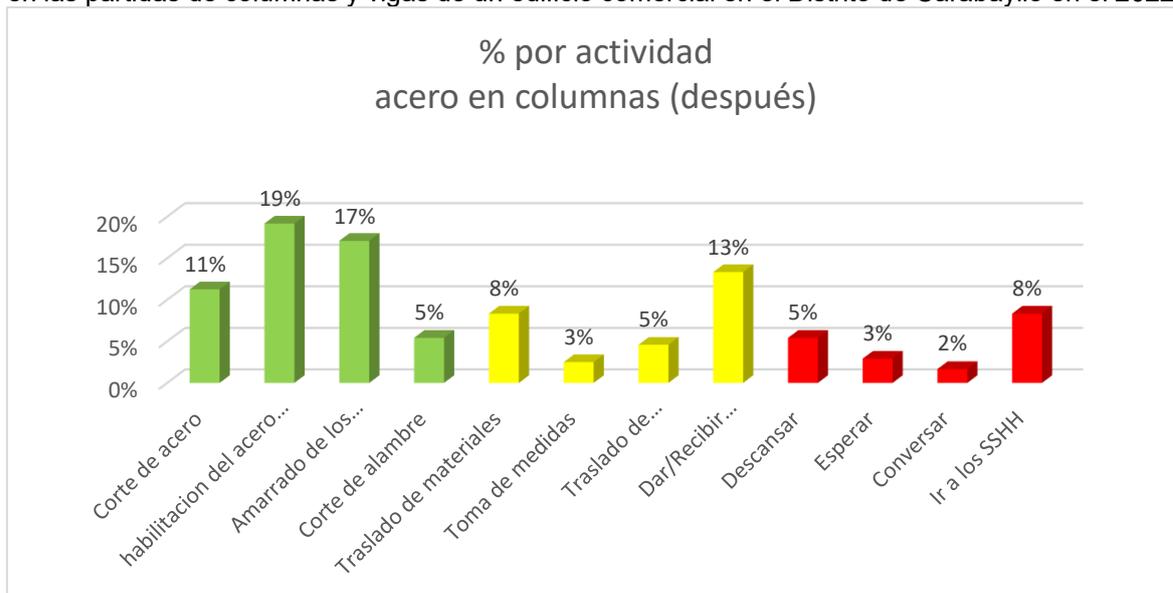


Figura 10: % Por Actividad para acero en columnas (después)

Fuente: Elaboración propia

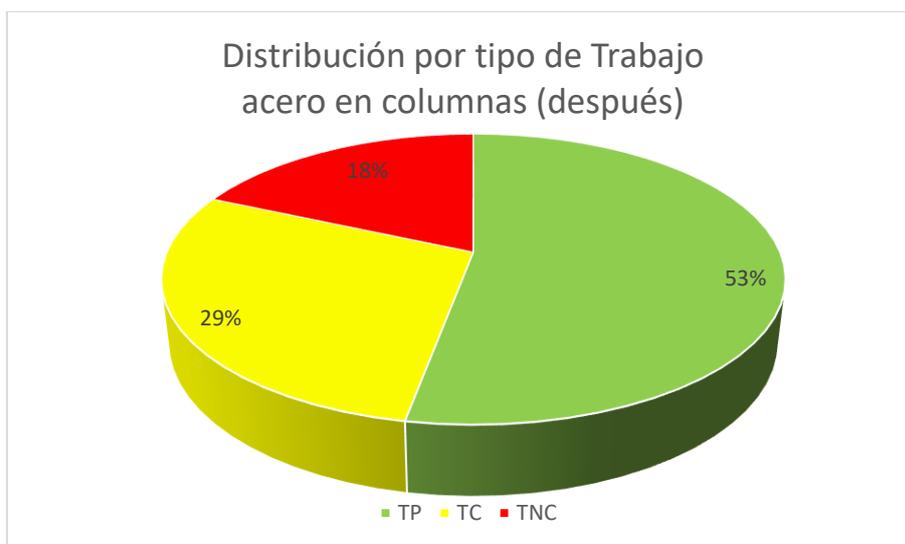


Figura 11: Distribución general por tipo de trabajo acero en columnas (después)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 7: comparativa y cálculo de ahorro partida: acero en columnas

Antes	Después
Mano de Obra: 5 trabajadores 2 operarios 2 oficiales 1 peón	Mano de Obra: 4 trabajadores 2 operarios 1 oficiales 1 peón
Composición del trabajo TP = 46% TC = 23% TNC = 32%	Composición del trabajo TP = 53% TC = 29% TNC = 18%
Rendimiento Producción: 69 kg Numero de obreros: 5 Tiempo de trabajo: 1 hora Recursos usados: 5 hh Rendimiento = 13,8 kg/hh	Rendimiento Producción: 73 kg Numero de obreros: 4 Tiempo de trabajo: 1 hora Recursos usados: 4 hh Rendimiento = 18,3 kg/hh
Costo por 69 kg 2 operarios: S/23.94 x 2 = S/47.88 2 oficiales: S/18.89 x 2 = S/37.78 1 peon: S/17.08 Total = S/102,74	Costo por 73 kg 2 operarios: S/23.94 x 2 = S/47.88 1 oficiales: S/18.89 1 peon: S/17.08 Total = S/= S/83,85
Costo total partida Partida = 6362 kg $Costo Total = \frac{S/102,74}{69 kg} \times 6366 kg$ Costo Total = S/9479,00	Costo total partida Partida = 6366 kg $Costo Total = \frac{S/83,85}{73 kg} \times 6366 kg$ Costo Total = S/ 7313
Ahorro = S/9479 – S/7313 Ahorro = S/2166,00	

Fuente: Elaboración propia

4.2 Encofrado/Desencofrado de Columnas

4.2.1. Nombre de la Actividad y diagrama de flujo de proceso

Nombre de la actividad: Encofrado/desencofrado de columnas

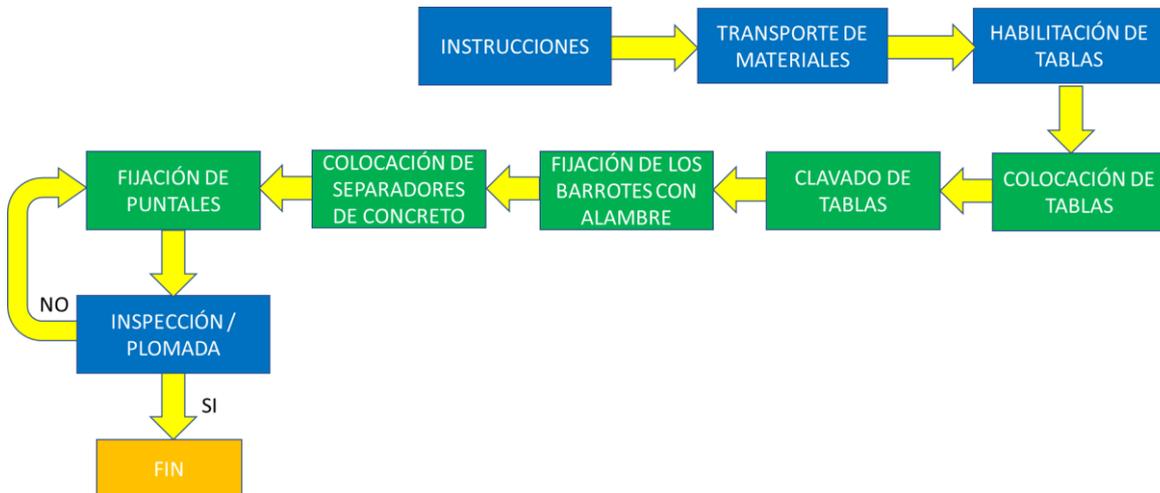


Figura 12: Diagrama de flujo de procesos de encofrado de columnas

Fuente: Elaboración propia

4.2.2. Mediciones

Para obtener mediciones más confiables se realizó 2 muestras de 30 min cada una; de la muestra 1 se empezó a las 10:00 a.m. hasta las 10:30 a.m. y la muestra 2 se empezó a las 11:30 a.m. y se concluyó a las 12:00 p.m.

Tabla 8: Composición de Trabajo encofrado de columnas

	Trabajo Productivo
CT	Colocación de tablas
CL	Clavado de tablas
AM	Fijación de barros con alambre
CS	Colocación de separadores de concreto
FP	Fijación de puntales

	Trabajo Contributorio
TM	Traslado de materiales
ME	Habilitación de tablas
TH	Inspección/Plomada
IN	Dar/Recibir Instrucciones

	Trabajo No Contributorio
DE	Descansar
ES	Esperar
CO	Conversar
SH	Ir a los SSHH

Fuente: Elaboración propia

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
Tabla 9: Carta Balance de encofrado/densofrado de columnas (antes)

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE				
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS			ACTIVIDAD: ENCONFRADO DE COLUMNAS	
MUESTRADOR: Raúl Vargas / Jaime Uzuriaga			DESCRIPCION: Toma de datos en obra	
N° DE FORMATO: 000107		FECHA: 29/01/2022		
Muestra 1 (10:00 a.m.)				
	OP1	OP 2	OF 1	OF 2
Minuto	Matias	Jose	Dennis	Manolo
1	CT	ES	CT	CT
2	CT	ES	CT	CT
3	CT	ES	CT	CT
4	CT	ES	CT	TM
5	IN	TM	IN	TM
6	IN	ME	IN	TM
7	IN	ME	IN	TM
8	CL	ME	TM	TM
9	CL	ME	DE	TM
10	CL	ME	DE	CS
11	AM	ME	SH	CS
12	AM	CT	SH	CT
13	AM	CT	SH	CT
14	AM	CS	SH	CT
15	AM	CS	SH	CT
16	SH	CT	TM	CL
17	SH	CT	TM	CL
18	SH	CL	TM	CL
19	SH	CL	TM	CL
20	ES	CT	CT	DE
21	ES	CL	CT	DE
22	ES	CL	CT	AM
23	ES	CL	CT	AM
24	TH	SH	CS	AM
25	TH	SH	CS	AM
26	TH	SH	CS	AM
27	TH	SH	FP	AM
28	TH	SH	FP	CT
29	ES	CT	FP	CT
30	ES	CT	DE	CT
Muestra 2 (11:30 a.m.)				
	OP1	OP 2	OF 1	OF 2
Minuto	Matias	Jose	Dennis	Manolo
1	ES	TH	TM	SH
2	AM	TH	TM	SH
3	AM	TH	TM	SH
4	AM	ES	TM	SH
5	AM	ES	TM	SH
6	AM	ES	TM	SH
7	AM	ES	CS	TH
8	AM	ES	CS	TH
9	FP	ES	CS	IN
10	FP	ES	CS	IN
11	FP	IN	FP	IN
12	FP	IN	FP	IN
13	FP	IN	FP	IN
14	TH	IN	FP	IN
15	TH	CO	FP	CO
16	TH	CO	FP	CO
17	TH	CO	SH	CO
18	TH	ES	SH	TM
19	DE	ES	SH	TM
20	ME	ES	SH	TM
21	ME	ES	SH	TM
22	ME	CT	TM	TM
23	ME	CT	TM	AM
24	ES	CT	TM	AM
25	ES	CT	TM	AM
26	ES	CT	TM	CL
27	ES	ES	TM	CL
28	ES	CL	CT	CL
29	ES	CL	CT	CL
30	ES	CL	CT	CL

Fuente: Elaboración propia

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”
Tabla 10: Distribución de tiempo por trabajador encofrado en columnas(antes)

	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	Total
	Matias	Jose	Dennis	Manolo	Total
TP	40%	37%	45%	50%	43%
TC	28%	23%	33%	32%	29%
TNC	32%	40%	22%	18%	28%

Fuente: Elaboración propia

En la tabla 10 se puede observar que el TNC del operario 1 es 32% y del operario 2 es 40%, por lo que es necesario analizar detalladamente las actividades del TNC.

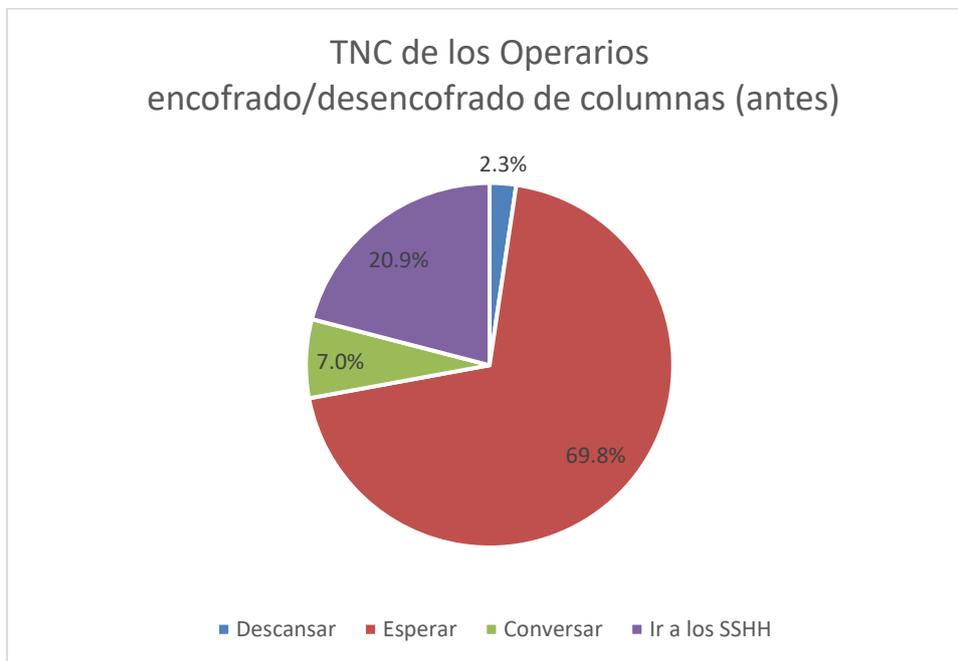


Figura 13: Distribución TNC de operarios encofrado de columnas (antes)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 13 se puede observar que el 70% del TNC de los operarios están “Esperando”.

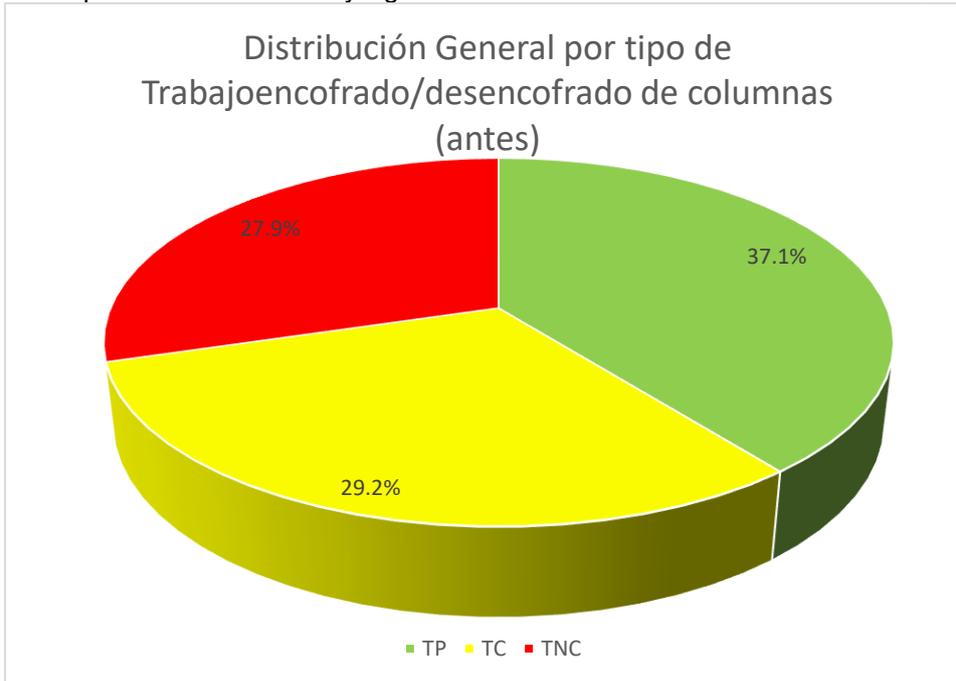


Figura 14: Distribución general por tipo de trabajo en encofrado de columnas(antes)

Fuente: Elaboración propia

Oportunidad de Mejora

De la tabla 8 se puede ver que los dos operarios tienen mayor tiempo de TNC, 32% y 40%; en la Figura 16 se analiza el TNC de los operarios y se observa que casi el 70% es de “ESPERA”; se observó que en varias ocasiones los oficiales estaban trabajando con un operario y el otro operario esperaba, por lo que se recomienda aumentar un ayudante a la cuadrilla para mejorar la productividad.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
Tabla 11: Carta Balance de encofrado/densofrado de columnas (después)

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE											
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS						ACTIVIDAD: ENCONFRADO DE COLUMNAS					
MUESTRADOR: Raúl Vargas / Jaime Uzuriaga						DESCRIPCION: Toma de datos en obra					
N° DE FORMATO: 000104			FECHA: 31/01/2022								
Muestra 1: 9:30 a.m.						Muestra 2: 11:30 a.m.					
	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1		OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1
Minuto	Matias	Jose	Dennis	Manolo	Luis	Minuto	Matias	Jose	Dennis	Manolo	Luis
1	AM	CT	CT	CT	TM	1	CT	AM	CT	CT	TH
2	AM	CL	CT	CT	TM	2	CT	AM	CT	CT	TH
3	AM	CL	CT	CT	TM	3	CT	AM	CT	CT	TH
4	AM	CL	CT	CT	TM	4	CT	AM	CT	SH	TH
5	AM	CT	CT	CT	TM	5	CT	AM	CT	SH	TH
6	AM	CT	CT	CT	TM	6	CT	AM	CT	SH	TH
7	AM	CL	CT	CT	TM	7	IN	AM	IN	SH	DE
8	DE	CL	CT	CT	TM	8	IN	AM	IN	SH	DE
9	ME	SH	CT	TM	TM	9	IN	FP	IN	CS	DE
10	ME	SH	CL	TM	TM	10	IN	FP	IN	CS	DE
11	ME	SH	CL	TM	TM	11	CT	FP	CT	CS	CT
12	ME	SH	CL	TM	TM	12	CT	FP	CT	CS	CT
13	ME	SH	SH	TM	DE	13	CL	TH	CT	FP	CT
14	ME	AM	SH	TM	DE	14	CL	TH	CT	FP	CT
15	ME	AM	SH	CO	DE	15	CL	TH	CT	FP	SH
16	ME	AM	SH	CO	DE	16	CT	TH	CT	FP	SH
17	CT	AM	CT	CO	TH	17	CT	TH	CT	TM	SH
18	CT	AM	CT	TM	TH	18	AM	ME	TM	TM	SH
19	CO	AM	CT	TM	CO	19	AM	ME	TM	TM	SH
20	CO	AM	CT	TM	CO	20	AM	ES	TM	TM	TM
21	CO	AM	CT	TM	CO	21	AM	ES	TM	TM	TM
22	CT	ME	CT	AM	AM	22	AM	DE	TM	IN	TM
23	CT	ME	CT	AM	AM	23	SH	CT	TM	CT	TM
24	CT	ME	CL	AM	AM	24	SH	CT	DE	CT	TM
25	IN	ME	CL	AM	IN	25	SH	CT	DE	CT	TM
26	IN	ME	CL	CL	IN	26	SH	CT	DE	CT	TM
27	IN	ME	CL	CL	IN	27	AM	CT	CS	CT	TM
28	IN	ME	CL	CL	IN	28	AM	CT	CS	CT	TM
29	IN	CO	CL	CL	IN	29	AM	CT	CS	CT	TM
30	IN	CO	CL	CL	IN	30	AM	CT	CS	CT	TM

Fuente: Elaboración propia

Tabla 12: Distribución de tiempo por trabajador encofrado en columnas(después)

	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1	
	Matias	Jose	Dennis	Manolo	Luis	Total
TP	57%	60%	72%	60%	12%	52%
TC	30%	23%	17%	27%	62%	32%
TNC	13%	17%	12%	13%	27%	16%

Fuente: Elaboración propia

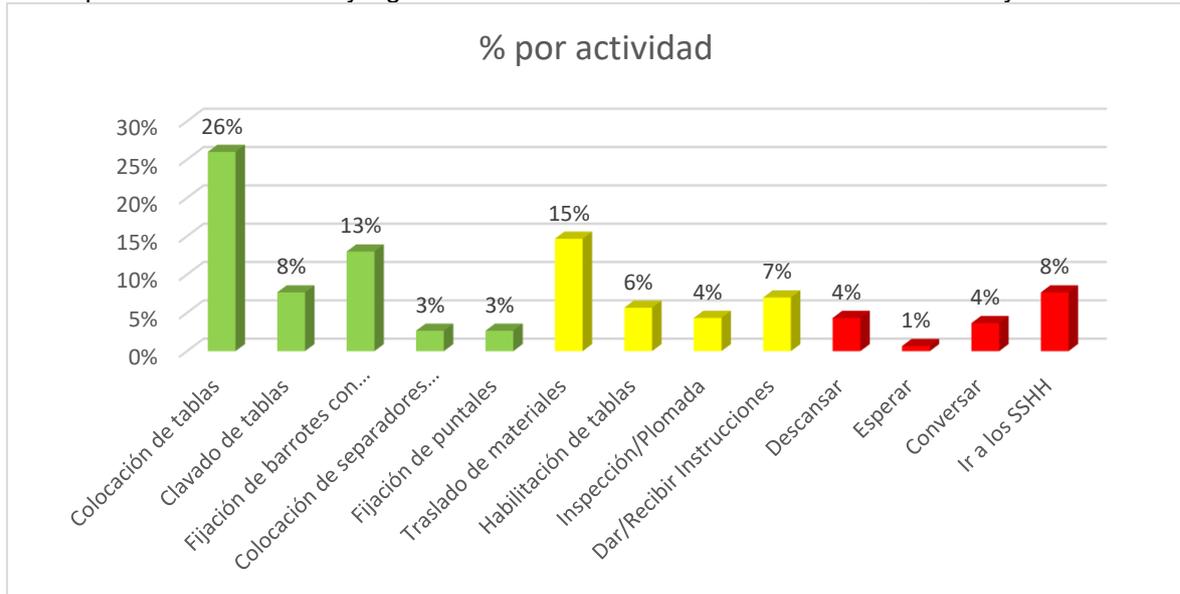


Figura 14: % Por Actividad para encofrado de columnas (después)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 14 se observa que el tiempo en espera es el menor de TNC

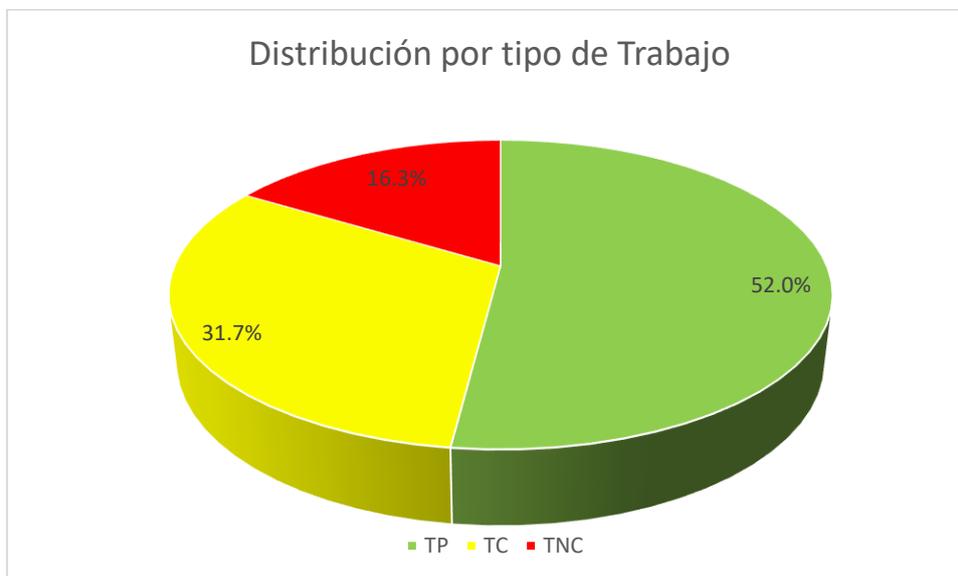


Figura 15: Distribución general por tipo de trabajo encofrado de columnas (después)

Fuente: Elaboración propia

Aumentando un peón en la cuadrilla se ha logrado que TP que pase de 37%(antes) a 52%.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”
 Tabla 13: comparativa y cálculo de ahorro partida: encofrado/densofrado de columnas

Antes	Después
Mano de Obra: 4 trabajadores 2 operarios 2 oficiales	Mano de Obra: 5 trabajadores 2 operarios 2 oficiales 1 peón
Composición del trabajo TP = 43% TC = 29% TNC = 28%	Composición del trabajo TP = 52% TC = 32% TNC = 16%
Rendimiento Producción: 3,5 m ² Numero de obreros: 4 Tiempo de trabajo: 1 hora Recursos usados: 4 hh Rendimiento = 0,88 m ² /hh	Rendimiento Producción: 5,9 m ² Numero de obreros: 5 Tiempo de trabajo: 1 hora Recursos usados: 5 hh Rendimiento = 0,82 m ² /hh
Costo por 3,5 m ² 2 operarios: S/23.94 x 2 = S/47,88 2 oficiales: S/18.89 x 2 = S/37,78 Total = S/85,66	Costo por 5,9 m ² 2 operarios: S/23.94 x 2 = S/47.88 2 oficiales: S/18.89 x 2 = S/37.78 1 peón: S/17.08 Total = S/102,74
Costo total encofrado Partida = 333,68 m ² $Costo Total = \frac{S/85,66}{3,5m^2} \times 333,68m^2$ $Costo Total = S/8166,6$	Costo total encofrado Partida = 333,68 m ² $Costo Total = \frac{S/102,74}{5,9m^2} \times 333,68m^2$ $Costo Total = S/5810,56$
Costo de desensofrado = S/ 2402,94	
Costo total de la partida S/8166,60 + S/2402,94= S/10569,64	Costo total de la partida S/5810,56+ S/2402,94= S/8213,2
Ahorro = S/10569,64 – S/8213,2 Ahorro = S/2356,44	

Fuente: Elaboración propia

4.3 Encofrado/Desencofrado de Vigas

Desarrollo del Análisis

4.3.1. Diagrama de flujo de proceso

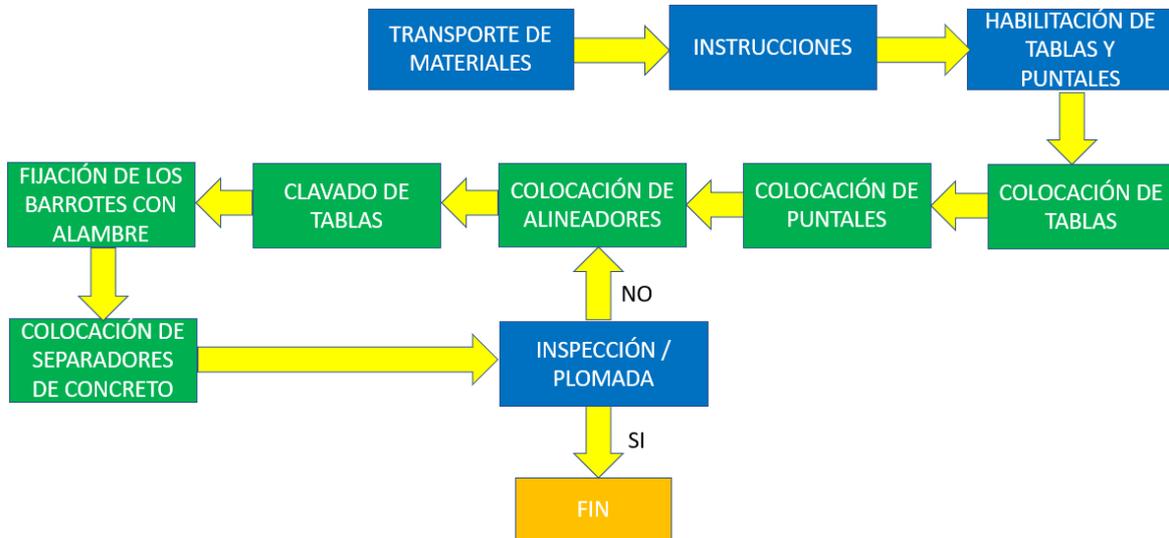


Figura 16: Diagrama de flujo de procesos de encofrado de vigas

Fuente: Elaboración propia

4.3.2. Mediciones

La medición de la muestra 1 se empezó a las 10:00 a.m. hasta las 10:30 a.m., para la muestra 2 se empezó a las 11:30 a.m. y se concluyó a las 12:00 p.m.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”

Tabla 14: Composición de Trabajo encofrado de vigas

Trabajo Productivo	
CT	COLOCACION DE TABLAS
CP	COLOCACION DE PUNTALES
CA	COLOCACION DE ALINEADORES
CCT	CLAVADO DE TABLAS
FB	FIJACION DE BARROTES
CS	COLOCACION DE SEPARADORES DE C.

Trabajo Contributorio	
TM	TRANSPORTE DE MATERIALES
RI	RECIBIR Y DAR INSTRUCCIONES
HTP	HABILITACION DE TABLAS Y PUNTALES
IP	PLOMADA

Trabajo No Contributorio	
DE	DESCANSAR
ES	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO
SH	IR A SERVICIOS HIGIENICOS

Fuente: Elaboración propia

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
Tabla 15: Carta Balance de encofrado/densofrado de vigas (antes)

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE						
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS			ACTIVIDAD: ENCOFRADO DE VIGAS PERALTADAS			
MUESTRADOR: Raúl Vargas / Jaime Uzuriaga			DESCRIPCION: Toma de datos en obra			
N° DE FORMATO: 000110		FECHA:				
Muestra 1: 10:00 a.m.			Muestra 2 : 11:30 a.m.			
	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1	
Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Jesús	Luis	
1	RI	RI	ES	TO	TM	
2	RI	RI	ES	TO	TM	
3	RI	RI	ES	TO	TM	
4	CT	CT	HTP	TO	TM	
5	CT	CT	HTP	FB	TM	
6	CT	ES	HTP	FB	TM	
7	CT	ES	CT	FB	TM	
8	CT	ES	CT	FB	TM	
9	CT	CT	FB	RI	ES	
10	CT	CT	FB	RI	ES	
11	CT	CT	FB	RI	ES	
12	CT	CT	FB	RI	ES	
13	CP	CP	CP	CA	HTP	
14	CP	CP	CP	CA	HTP	
15	CP	CP	CP	CA	HTP	
16	CP	CP	TO	TO	HTP	
17	CA	CT	TO	TO	HTP	
18	CA	CT	TO	TO	HTP	
19	CA	CT	FB	TO	HTP	
20	CA	CT	FB	TO	HTP	
21	SH	CA	FB	CCT	TO	
22	SH	CA	FB	CCT	TO	
23	SH	CA	FB	CCT	TO	
24	SH	CCT	CT	CCT	TO	
25	HTP	CCT	CT	TO	TM	
26	HTP	CCT	CT	TO	TM	
27	HTP	CCT	CT	TO	TM	
28	CCT	SH	CP	CT	CS	
29	CCT	SH	CP	CT	CS	
30	CCT	SH	CP	CT	CS	
	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1	
Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Jesús	Luis	
1	RI	RI	ES	TO	TM	
2	RI	RI	ES	TO	TM	
3	RI	RI	ES	TO	TM	
4	CT	CT	HTP	TO	TM	
5	CT	CT	HTP	FB	TM	
6	CT	ES	HTP	FB	TM	
7	CT	ES	CT	FB	TM	
8	CT	CT	CT	FB	TM	
9	CT	CT	FB	FB	TM	
10	CT	CT	FB	RI	ES	
11	CT	CT	FB	RI	ES	
12	CT	CT	FB	RI	ES	
13	CP	CP	CP	CA	HTP	
14	CP	CP	CP	CA	HTP	
15	CP	CP	CP	CA	HTP	
16	CP	CP	CP	CA	HTP	
17	CA	CT	TO	TO	HTP	
18	CA	CT	TO	TO	HTP	
19	CA	CT	TO	TO	HTP	
20	CA	CT	TO	TO	HTP	
21	CA	CA	FB	CT	DE	
22	SH	CA	FB	CT	DE	
23	SH	CA	FB	CT	DE	
24	SH	CCT	FB	CCT	DE	
25	HTP	CCT	FB	CCT	TM	
26	HTP	CCT	FB	CCT	TM	
27	HTP	CCT	FB	CCT	TM	
28	CCT	IP	IP	TO	CS	
29	CCT	IP	IP	TO	CS	
30	CCT	IP	IP	TO	CS	

Fuente: Elaboración propia

Tabla 16: Distribución de tiempo por trabajador encofrado de vigas(antes)

	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1	Total
	Pedro	Vidal	Walter	Jesús	Luis	
TP	68%	72%	63%	50%	10%	53%
TC	20%	15%	15%	12%	65%	25%
TNC	12%	13%	22%	38%	25%	22%

Fuente: Elaboración propia

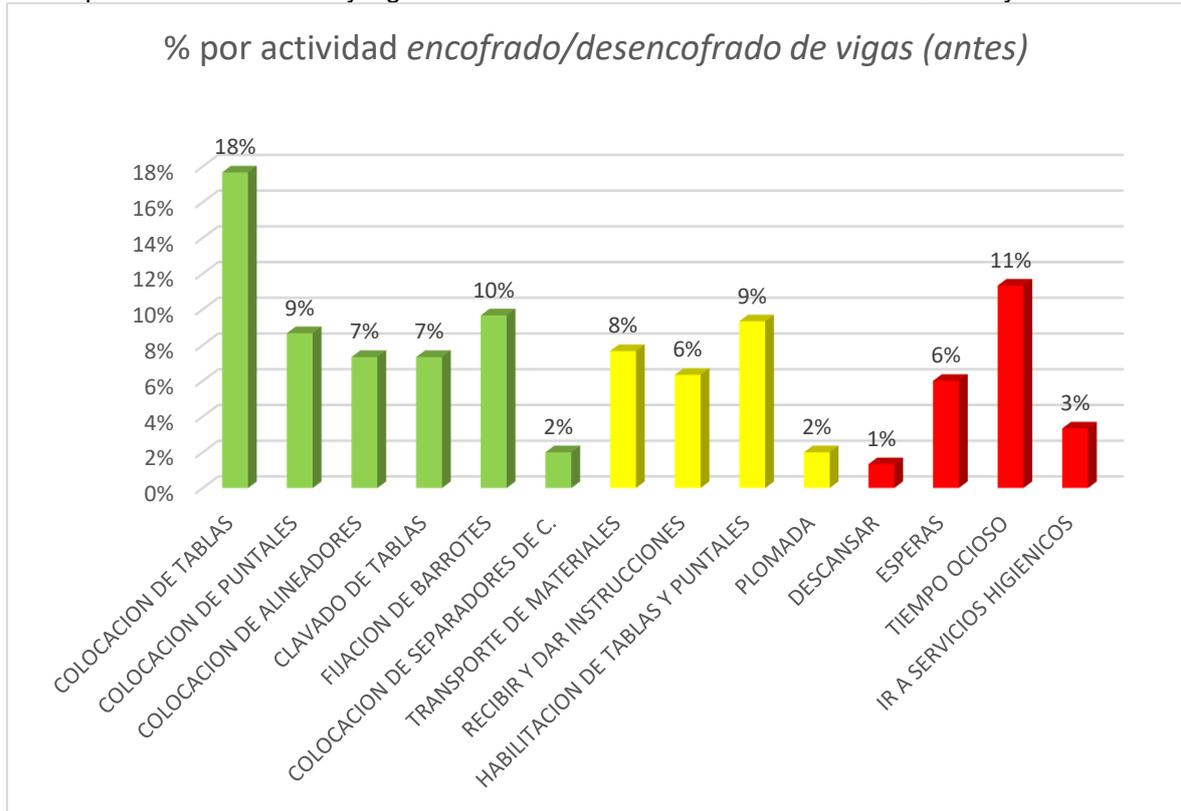


Figura 17: % Por Actividad para encofrado de vigas (antes)

Fuente: Elaboración propia

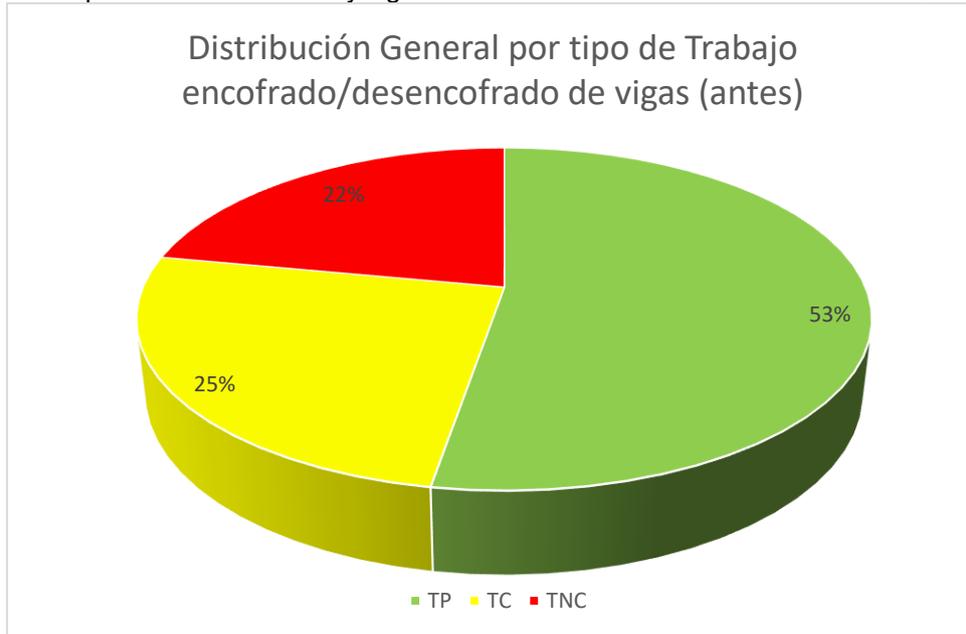


Figura 18: Distribución general por tipo de trabajo encofrado de vigas(antes)

Fuente: Elaboración propia

Oportunidad de Mejora:

Luego de ser analizado las cartas de balance de acuerdo a la muestra tomada en campo el TP (53%), TC (25%) y el TNC (22%), tendríamos que hacer una mejora optimizando el proceso de encofrado de vigas, lo cual haría que el TC y TNC sean mucho menor lo cual mejoraría el TP y el TC.

Al ser analizado las muestras tomadas observamos que tenemos un trabajador con TP (50%), TC (12%) y TNC (38%), lo cual es muy negativo para la cuadrilla y sería conveniente la separación del trabajador.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
Tabla 17: Carta Balance de encofrado de vigas (después)

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE									
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS					ACTIVIDAD: ENCOFRADO DE VIGAS				
MUESTRADOR: Raúl Vargas / Jaime Uzuriaga					DESCRIPCION: Toma de datos en obra				
N° DE FORMATO: 000127					FECHA: 09/02/2022				
Muestra 1: 10:00 a.m.					Muestra 2 : 11:30 a.m.				
	OP1	OP 2	OF 1	PE 1		OP1	OP 2	OF 1	PE 1
Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Luis	Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Luis
1	RI	RI	ES	TM	1	RI	RI	ES	TM
2	RI	RI	ES	TM	2	RI	RI	ES	TM
3	RI	RI	ES	TM	3	RI	RI	ES	TM
4	CT	CA	CA	TM	4	CT	CA	CA	TM
5	CT	CA	CA	TM	5	CT	CA	CA	TM
6	CT	ES	CA	TM	6	CT	ES	CA	TM
7	CT	ES	FB	TM	7	CT	ES	FB	TM
8	CT	ES	FB	TM	8	CT	CT	FB	TM
9	CT	CT	FB	TM	9	CT	CT	FB	TM
10	CT	CT	RI	TM	10	CT	CT	RI	TM
11	CT	CT	RI	ES	11	CT	CT	RI	TM
12	CT	CT	RI	ES	12	CT	CT	RI	ES
13	CP	CP	CP	HTP	13	CP	CP	CP	ES
14	CP	CP	CP	HTP	14	CP	CP	CP	HTP
15	CP	CP	CP	HTP	15	CP	CP	CP	HTP
16	CP	CP	TO	HTP	16	CP	CP	CP	HTP
17	CA	CT	TO	HTP	17	CA	CT	CP	HTP
18	CA	CT	TO	HTP	18	CA	CT	TO	HTP
19	CA	CT	FB	HTP	19	CA	CT	TO	HTP
20	CA	CT	FB	HTP	20	CA	CT	TO	HTP
21	SH	CA	FB	TO	21	CA	CA	FB	DE
22	SH	CA	FB	TO	22	SH	CA	FB	DE
23	SH	CA	FB	TO	23	SH	CA	FB	DE
24	SH	CCT	CT	CS	24	SH	CCT	FB	CS
25	HTP	CCT	CT	CS	25	HTP	CCT	FB	CS
26	HTP	CCT	CT	CS	26	HTP	CCT	FB	CS
27	HTP	CCT	CT	CS	27	HTP	CCT	FB	CS
28	CCT	IP	CP	CS	28	CCT	IP	CCT	CS
29	CCT	IP	CP	CS	29	CCT	IP	CCT	CS
30	CCT	IP	CP	CS	30	CCT	IP	CCT	CS

Fuente: Elaboración propia

Tabla 18: Distribución de tiempo por trabajador encofrado de vigas(después)

	OP1	OP 2	OF 1	PE 1	Total
	Pedro	Vidal	Walter	Luis	Total
TP	68%	72%	70%	23%	58%
TC	20%	20%	10%	60%	28%
TNC	12%	8%	20%	17%	14%

Fuente: Elaboración propia

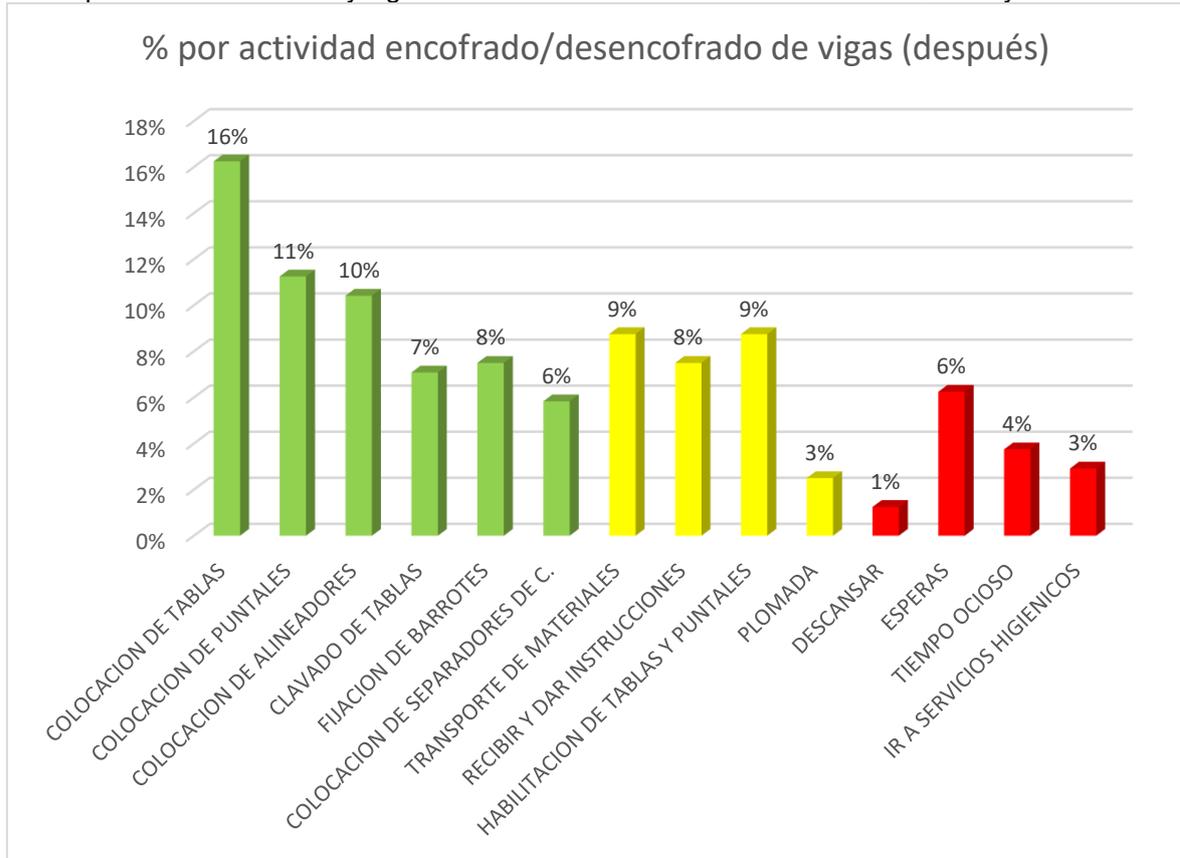


Figura 19: % Por Actividad para encofrado de vigas (después)

Fuente: Elaboración propia

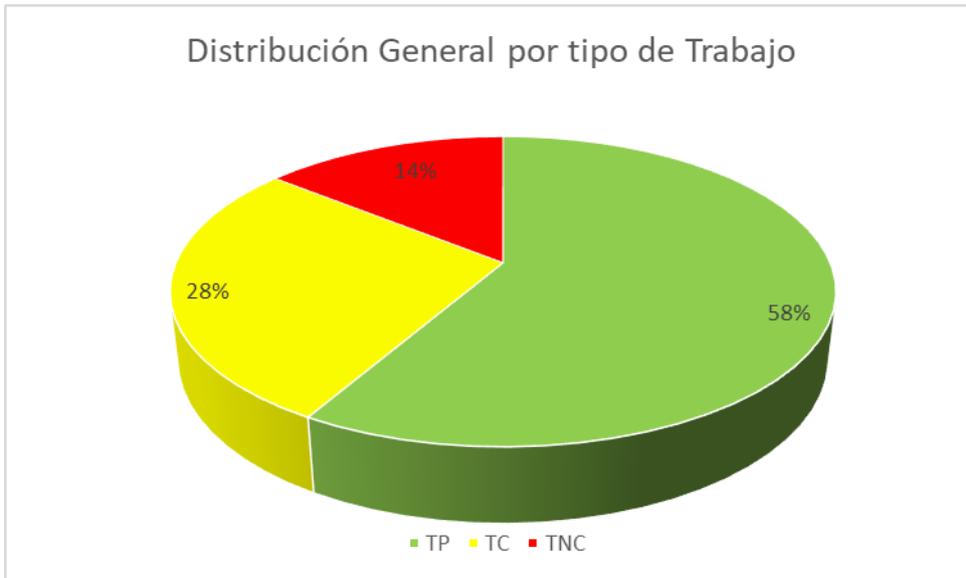


Figura 20: Distribución general por tipo de trabajo encofrado de vigas(después)

Fuente: Elaboración propia

En la figura 20 se puede observar que aplicando la mejora se paso de 53% de TP(antes) a 58% y el TNC también mejoro pasando de 22% a 14%

Tabla 19: comparativa y cálculo de ahorro encofrado/densofrado de vigas

Antes	Después
Mano de Obra: 5 trabajadores 2 operarios 2 oficiales 1 peón	Mano de Obra: 4 trabajadores 2 operarios 1 oficiales 1 peón
Composición del trabajo TP = 53% TC = 25% TNC = 22%	Composición del trabajo TP = 58% TC = 28% TNC = 14%
Rendimiento Producción: 2,10 m2 Numero de obreros: 5 Tiempo de trabajo: 1 hora Recursos usados: 5 hh Rendimiento = 0,34 m2/hh	Rendimiento Producción: 2,10 kg Numero de obreros: 4 Tiempo de trabajo: 1 hora Recursos usados: 4 hh Rendimiento = 0,42 kg/hh
Costo por 2,10 2 operarios: S/23.94 x 2 = S/47.88 2 oficiales: S/18.89 x 2 = S/37.78 1 peon: S/17.08 Total = S/102,74	Costo por 2,10 2 operarios: S/23.94 x 2 = S/47.88 1 oficiales: S/18.89 1 peon: S/17.08 Total = S/83,85
Costo total encofrado Partida = 315,47 m2 $Costo Total = \frac{S/102,74}{2,1m^2} \times 315,47m^2$ $Costo Total = S/15433,99$	Costo total encofrado Partida = 315,47 m2 $Costo Total = \frac{S/83,85}{2,10m^2} \times 315,47m^2$ $Costo Total = S/12596,27$
Costo desensofrado = S/3347,10	
Costo total partida S/15433,99 + S/3347,10 = 18781,09	Costo total partida S/12596,27+ S/3347,10 = 15943,37
Ahorro = S/18781,09 – S/15943,37 Ahorro = S/2837,72	

Fuente: Elaboración propia

4.4 Acero en Vigas

Desarrollo del Análisis

4.4.1. Nombre de la Actividad y diagrama de flujo de proceso

ACERO EN VIGAS PERALTADAS

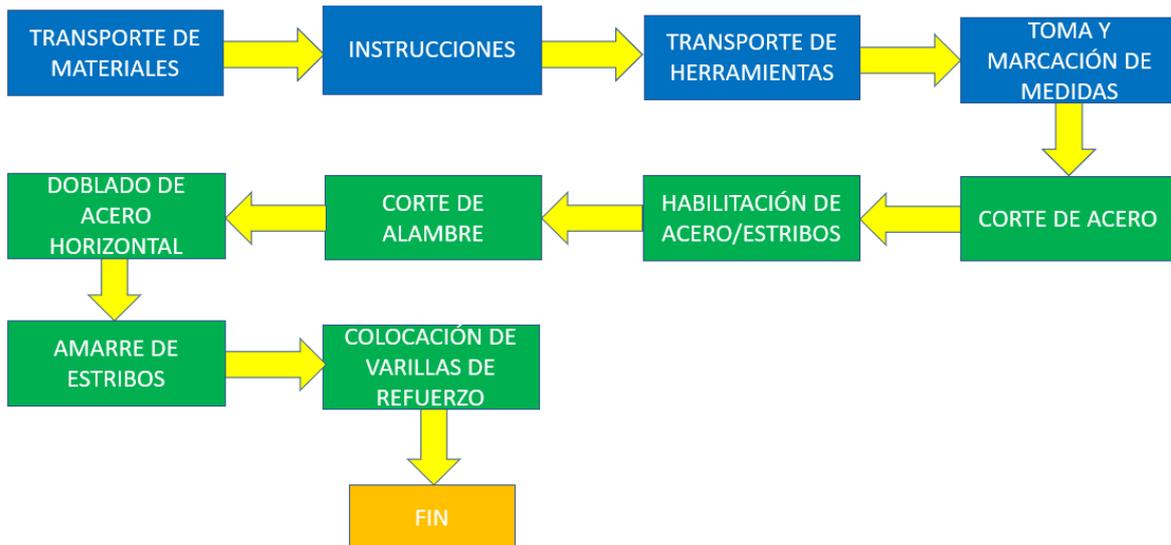


Figura 21: Diagrama de flujo de procesos de acero en vigas

Fuente: Elaboración propia

4.4.2. Mediciones

La medición de la muestra 1 se empezó a las 10:00 a.m. hasta las 10:30 a.m., para la muestra 2 se empezó a las 11:30 a.m. y se concluyó a las 12:00 p.m.

Tabla 20: Composición de Trabajo acero en vigas

Trabajo Productivo	
CA	CORTE DE ACERO
HA	HABILITACION DE ACERO/ESTRIBOS
CAA	CORTE DE ALAMBRE
DA	DOBLADO DE ACERO HORIZONTAL
AE	AMARRE DE ESTRIBOS
CVR	COLOCACION DE VARILLAS DE REFUERZO

Trabajo Contributorio	
TM	TRANSPORTE DE MATERIALES
RI	RECIBIR Y DAR INSTRUCCIONES
TH	TRANSPORTE DE HERRAMIENTAS
TMM	TOMA Y MARCACION DE MEDIDAS

Trabajo No Contributorio	
DE	DESCANSAR
ES	ESPERAS
TO	TIEMPO OCIOSO
SH	IR A SERVICIOS HIGIENICOS

Fuente: Elaboración propia

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
 Tabla 21: Carta Balance acero en vigas (antes)

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE											
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS					ACTIVIDAD: ACERO EN VIGAS PERALTADAS						
MUESTRADOR: Raúl Vargas / Jaime Uzuriaga					DESCRIPCION: Toma de datos en obra						
N° DE FORMATO: 000120			Fecha: 07/02/2022			HORA DE INICIO: 10:00					
Muestra 1: 10:00 a.m.					Muestra 2: 11:30 a.m.						
	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1		OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1
Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Angel	Luis	Minuto	Pedro	Vidal	Walter	Angel	Luis
1	RI	RI	ES	ES	TM	1	RI	RI	ES	ES	TM
2	RI	RI	ES	ES	TM	2	RI	RI	ES	ES	TM
3	RI	RI	ES	ES	TM	3	RI	RI	ES	ES	TM
4	TMM	CAA	CA	DE	TM	4	TMM	CAA	CA	DE	TM
5	TMM	CAA	CA	DE	TM	5	TMM	CAA	CA	DE	TM
6	TMM	ES	CA	DE	TM	6	TMM	ES	CA	DE	TH
7	TMM	ES	CA	TMM	TM	7	TMM	ES	CA	TMM	TH
8	HA	ES	CA	TMM	TM	8	HA	ES	CA	TMM	TH
9	HA	DA	CA	TMM	TM	9	HA	DA	CA	TMM	ES
10	HA	DA	CA	CA	ES	10	HA	DA	CA	CA	ES
11	HA	DA	CA	CA	ES	11	HA	DA	CA	CA	ES
12	HA	DA	CA	CA	ES	12	HA	DA	CA	CA	ES
13	HA	DA	CA	CAA	ES	13	HA	DA	CA	CAA	TM
14	HA	DA	CA	CAA	TM	14	HA	DA	CA	CAA	TM
15	HA	DA	CA	CAA	TM	15	HA	DA	CA	CAA	TM
16	HA	DA	TO	TO	TM	16	HA	DA	TO	TO	TM
17	HA	DA	TO	TO	TM	17	HA	DA	TO	TO	TM
18	HA	DA	TO	TO	TH	18	HA	DA	TO	TO	TH
19	HA	DA	TMM	TO	TH	19	HA	DA	TMM	TO	TH
20	HA	DA	TMM	TO	TH	20	HA	DA	TMM	TO	TH
21	SH	CA	TMM	CAA	SH	21	SH	CA	TMM	CAA	TO
22	SH	CA	AE	CAA	SH	22	SH	CA	AE	TMM	TO
23	SH	CA	AE	TMM	SH	23	SH	CA	AE	TMM	TO
24	SH	AE	AE	TMM	SH	24	SH	AE	AE	TMM	TO
25	AE	AE	CVR	TMM	TH	25	AE	AE	CVR	DE	TH
26	AE	AE	CVR	DE	TH	26	AE	AE	CVR	DE	TH
27	AE	AE	CVR	DE	TH	27	AE	AE	CVR	DE	TH
28	CVR	CVR	SH	DE	DE	28	CVR	CVR	SH	DE	DE
29	CVR	CVR	SH	AE	DE	29	CVR	CVR	SH	AE	DE
30	CVR	CVR	SH	AE	DE	30	CVR	CVR	SH	AE	DE

Fuente: Elaboración propia

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”
 Tabla 22: Distribución de tiempo por trabajador acero en vigas(antes)

	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1	Total
	Pedro	Vidal	Walter	Angel	Luis	
TP	63%	80%	60%	32%	0%	47%
TC	23%	10%	10%	20%	63%	25%
TNC	13%	10%	30%	48%	37%	28%

Fuente: Elaboración propia

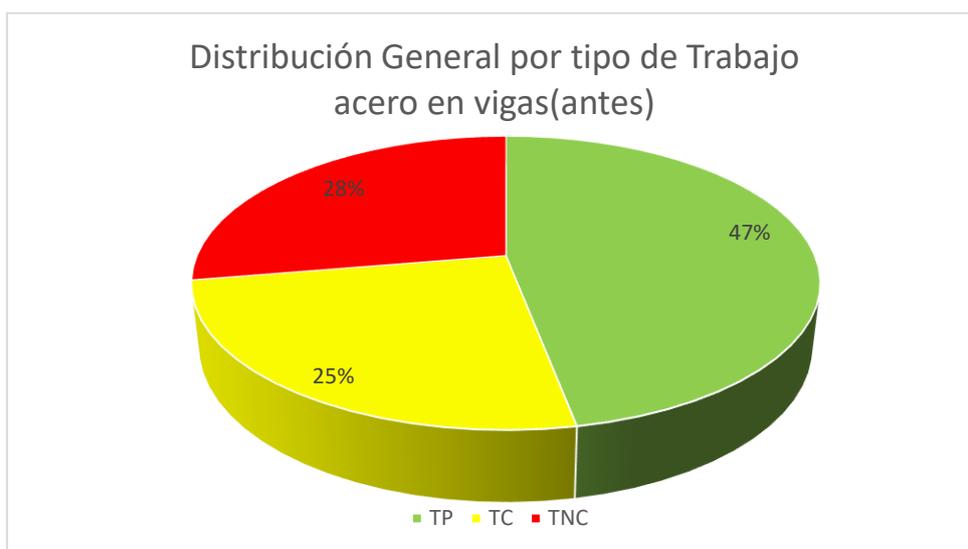


Figura 22: Distribución general por tipo de trabajo acero en vigas(antes)

Fuente: Elaboración propia

Oportunidad de Mejora:

En la tabla 12 observamos que la cuadrilla conformada por dos operarios, dos oficiales y un peón, el TP representa el (47%), del tiempo tomado como muestra, lo cual tenemos que mejorar y obtener menos porcentajes en el TC (25%) y TNC (28%), lo cual tendríamos como resultado una mejor optimización del proceso lo cual nos daría mayor productividad y rendimiento que se encuentran muy bajos.

Al analizar las muestras tomadas en las dos primeras medias horas observamos que tenemos un trabajador de muy bajo rendimiento, el cual tendría que ser reemplazado por otro que nos pueda elevar la productividad TP (32%), TC (20%) y TNC (48%).

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
Tabla 23: Carta Balance acero en vigas (después)

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE											
PROYECTO: VIVIENDA MULTIFAMILIAR Y COMERCIO MASS						ACTIVIDAD: ACERO EN VIGAS					
MUESTRADOR: Raúl Vargas / Jaime Uzuriaga						DESCRIPCION: Toma de datos en obra					
N° DE FORMATO: 000121						Fecha: 09/02/2022					
Muestra 1: 10:00 a.m.						Muestra 2: 11:30 a.m.					
Minuto	OP1 Pedro	OP 2 Vidal	OF 1 Walter	OF 2 Jesús	PE 1 Luis	Minuto	OP1 Pedro	OP 2 Vidal	OF 1 Walter	OF 2 Jesús	PE 1 Luis
1	RI	RI	CA	TMM	TM	1	RI	RI	CA	TMM	TM
2	RI	RI	CA	TMM	TM	2	RI	RI	CA	TMM	TM
3	RI	CAA	CA	TMM	TM	3	RI	CAA	CA	TMM	TM
4	TMM	CAA	CA	CA	TM	4	TMM	CAA	CA	CA	TM
5	TMM	CAA	CA	CA	TM	5	TMM	CAA	CA	CA	TM
6	TMM	ES	CAA	DE	TH	6	TMM	ES	CAA	DE	TH
7	TMM	ES	CAA	DE	TH	7	TMM	ES	CAA	DE	TH
8	HA	ES	CAA	DE	TH	8	HA	ES	CAA	HA	TH
9	HA	DA	CAA	HA	TH	9	HA	DA	CAA	HA	TH
10	HA	DA	CA	HA	ES	10	HA	DA	CA	HA	ES
11	HA	DA	CA	HA	ES	11	HA	DA	CA	HA	ES
12	HA	DA	CA	HA	ES	12	HA	DA	CA	HA	ES
13	HA	DA	CA	HA	TM	13	HA	DA	CA	HA	TM
14	HA	DA	CA	HA	TM	14	HA	DA	CA	HA	TM
15	HA	DA	CA	HA	TM	15	HA	DA	CA	HA	TM
16	HA	DA	TO	HA	TM	16	HA	DA	TO	HA	TM
17	HA	DA	TO	HA	TM	17	HA	DA	TO	HA	TM
18	HA	DA	TO	HA	TM	18	HA	DA	TO	HA	TM
19	HA	DA	TMM	AE	TM	19	HA	DA	TMM	AE	TM
20	HA	DA	TMM	AE	TM	20	HA	DA	TMM	AE	TM
21	HA	CA	TMM	AE	SH	21	HA	CA	TMM	AE	TM
22	SH	CA	AE	TMM	SH	22	SH	CA	AE	TMM	TO
23	SH	CA	AE	TMM	SH	23	SH	CA	AE	TMM	TO
24	SH	AE	AE	TMM	SH	24	SH	AE	AE	TMM	TO
25	AE	AE	AE	AE	TH	25	AE	AE	AE	SH	TH
26	AE	AE	AE	AE	TH	26	AE	AE	AE	SH	TH
27	AE	AE	AE	AE	TH	27	AE	AE	AE	SH	TH
28	CVR	AE	CVR	SH	DE	28	CVR	CVR	AE	CVR	DE
29	CVR	AE	CVR	SH	DE	29	CVR	CVR	AE	CVR	DE
30	CVR	AE	CVR	SH	DE	30	CVR	CVR	AE	CVR	DE

Fuente: Elaboración propia

Tabla 24: Distribución de tiempo por trabajador acero en vigas(después)

	OP1	OP 2	OF 1	PE 1	PE 1	Total
	Pedro	Vidal	Walter	Jesús	Luis	Total
TP	67%	83%	80%	62%	0%	58%
TC	23%	7%	10%	20%	68%	26%
TNC	10%	10%	10%	18%	32%	16%

Fuente: Elaboración propia

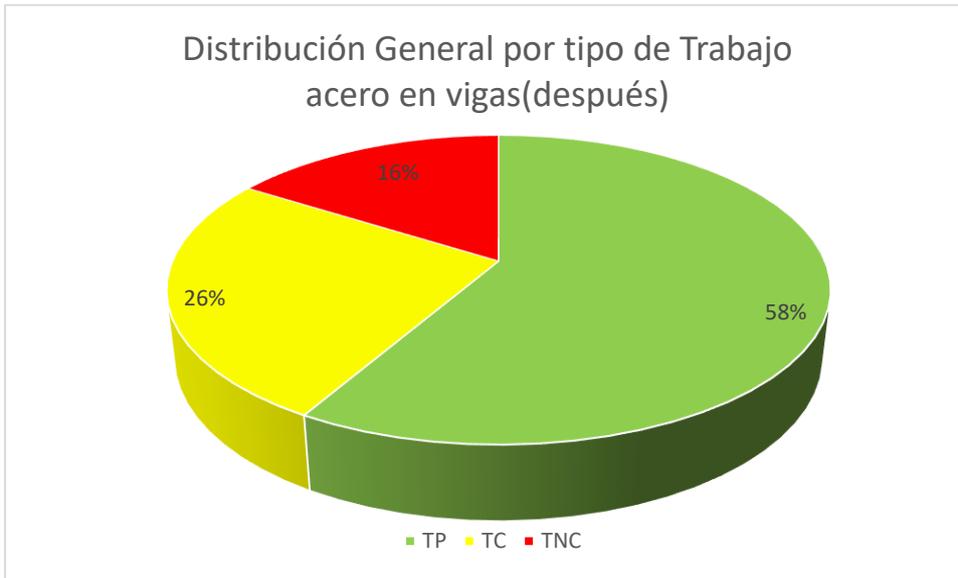


Figura 23: Distribución general por tipo de trabajo acero en vigas(después)

Fuente: Elaboración propia

Tabla 25: comparativa y cálculo de ahorro acero en vigas

Antes	Después
Mano de Obra: 5 obreros 2 operarios 2 oficiales 1 peón	Mano de Obra: 4 obreros 2 operarios 1 oficiales 1 peón
Composición del trabajo TP = 47% TC = 25% TNC = 28%	Composición del trabajo TP = 58% TC = 26% TNC = 16%
Rendimiento Producción: 66 kg Numero de obreros: 5 Tiempo de trabajo: 1 hora Recursos usados: 5 hh Rendimiento = 13,4 kg/hh	Rendimiento Producción: 88 kg Numero de obreros: 5 Tiempo de trabajo: 1 hora Recursos usados: 5 hh Rendimiento = 17,2 kg/hh
Costo por 66 kg 2 operarios: S/23.94 x 2 = S/47.88 2 oficiales: S/18.89 x 2 = S/37.78 1 peón: S/17.08 Total = S/102,74	Costo por 88 kg 2 operarios: S/23.94 x 2 = S/47.88 1 oficiales: S/18.89 1 peón: S/17.08 Total = S/102,74
Costo total partida Partida = 10001,13 kg $Costo Total = \frac{S/102,74}{66kg} \times 10001,13 kg$ $Costo Total = S/15568,4$	Costo total partida Partida = 10001,13 kg $Costo Total = \frac{S/102,74}{88kg} \times 10001,13 kg$ $Costo Total = S/11291,4$
Ahorro = S/15568,4 – S/11291,4 Ahorro = S/4277,00	

Fuente: Elaboración propia

4.5 Análisis de los Resultados

Tabla 26: resumen de distribución de las actividades por tipo de trabajo

Partida	Sin Mejora	Con Mejora	Diferencia		
			TP	TC	TNC
Acero en Columnas	TP = 46% TC = 23% TNC = 32%	TP = 53% TC = 29% TNC = 18%	6%	6%	-14%
Encofrado de Columnas	TP = 43% TC = 29% TNC = 28%	TP = 52% TC = 32% TNC = 16%	9%	3%	-12%
Encofrado de Vigas	TP = 53% TC = 25% TNC = 22%	TP = 58% TC = 28% TNC = 14%	5%	3%	-12%
Acero en Vigas	TP = 47% TC = 25% TNC = 28%	TP = 58% TC = 26% TNC = 16%	11%	1%	-12%
Promedio			8%	3%	-12%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 26 se puede observar que en las 4 partidas analizadas se tiene una mejora considerable en el TP siendo en promedio 8%, en el caso del TC también tenemos un aumento, pero menos significativo y en el caso del TNC se tiene una disminución significativa en promedio 12%, con lo que podemos asegurar que el objetivo de aplicar la herramienta cartas de balance ha tenido éxito.

Tabla 27: resumen de cálculos de rendimiento

Partida	Sin Mejora	Con Mejora	% Mejora
Acero en Columnas	13,8 kg/hh	18,25 kg/hh	32%
Encofrado de Columnas	0,65 m ² /hh	0,82 m ² /hh	26%
Encofrado de Vigas	0,34 kg/hh	0,42 kg/hh	24%
Acero en Vigas	13,4 kg/hh	17,2 kg/hh	28%
Promedio			27,5%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 27 se puede observar que en las 4 partidas analizadas se tiene una mejora considerable en el rendimiento de la cuadrilla al haber aplicado las recomendaciones de mejora de cuadrilla en cada partida siendo en promedio de las 4 partidas el 27,5%.

Tabla 28: resumen de Ahorro de las partidas analizadas

Partida	Costo calculado sin Mejora	Costo calculado con Mejora	Ahorro	% de Ahorro
Acero en Columnas	S/9479,00	S/7313,00	S/2166,00	22.9%
Encofrado y desencofrado de Columnas	S/10569,64	S/8213,2	S/2356,44	22.3%
Encofrado de Vigas	S/19065,30	S/15559,90	S/3505,4	18.4%
Acero en Vigas	S/15568,40	S/11291,40	S/4277,00	27.5%
Total	S/54682,34	S/42377,50	S/12304,84	22,5%

Fuente: Elaboración propia

De la tabla 28 se puede observar que en las 4 partidas analizadas al calcular el costo en mano de obra que se hubiera tenido sin aplicar las mejoras vs el costo en mano de obra aplicando las mejoras; se tiene un ahorro en mano de obra de S/12580,40, lo que representa un 23,2% del total presupuestado en mano de obra en las 4 partidas.

CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

- La aplicación de la herramienta cartas de balance, en la construcción del edificio MASS en las partidas de columnas y vigas contribuyo significativamente con una mejora en el trabajo productivo (TP) de entre el 5% al 11%.
- La aplicación de la herramienta cartas de balance, en la construcción del edificio MASS en las partidas de columnas y vigas contribuyo significativamente con una disminución del trabajo no contributorio de entre el 12% al 14%.
- Al aplicar la herramienta cartas de balance, se mejoro el dimensionamiento de la cuadrilla, así como se detecto a trabajadores con rendimiento bajo y con las mejoras aplicadas se obtuvo un aumento en el rendimiento en promedio de 27,5%
- Al aplicar la herramienta cartas de balance en la construcción del edificio MASS en las partidas de columnas y vigas se obtuvo un ahorro de S/12580,40 que representa el 23,2% de costo de mano de obra de dichas partidas.

Recomendaciones

- Para el llenado de una carta balance, se recomienda que la persona encargada de la toma de datos no interrumpa el libre tránsito de la cuadrilla y que los trabajadores no se sientan evaluados para poder tener datos verídicos y así tener un análisis correcto.
- Se debe de implementar la aplicación de la herramienta de cartas de balance en la empresa Manpaz Eirl en proyectos futuros, esto permitirá que los trabajadores mejoren su rendimiento y reducir los costos de mano de obra.
- En futuros proyectos de la empresa Manpaz Eirl se debe de tener en cuenta los dimensionamientos de cuadrilla calculados en el presente proyecto como referencia, a partir de ese punto aplicar la herramienta de cartas de balance buscando la mejora continua.
- Al aplicar la herramienta de cartas de balance en un proyecto es muy importante entender que el objetivo no es que los trabajadores tengan una labor mas pesada, sino que utilicen de mejor manera los recursos que tienen.

REFERENCIAS

- ALARCON, Luis y GONZÁLEZ, Vicente (2003) Buffers de programación: una estrategia complementaria para reducir la variabilidad en los procesos de construcción, pp. 109-119 En: Ingeniería de Construcción. Vol 18, N° 2.
- Arboleda López, S. (2014). Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación. Tesis de maestría. Medellín, Colombia, Universidad Nacional de Colombia.
- Amorós Delgado, J. 2009. Estudio de los rendimientos de mano de la obra y su productividad en las edificaciones de la UNC- año 2007. Cajamarca, UNC.
- Cáceres Cáceres, Á. E. (2017). Análisis de costos, diseño sismorresistente - estructural, comparativo entre los sistemas de muros de ductilidad limitada y albañilería estructural de un edificio multifamiliar. Arequipa, Arequipa, Perú: Universidad Nacional de San Agustín.
- Ghio Virgilio (2001) Productividad en obras de construcción: diagnóstico, crítica y propuesta. Lima: PUCP.
- Leone Sigismondi (2004) Diseño de un modelo para gerenciar la productividad de construcción en obras de ingeniería. (Tesis de título de Ingeniería Civil) Venezuela, Universidad Católica Andrés Bello.
- Moran Bermúdez (2014) Estudio de la productividad en la partida de estructuras 1°- 3° piso, de la construcción del edificio multifamiliar residencial Heredia en la Ciudad de Trujillo. Trujillo, UPAO.

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”

- SERPELL B, Alfredo y VERBAL R. Rodrigo (1990) Análisis de operaciones mediante cartas de balance. Revista de Ingeniería y Construcción.
- ALPUCHE, Rodrigo (2004) El impacto de la calidad total y la productividad en empresas de construcción (Tesis de título de Ingeniería Civil) México: Universidad de las Americas Puebla.

ANEXOS

ANEXO N° 1. Formato de toma de datos: carta balance

FORMATO DE TOMA DE DATOS: CARTA BALANCE											
PROYECTO:						ACTIVIDAD:					
MUESTRADOR:						DESCRIPCION:					
N° DE FORMATO:				FECHA:		HORA DE INICIO:					
Muestra 1						Muestra 2					
Puesto	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1	Puesto	OP1	OP 2	OF 1	OF 2	PE 1
Minuto						Minuto					
1						1					
2						2					
3						3					
4						4					
5						5					
6						6					
7						7					
8						8					
9						9					
10						10					
11						11					
12						12					
13						13					
14						14					
15						15					
16						16					
17						17					
18						18					
19						19					
20						20					
21						21					
22						22					
23						23					
24						24					
25						25					
26						26					
27						27					
28						28					
29						29					
30						30					

Elaborado por:



Raúl Vargas Morales



Jaime Uzuriaga Carpio

Validado por:

Mg. José Alexander Ordoñez Guevara

“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabayllo en el 2022”
ANEXO N° 2. PANEL FOTOGRÁFICO

Fotos de actividad: acero de columnas



“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”



“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”
Fotos de actividad: encofrado/desencofrado de columnas



“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”



“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”
Fotos de actividad: encofrado/desencofrado de vigas



“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”
Fotos de actividad: acero en vigas



“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”



“Implementación de la mejora de la productividad por medio de las cartas de balance en las partidas de columnas y vigas de un edificio comercial en el Distrito de Carabaylo en el 2022”
Fotos de actividad: vaciado de vigas

