



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN  
CONSTRUCTION Y LAS HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD  
PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA OBRA DE  
RECONSTRUCCIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN  
EDUCATIVA N°21508 UBICADO EN EL DISTRITO DE  
IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE  
LIMA**

**PRESENTADA POR**

**CARLOS XAVIER HUAPAYA ESCUDERO**

**HESMAYLER TORRES PEREZ**

**ASESOR**

**ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO**

**JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

**TESIS**

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

**LIMA – PERÚ**

**2021**



**Reconocimiento - Compartir igual  
CC BY-SA**

El autor permite a otros transformar (traducir, adaptar o compilar) esta obra incluso para propósitos comerciales, siempre que se reconozca la autoría y licencien las nuevas obras bajo idénticos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTÍN DE PORRES

FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN  
CONSTRUCTION Y LAS HERRAMIENTAS DE LA  
CALIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA  
OBRA DE RECONSTRUCCIÓN Y MODERNIZACIÓN  
DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°21508 UBICADO EN EL  
DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA  
DE CAÑETE - DEPARTAMENTO DE LIMA**

**TESIS**

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

**PRESENTADA POR**

**HUAPAYA ESCUDERO, CARLOS XAVIER  
TORRES PEREZ, HESMAYLER**

**LIMA – PERÚ**

**2021**

## **DEDICATORIA**

A Dios, quien nos protege y nos guía día a día para saber que decisiones tomar y de esta forma poder lograr nuestros objetivos propuestos a corto y largo plazo.

A nuestros padres y hermanos, por apoyarnos en las diferentes etapas de nuestras vidas.

**Huapaya Escudero, Carlos Xavier  
Torres Perez, Hesmayer**

## **AGRADECIMIENTOS**

A la empresa Constructora AJANI S.A.C, por permitirnos tener acceso a la obra y proporcionarnos los recursos para obtener nuestras muestras in situ, a fin de lograr nuestros objetivos en la presente investigación.

A los profesionales que fueron guía y apoyo en la concreción de esta tesis.

A la Universidad de San Martín de Porres y a los docentes, por habernos formado profesionalmente.

**Huapaya escudero, Carlos Xavier  
Torres Perez, Hesmayer**

## ÍNDICE

	Página
<b>RESUMEN</b>	X
<b>ABSTRACT</b>	XI
<b>INTRODUCCIÓN</b>	XII
<b>CAPÍTULO I. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 Antecedentes	1
1.2 Descripción de la realidad del problema	3
1.3 Formulación de la pregunta de investigación	4
1.4 Objetivos	4
1.5 Justificación	5
1.6 Alcances y limitaciones	6
1.7 Viabilidad	6
1.8 Impacto Potencial de la Investigación	6
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	
2.1 Antecedentes de la investigación	8
2.2 Bases teóricas	16
2.3 Definición de términos básicos	63
2.4 Hipótesis	64
<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	
3.1. Diseño metodológico	66
3.2. Variables	67
3.3. Población y muestra	70
<b>CAPÍTULO IV. DESARROLLO DEL PROYECTO</b>	
4.1 Datos generales del proyecto	75
4.2. Programación semanal	80
4.3. Estado situacional de la obra antes de aplicar la metodología Lean Construction y las herramientas de la Calidad	81

4.4. Partidas a analizar	85
<b>CAPÍTULO V. RESULTADOS</b>	
5.1 Resultados de la implementación de la herramienta carta balance	171
5.2 Resultados de la implementación de la herramienta diagrama de restricciones	182
5.3 Resultados de la implementación de la herramienta diagrama de flujo	184
5.4 Resultados de la implementación de la herramienta diagrama de Ishikawa	186
<b>CAPÍTULO VI. DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>	
6.1. Contrastación de hipótesis	193
6.2. Contrastación de antecedentes	196
6.2.1 Contrastación de antecedentes internacionales	196
6.2.2 Contrastación de antecedentes nacionales	196
<b>CONCLUSIONES</b>	198
<b>RECOMENDACIONES</b>	200
<b>ANEXOS</b>	211

## ÍNDICE DE TABLAS

	Página
<b>Tabla 1.</b> Desperdicios en la producción	17
<b>Tabla 2.</b> Principales diferencias entre el modelo tradicional y el modelo Lean	20
<b>Tabla 3.</b> Actividades no contributorios	21
<b>Tabla 4.</b> Pasos de los principios básicos de Lean Construction	22
<b>Tabla 5.</b> Herramientas de la metodología Lean Construction	23
<b>Tabla 6.</b> Aplicación de la herramienta carta balance	24
<b>Tabla 7.</b> Herramientas de control de calidad.	32
<b>Tabla 8.</b> Principales causas del diagrama causa-efecto.	34
<b>Tabla 9.</b> Trabajo productivo, contributorio y no contributorio	39
<b>Tabla 10.</b> Variables.	69
<b>Tabla 11.</b> Definición operacional de las variables	70
<b>Tabla 12.</b> Coordenadas	70
<b>Tabla 13.</b> Marco muestral	72
<b>Tabla 14.</b> Reconocimiento de los trabajos	89
<b>Tabla 15.</b> Cuadrilla de obreros	89
<b>Tabla 16.</b> Lectura de la carta balance en encofrado de zapatas	90
<b>Tabla 17.</b> Distribución del trabajo general	91
<b>Tabla 18.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	92
<b>Tabla 19.</b> Reconocimiento de los trabajos	95
<b>Tabla 20.</b> Cuadrilla de obreros	96
<b>Tabla 21.</b> Lectura de la carta balance en encofrado de zapatas	96
<b>Tabla 22.</b> Distribución del trabajo general	97
<b>Tabla 23.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	99
<b>Tabla 24.</b> Reconocimiento de los trabajos	102
<b>Tabla 25.</b> Cuadrilla de obreros	102

<b>Tabla 26.</b> Lectura de la carta balance en concreto de zapatas	103
<b>Tabla 27.</b> Distribución del trabajo general	104
<b>Tabla 28.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	105
<b>Tabla 29.</b> Reconocimiento de los trabajos	108
<b>Tabla 30.</b> Cuadrilla de obreros	109
<b>Tabla 31.</b> Lectura de la carta balance en acero de columnas	109
<b>Tabla 32.</b> Distribución del trabajo general	110
<b>Tabla 33.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	112
<b>Tabla 34.</b> Reconocimiento de los trabajos	115
<b>Tabla 35.</b> Cuadrilla de obreros	115
<b>Tabla 36.</b> Lectura de la carta balance en encofrado de columnas	116
<b>Tabla 37.</b> Distribución del trabajo general	117
<b>Tabla 38.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	118
<b>Tabla 39.</b> Reconocimiento de los trabajos	121
<b>Tabla 40.</b> Cuadrilla de obreros	121
<b>Tabla 41.</b> Lectura de la carta balance en concreto de columnas	122
<b>Tabla 42.</b> Distribución del trabajo general	123
<b>Tabla 43.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	124
<b>Tabla 44.</b> Reconocimiento de los trabajos	127
<b>Tabla 45.</b> Cuadrilla de obreros	128
<b>Tabla 46.</b> Lectura de la carta balance en encofrado de vigas	129
<b>Tabla 47.</b> Distribución del trabajo general	130
<b>Tabla 48.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	131
<b>Tabla 49.</b> Reconocimiento de los trabajos	134
<b>Tabla 50.</b> Cuadrilla de obreros	135
<b>Tabla 51.</b> Lectura de la carta balance en acero de vigas	135
<b>Tabla 52.</b> Distribución del trabajo	136
<b>Tabla 53.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	138
<b>Tabla 54.</b> Reconocimiento de los trabajos	140
<b>Tabla 55.</b> Cuadrilla de obreros	141
<b>Tabla 56.</b> Lectura de la carta balance en concreto de vigas	142
<b>Tabla 57.</b> Distribución del trabajo general	143
<b>Tabla 58.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	144
<b>Tabla 59.</b> Reconocimiento de los trabajos	147

<b>Tabla 60.</b> Cuadrilla de obreros	147
<b>Tabla 61.</b> Lectura de la carta balance de losa aligerada	148
<b>Tabla 62.</b> Distribución del trabajo general	149
<b>Tabla 63.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	150
<b>Tabla 64.</b> Reconocimiento de los trabajos	152
<b>Tabla 65.</b> Cuadrilla de obreros	153
<b>Tabla 66.</b> Lectura de la carta balance en acero de losa aligerada	153
<b>Tabla 67.</b> Distribución del trabajo general	154
<b>Tabla 68.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	155
<b>Tabla 69.</b> Reconocimiento de los trabajos	158
<b>Tabla 70.</b> Cuadrilla de obreros	159
<b>Tabla 71.</b> Lectura de la carta balance en concreto de losa aligerada	160
<b>Tabla 72.</b> Distribución del trabajo general	161
<b>Tabla 73.</b> Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados	162
<b>Tabla 74.</b> Diagrama de análisis de restricciones	165
<b>Tabla 75.</b> Responsables de levantar las restricciones	166
<b>Tabla 76.</b> Resultados de encofrado en zapatas	172
<b>Tabla 77.</b> Resultados de acero en zapatas	172
<b>Tabla 78.</b> Resultados de concreto en zapatas	173
<b>Tabla 79.</b> Resultados de acero en columnas	174
<b>Tabla 80.</b> Resultados de encofrado en columnas	175
<b>Tabla 81.</b> Resultados de concreto en columnas	175
<b>Tabla 82.</b> Resultados de encofrado en vigas	176
<b>Tabla 83.</b> Resultados de acero en vigas	177
<b>Tabla 84.</b> Resultados de concreto en vigas	178
<b>Tabla 85.</b> Resultados de encofrado en losa aligerada	179
<b>Tabla 86.</b> Resultados de acero en losa aligerada	180
<b>Tabla 87.</b> Resultados de concreto en losa aligerada	181
<b>Tabla 88.</b> Monto en soles y porcentaje de avance mensual	191
<b>Tabla 89.</b> Análisis de ahorro en los trabajos productivos	194
<b>Tabla 90.</b> Análisis de porcentaje de productividad	194
<b>Tabla 91.</b> Análisis de ahorro de rendimientos por día	195
<b>Tabla 92.</b> Mejora de rendimiento	195
<b>Tabla 93.</b> Cumplimiento de avance en el mes de mayo	195

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Página
<b>Figura 1.</b> Dar instrucciones (trabajo contributorio)	2
<b>Figura 2.</b> Modelo de producción tradicional	18
<b>Figura 3.</b> Modelo de producción Lean	19
<b>Figura 4.</b> Sistema de Planificación Lean	25
<b>Figura 5.</b> Formato de no conformidad	28
<b>Figura 6.</b> Formatos de ERF	29
<b>Figura 7.</b> Formato de control de calidad de los materiales	30
<b>Figura 8.</b> Formato de cierre de no conformidad	31
<b>Figura 9.</b> Diagrama de flujo	33
<b>Figura 10.</b> Proceso constructivo	37
<b>Figura 11.</b> Disminución de curvas de productividad	40
<b>Figura 12.</b> Falta de supervisión	42
<b>Figura 13.</b> Deficiencia en el flujo de los materiales	43
<b>Figura 14.</b> Toma de medidas	44
<b>Figura 15.</b> Limpieza del área de trabajo	45
<b>Figura 16.</b> Retroalimentación al personal encargado en campo	46
<b>Figura 17.</b> Mala distribución de los materiales en obra	48
<b>Figura 18.</b> Área de trabajo desordenado	49
<b>Figura 19.</b> Incompatibilidad en los planos	50
<b>Figura 20.</b> Tipos de pérdidas en la construcción	56
<b>Figura 21.</b> Formato de carta balance	59
<b>Figura 22.</b> Proceso de transformación	61
<b>Figura 23.</b> Proceso de transformación	61
<b>Figura 24.</b> Mapa de ubicación	71
<b>Figura 25.</b> Procedimiento de la investigación	74
<b>Figura 26.</b> Ubicación de la obra	76

<b>Figura 27.</b> Visita al colegio San Isidro N° 21508	77
<b>Figura 28.</b> Visita al colegio San Isidro N° 21508	77
<b>Figura 29.</b> Pabellones 1A, 1B	78
<b>Figura 30.</b> Visita a obra	79
<b>Figura 31.</b> Sectorización de la obra	80
<b>Figura 32.</b> Programación Semanal	81
<b>Figura 33.</b> Alineamiento y verificación de niveles en zapatas	82
<b>Figura 34.</b> Presencia de acero en columneta	83
<b>Figura 35.</b> Mal colocado de acero en placa	84
<b>Figura 36.</b> Falta de cemento en obra	85
<b>Figura 37.</b> Medición de carta balance en acero	86
<b>Figura 38.</b> Colocado de encofrado en columnas	87
<b>Figura 39.</b> Vaciado de concreto en losa aligerada	88
<b>Figura 40.</b> Distribución del trabajo general	91
<b>Figura 41.</b> Porcentaje de trabajos	93
<b>Figura 42.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	93
<b>Figura 43.</b> Distribución del trabajo general	98
<b>Figura 44.</b> Porcentaje de trabajos	99
<b>Figura 45.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	100
<b>Figura 46.</b> Distribución del trabajo general	104
<b>Figura 47.</b> Porcentaje de trabajos	106
<b>Figura 48.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	106
<b>Figura 49.</b> Distribución del trabajo general	111
<b>Figura 50.</b> Porcentaje de trabajos	112
<b>Figura 51.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	113
<b>Figura 52.</b> Distribución del trabajo general	117
<b>Figura 53.</b> Porcentaje de trabajos	118
<b>Figura 54.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	119
<b>Figura 55.</b> Distribución del trabajo general	123
<b>Figura 56.</b> Porcentaje de trabajos	125
<b>Figura 57.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	125
<b>Figura 58.</b> Distribución del trabajo general	130
<b>Figura 59.</b> Porcentaje de trabajos	132
<b>Figura 60.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	132

<b>Figura 61.</b> Distribución del trabajo	137
<b>Figura 62.</b> Porcentaje de trabajos	138
<b>Figura 63.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	139
<b>Figura 64.</b> Distribución del trabajo general	143
<b>Figura 65.</b> Porcentaje de trabajos	144
<b>Figura 66.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	145
<b>Figura 67.</b> Distribución del trabajo general	149
<b>Figura 68.</b> Porcentaje de trabajos	150
<b>Figura 69.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	151
<b>Figura 70.</b> Distribución del trabajo general	154
<b>Figura 71.</b> Porcentaje de trabajos	156
<b>Figura 72.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	156
<b>Figura 73.</b> Distribución del trabajo general	161
<b>Figura 74.</b> Porcentaje de trabajos	162
<b>Figura 75.</b> Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador	163
<b>Figura 76.</b> Diagrama de flujo para encofrados	167
<b>Figura 77.</b> Diagrama de flujo para acero	168
<b>Figura 78.</b> Diagrama de flujo para concreto	169
<b>Figura 79.</b> Identificación de las causas que ocasionan baja productividad	170
<b>Figura 80.</b> Distribución del trabajo general	171
<b>Figura 81.</b> Distribución del trabajo general	172
<b>Figura 82.</b> Distribución del trabajo general	173
<b>Figura 83.</b> Distribución del trabajo general	174
<b>Figura 84.</b> Distribución del trabajo general	174
<b>Figura 85.</b> Distribución del trabajo general	175
<b>Figura 86.</b> Distribución del trabajo general	176
<b>Figura 87.</b> Distribución del trabajo general	177
<b>Figura 88.</b> Distribución del trabajo general	178
<b>Figura 89.</b> Distribución del trabajo general	179
<b>Figura 90.</b> Distribución del trabajo general	180
<b>Figura 91.</b> Distribución del trabajo general	181
<b>Figura 92.</b> Stock de materiales en obra	182
<b>Figura 93.</b> Andamios nuevos en obra	183

<b>Figura 94.</b> Llegada de cemento a obra	183
<b>Figura 95.</b> Verificación de recubrimiento en columnas	184
<b>Figura 96.</b> Elemento estructural sin segregación	185
<b>Figura 97.</b> Elementos estructurales sin segregación y cangrejas	185
<b>Figura 98.</b> Acero alineado, distribuido de forma correcta y respetando el recubrimiento conforme indique el plano	186
<b>Figura 99.</b> Solución de incompatibilidad de planos	187
<b>Figura 100.</b> Capacitación al plantel profesional	187
<b>Figura 101.</b> Charla de retroalimentación sobre el correcto proceso constructivo	188
<b>Figura 102.</b> Instrucciones antes de realizar los trabajos	188
<b>Figura 103.</b> Área de trabajo limpio y ordenado	189
<b>Figura 104.</b> Área de trabajo limpio y ordenado	189
<b>Figura 105.</b> Porcentaje de plan cumplido (PPC)	190
<b>Figura 106.</b> Curva “S” mensual	191

## RESUMEN

A nivel mundial, las empresas constructoras aplican metodologías y herramientas para el desarrollo organizacional que les permite lograr la excelencia y mejora continua. Perú, un país afectado por el Covid 19 y la carencia de implementación de metodologías y herramientas, ha generado que la productividad se vea afectada, lo cual influye en la fecha de entrega de los proyectos, costos y calidad de la construcción. En el informe de investigación, se implementa la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508. El objetivo del estudio abarca la identificación del estado de la productividad en la medición de los tipos de trabajos expresados en porcentajes y la aplicación de la Metodología Lean Construction y Herramientas de la Calidad para mejorar la productividad en las partidas que conforman el casco estructural; a través de un tipo de investigación aplicada; nivel explicativo, descriptivo y correlacional; enfoque cuantitativo y con un diseño no experimental, longitudinal y prospectivo. Se concluye, que el bajo rendimiento y el exceso de trabajos improductivos se debe a la mala planificación y al mal manejo de los procesos constructivos. Como conclusión, la aplicación de la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad, permite un rendimiento superior al 20% y un avance programado de 87% del avance mensual.

**Palabras claves:** Productividad, metodología, trabajo productivo (TP), trabajo contributorio (TC) y trabajo no contributorio (TNC).

## **ABSTRACT**

Worldwide, construction companies apply methodologies and tools for organizational development that allows them to achieve excellence and continuous improvement. Peru, a country affected by Covid-19 and the lack of implementation of methodologies and tools, has caused productivity to be affected, which influences the delivery date of projects, costs and quality of construction. In the research report, the Lean Construction Methodology and quality tools are implemented in the reconstruction and modernization work of educational institution N°21508. The objective of the study includes the identification of the state of productivity in the measurement of the types of work expressed in percentages and the application of the Lean Construction Methodology and Quality Tools to improve productivity in the items that make up the structural hull; through a type of applied research; explanatory, descriptive and correlational level; quantitative approach and with a non-experimental, longitudinal and prospective design. It is concluded that the low performance and excess of unproductive work is due to poor planning and mismanagement of construction processes. As a conclusion, the application of the Lean Construction Methodology and quality tools, allows a performance of more than 20% and a scheduled advance of 87% of the monthly advance.

**Keywords:** Productivity, methodology, productive work (TP), contributory work (TC) and non-contributory work (TNC).

## INTRODUCCIÓN

Actualmente, las empresas constructoras, a nivel mundial, buscan la excelencia y la mejora al llevar a cabo sus proyectos, teniendo como finalidad maximizar sus recursos, pero sin afectar la productividad, calidad constructiva, cumpliendo con el calendario de entrega del proyecto y sin aumentar el costo del proceso constructivo. Todo lo mencionado es posible a partir de una buena organización y a la implementación de nuevas metodologías.

Como antecedentes de este proyecto, se ha investigado y analizado en libros, tesis, artículos científicos y revistas sobre la metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad.

Esta tesis promueve el uso de herramientas metodológicas como: Carta Balance, Análisis de Restricciones, Diagrama de Flujo y Diagrama de Ishikawa para mejorar la productividad.

El objetivo general de la investigación es implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508. En los objetivos específicos encontramos: implementar la herramienta Carta Balance, Análisis de Restricciones, Diagrama de Flujo y Diagrama de Ishikawa para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

Esta investigación es importante porque sirve como base para futuros proyectos que busquen mejorar la productividad, optimizar la mano de obra e

incrementar la utilidad de la empresa constructora. También es importante porque los trabajadores dedicados a la construcción civil mejorarán su productividad y los clientes se beneficiarán al disponer del inmueble dentro del tiempo programado de entrega.

La estructura de la tesis comprende seis (6) capítulos. El primero aborda el planteamiento del problema, objetivos, justificación, alcances y limitaciones, viabilidad e impacto potencial de la investigación. En el segundo, se trata de los antecedentes de la investigación, bases teóricas, definición de términos básicos e hipótesis. El tercero abarca, el diseño metodológico, enfoques, tipos, variables, población y muestra; técnicas e instrumentos.

En el cuarto, datos generales del proyecto, programación semanal, estado situacional de la obra y las partidas del proyecto. En el quinto, se presentan los resultados de la implementación de la herramienta carta balance, diagrama de restricciones, diagrama de flujo y diagrama de Ishikawa. Y en el sexto capítulo, la contrastación entre las hipótesis y los antecedentes nacionales e internacionales

## **CAPÍTULO I**

### **PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA**

#### **1.1 Antecedentes**

La industria de la construcción es importante para muchos países, debido a que tiene una fuerte incidencia en la economía. Los proyectos de construcción y edificación se han caracterizado por tener un efecto multiplicador de empleo, podríamos decir a mayor edificaciones mayor empleo y bienestar. Sin embargo, muchas obras y proyectos de gran envergadura suelen tener un ciclo de desarrollo lento y poco productivo; generando como consecuencia lentitud en la economía. Además, durante todo el ciclo de un proyecto suele presentarse situaciones que generan pérdidas económicas y de prestigio a la empresa, dificultando la entrega del proyecto.

El recurso humano es el factor más predominante del desarrollo del proceso constructivo, razón por la cual su productividad tiene un efecto muy alto en el tiempo de ejecución y costos de un proyecto. Según Hernández, A. (2018), para el mejoramiento de la productividad se debe disminuir los trabajos contributivos (TC) y trabajos no contributivos (TNC).



**Figura 1.** Dar instrucciones (trabajo contributorio)  
**Elaboración:** Los autores

La Metodología Lean Construction, representa una metodología de trabajo colaborativo además de darle valor a los clientes internos y externos, brindándoles lo que necesitan para lograr los propósitos del proyecto sin desperdicios.

Existen razones estadísticas para sostener que la construcción en el Perú tendrá un crecimiento. Según el Fondo Monetario Internacional (2021), la proyección de crecimiento del producto bruto interno (PBI) de Perú será en 9% al cierre del 2021. Con el levantamiento de la cuarentena producto de la pandemia por Covid19, diversas obras y proyectos a nivel nacional se han activado, dándole a la economía peruana un nuevo dinamismo.

En la ciudad de Cañete, la reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508, se ha vuelto activar. Este proyecto también cuenta con la particularidad de presentar desafíos en su ejecución; los problemas observados son el tiempo improductivo de los operarios y equipo de trabajo en la obra, mala organización de las tareas, personal con poca preparación en obras de construcción, desperdicio de materiales y trabajos rehechos.

Frente a esta situación, el objetivo de la investigación es Implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

La importancia de esta investigación radica en mejorar la productividad en obra, brindando beneficios a la empresa constructora y a los clientes en ahorro económico y tiempo de entrega. Asimismo, este estudio es importante porque contribuye a la efectividad de las obras en construcción pública o privada.

Los resultados de esta investigación podrán ser analizados y replicados en otras obras de construcción, marcando la importancia de aplicar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la calidad.

## **1.2 Descripción de la realidad del problema**

Probablemente, el obrero sea la pieza más importante en la construcción y no es actualmente de la forma más beneficiosa, tanto para la empresa y para el propio trabajador, por tal motivo es indispensable utilizar una metodología eficaz que mejore la productividad en la ejecución de los procesos constructivos de inicio a fin.

En la construcción la productividad se encuentra afectado en su mayoría por retrasos internos, trabajos rehechos por falta de gestión en el control de calidad o del sistema en su defecto, esto genera retraso y tiempos perdidos en el desarrollo de las partidas a ejecutar.

A partir de la situación problemática antes descrita, la implementación de la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad para el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508 se propone como una metodología estructurada y como solución a la baja productividad que afecta a las empresas constructoras.

### **1.3 Formulación de la pregunta de investigación**

#### **1.3.1 Problema general:**

¿De qué manera la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad influyen en la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?

#### **1.3.2 Problemas específicos:**

¿De qué manera la implementación de la herramienta Carta Balance influye en el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?

¿De qué manera la implementación del Análisis de Restricciones influye en el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?

¿De qué manera la implementación del Diagrama de Flujo influye en el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?

¿De qué manera la implementación del Diagrama de Ishikawa influye en el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?

### **1.4 Objetivos**

#### **1.4.1 Objetivo general:**

Implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

#### **1.4.2 Objetivos específicos:**

Implementar la herramienta Carta Balance para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

Implementar el Análisis de Restricciones para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

Implementar el Diagrama de Flujo para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

Implementar el Diagrama de Ishikawa para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

### **1.5 Justificación**

#### **1.5.1 Justificación económica:**

Al mejorar la productividad (trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo) se reducen, considerablemente, los costos de la obra, que aportan a la empresa mayor utilidad y disminuye el periodo de tiempo en que se ejecuta la obra.

#### **1.5.2 Justificación social:**

Al implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad para el mejoramiento de la productividad, se busca incentivar al trabajador, de manera más inteligente, eficiente y responsable; ya que no solo se generan mejoras en la productividad, sino también un correcto proceso constructivo, control de calidad, gestión del proyecto y un buen ambiente laboral.

## **1.6 Alcances y limitaciones**

La presente tesis se enfoca en mejorar los tiempos productivos en las partidas de casco estructural.

El tiempo reducido la cual dispusimos para llevar a cabo los análisis en campo con respecto a la ejecución de las partidas analizadas en la presente tesis fue una de las principales limitaciones; así como también para su evaluación y desarrollo del informe de tesis.

Otra limitación fue el tener que cumplir con los nuevos protocolos de bioseguridad establecidos a causa del Covid19, haciendo hincapié en el distanciamiento social, uso correcto y obligatorio de la mascarilla, lo cual género que la ejecución de los análisis en campo (obra) se desarrolle con un mayor tiempo.

## **1.7 Viabilidad**

La presente investigación cuenta con diversas informaciones: tesis, artículos de revistas prestigiosas de ingeniería civil, libros. Así mismo, cuenta con recursos, financiamiento y el tiempo siempre y cuando se cumpla con lo programado que se necesita para ser ejecutado.

## **1.8 Impacto Potencial de la Investigación**

### **1.8.1 Impacto teórico:**

El informe de investigación tiene por finalidad conocer las herramientas y alcances técnicos que brinda la implementación de la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad. También se adaptan a la realidad enfoques y teorías extranjeras, mediante la utilización del libro Lean Construction Management, Lean Construction (Key to Improvements in Time, Cost and Quality) y el libro Kaoru Ishikawa Introducción al control de calidad.

### **1.8.2 Impacto práctico:**

Mediante la presente investigación se busca implementar de manera eficiente la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad, con el objetivo de que la empresa constructora AJANI S.A.C pueda obtener una mejora en la productividad, mejora en los tiempos costo y producción, y cumplimiento del calendario de entregar del proyecto.

La implementación de la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad resuelven problemas de incumplimiento con las fechas de entrega de cada partida, mejoramiento de la productividad, ampliación contractual del personal, deficiencia en la calidad de partidas ejecutadas e incremento de costos.

## **CAPÍTULO II**

### **MARCO TEÓRICO**

#### **2.1 Antecedentes de la investigación**

##### **2.1.1 En el ámbito internacional**

Muñoz, S. & Chinchay, B. & Gonzáles, A. (2020), cuyo objetivo fue mostrar los beneficios y alcances que genera la implementación de la metodología en el rubro de la construcción, haciendo uso de sus diferentes herramientas, el propósito del estudio es generar mayor aporte y mejoras los procesos constructivos en la construcción, mejorando la productividad. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). Para recoger los datos, los investigadores usaron la Metodología Lean Construction, 51 documentos indexados entre 2008 al 2020, los cuales comprenden: 29 artículos de Scopus, 10 artículos de ResearchGate, cuatro artículos de ScienceDirect y el resto distribuidos entre SciELO, Taylor & Francis, Emerald Insight, Semantic Scholar, ASCE y EBSCO.

Finalmente, concluyen, que a las constructoras que aplicaron la filosofía Lean Construction les generó muchos beneficios, brindándoles mayores ganancias, resultados mucho más confiables, calidad en los trabajos, reducción de costos, entrega del proyecto en un menor plazo y sobre todo una mayor satisfacción del cliente. En países como Reino Unido, Estados Unidos, Australia, Perú, etc., donde las empresas constructoras

implementaron la ideología Lean Construction tuvieron mejoras en la ejecución de sus proyectos, mejorando un 77% en la productividad de las empresas que lo implementaron.

Al aplicar la filosofía Lean Construction para viviendas en Latinoamérica se obtuvo una reducción de inventario de encofrado en un 25%, reducción de presupuesto en un 20% y del periodo de tiempo empleado en la construcción de los inmuebles.

Pérez, G. & Del Toro, H. & López, A. (2019), cuyo objetivo fue implementar la Metodología Lean Construction y la Metodología BIM (Building Information Modeling) a la gestión administrativa del proceso constructivo de vivienda popular (hasta 42.50 m<sup>2</sup> y 200 salarios mínimos) llevado a cabo en Torreón - Coahuila - México, el propósito de la investigación es evaluar el impacto económico y el tiempo de construcción en la ejecución de la edificación. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. Para recoger los datos, los investigadores usaron la Metodología Lean Construction, Metodología Building, Herramienta Carta Balance, modelación 3D Revit, Microsoft Project Pro-2010 y software Naviswork.

Concluyen en que hubo un ahorro de tiempo de 26.56 % en el desarrollo constructivo. También se observó un mejoramiento de los trabajos productivos de 43.00% a 60.00%, se mantuvo en 25 % los trabajos contributivos y se observó una disminución de los trabajos no contributivos de 32.00% a 15.00%.

Cerqueira. M. (2018), cuyo objetivo fue investigar la aplicación de la filosofía Lean Construction en empresas constructoras en Brasil, mediante una comparación entre la ciudad de Salvador – Bahia y resto del País. Para lograr este objetivo, la investigación se dividió en tres etapas. La primera etapa comprendió la caracterización de los impactos de la Metodología Lean Construction en las empresas dedicadas a la construcción civil. La segunda etapa relacionó el uso de la medición del desempeño y la aplicación de esta forma de trabajo en empresas del sector y, finalmente, se realizó una

comparación de la ciudad de Salvador - Bahía en relación con otras ciudades del Noreste y el resto del país en la implementación de esta nueva filosofía, el propósito del estudio es evaluar cuánto se han adaptado las empresas de la región a la implementación de esta metodología en sus obras. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). Para recoger los datos, el investigador uso la Filosofía Lean Construction, Metodología Last planner system, Carta Balance y Diagrama de Flujo.

Finalmente concluye que las empresas constructoras de el Salvador de Bahía mejoraron en un 30.00% en productividad y costo en comparación de las empresas constructoras ubicados en otras ciudades de Brasil las cuales no implementaron esta metodología como plan de mejora.

Maldonado, J. (2018), cuyo objetivo fue estudiar los videos Time-Lapse como herramienta para realizar análisis de productividad de rubros de la construcción con miras a la optimización de las duraciones de las actividades, el propósito del estudio es optimizar las duraciones de la ejecución de cada proceso constructivo. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. Para recoger los datos, el investigador uso la Herramienta time-lapse y el Software Fotográfico de tomas continuas.

Como conclusión, se obtuvo un mejoramiento de los trabajos productivos de 35.79% a 46.65%, mejoramiento de los trabajos contributorios de 23.39% a 33.97% y se observó una disminución de los trabajos no contributorios de 33.72% a 23.22%.

Zambrano, B. & Caballero, S. & Ponce, E. (2018), cuyo objetivo fue conocer el estado actual de la aplicación de la Metodología Lean Construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia, el propósito del estudio es la identificación del estado actual de la implementación de la Metodología Lean Cosntruction y brindar a la industria de la construcción los beneficios que genera su implementación. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de

enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). Para recoger los datos, los investigadores usaron una metodología documental, valiéndose de autores especializados en esta materia.

Concluyen en que las empresas constructoras en el país de Colombia tienen poca experiencia en la Metodología Lean Construction, además lograron identificar barreras para la implementación de la metodología como son: falencias en la organización al distribuir de manera errónea la mano de obra y la falta de experiencia en el área específica de trabajo.

Los investigadores también concluyeron, que los resultados de la Metodología Lean Construction no se ven con prontitud, en ocasiones solo se observa parcialmente y no se tienen contratistas competentes ni capacitados. La implementación de la Metodología Lean, ha tenido buenos resultados en las grandes empresas de la construcción por tener mejor organización empresarial y mayores recursos disponibles que les permite implementar de forma más eficiente la metodología.

Alpizar, G. (2017) , cuyo objetivo fue el diseño metodológico aplicando la metodología Last Planner System a proyectos de vivienda social de FUPROVI, con el propósito de optimizar el proceso de planificación, seguimiento y control de las obras. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. Para recoger los datos, los investigadores usaron el sistema Last Planner System, Metodología Lean Construction, Análisis de restricciones y Diagrama de Flujo.

Finalmente, se logra una optimización de los procesos de planificación constructivos, la aplicación eficiente de la metodología Last Planner System requiere optimizar el tiempo y para realizar la programación, seguimiento y control. Es fundamental observar las condiciones de cómo trabaja la empresa, tales como, los diagramas esquematizados de los trabajos, modelos y formas de cómo se dará la ejecución de los proyectos y recursos disponibles para la implementación eficiente de la Metodología Last Planner System.

Cano, H. & Nieto, N & Arango, K. (2017), cuyo objetivo fue Implementar la metodología Lean Construction en la empresa Grammar S.A ubicado en la ciudad de Bogotá, cuya finalidad es desarrollar trabajos eficientes, optimizando (tiempos, alcance y costos de ejecución) desde el control gerencial, hasta la planificación de la obra. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. Para recoger los datos, los investigadores usaron la Metodología Lean Construction, Microsoft Project, Metodología 5S y Carta Balance.

Finalmente concluyen que del análisis realizado de los trabajos de obras en la construcción para Gramar S.A. lo siguiente:

Proyecto A-Universidad Externado - Proyecto B –Centro Comercial Salitre. Se refleja las HH perdidas en actividades no contributorios, dando un promedio de 35HH por semana cuando tienen cuadrillas numerosas, se reflejó un 63% - 66% en actividades de tiempos de ocio en vestuarios y necesidades fisiológicas entre otros. También un 25% por tiempos de espera de entrega de materiales y modificaciones por incompatibilidades en la construcción.

Pulakka S. & Vares S. & Nykänen E. & Saari, M. & Häkkinen T. (2016), cuyo objetivo fue evaluar la eficiencia energética, la eficiencia de los recursos y la economía de los nZEB de madera esbelta en comparación con los apartamentos de madera tradicionales en un edificio de energía nula (nZEB), el propósito del estudio es encontrar nuevas combinaciones innovadoras den soluciones de construcción al implementar nuevas metodologías que permitan mejorar la eficiencia del desarrollo del proceso constructivo a nivel general. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). Para recoger los datos, los investigadores usaron la Metodología Lean Construction y Last Planner Sistem, para la construcción de una edificación residencial con estas características: Caso A (Kivistö) con un área de 10,120 m<sup>2</sup> ubicado en la ciudad de Vanta y el caso B ubicado en la ciudad de Helsinki con un área de 6,278 m<sup>2</sup>.

Como conclusión, en ambos casos, se obtuvo un ahorro de energía de 8 euros/m<sup>2</sup> y obtuvieron un 20% mayor en la productividad que en una gestión tradicional. La aplicación de la Metodología Lean Construction mediante el sistema Last Planner Sistem y las herramientas de gestión de proyectos entre las cuales se encuentran. ProPlanner, Impera, Cocoplan, etc., proporcionan que la información del proyecto sea visualizada de mejor forma y así llevar una mejor organización y control del proyecto, mejorando de esta forma la productividad.

### **2.1.2 En el ámbito nacional**

Marín, N. & Correa, L. (2020), cuyo objetivo fue mejorar la productividad en el tendido de tuberías de alcantarillado, aplicando la metodología Lean Construction en la Av. Cieza De León - La Purísima, el propósito del estudio es optimizar la productividad en mano de obra y reducción del costo directo. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. Para recoger los datos, los investigadores usaron la Metodología Lean Construction, Herramienta Carta Balance, Herramienta de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y encuestas.

Finalmente, se incrementó la producción en el rendimiento de mano de obra en un 10.5%, disminución de las pérdidas de productividad en un 13.83% y un ahorro en el costo directo de S/.21,523.52 soles. Reconociendo que una de las principales pérdidas fue el desconocimiento que se tiene sobre los procesos de gestión, malos procesos constructivos y el abandono en el control de los trabajos.

Llerena, D. (2019), cuyo objetivo fue mejorar la productividad en la ejecución de la obra de construcción implementando la Metodología Lean Construction, el propósito del estudio es optimizar los tiempos y maximizar la producción durante la ejecución de las partidas, en especial las partidas no programadas. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, longitudinal y prospectivo; tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. Para recoger los datos, el investigador

uso la Metodología Lean Construction, Herramienta Carta Balance, Análisis de Restricciones y Diagrama de Flujo.

Finalmente concluye que hubo un mejoramiento de los trabajos productivos de 32.98% a 40.67%, disminución de los trabajos contributorios de 38.79% a 36.92% y la disminución de los trabajos no contributorios de 28.24% a 12.42%. Adicionalmente obtuvo un ahorro en el presupuesto total de encofrado de placas de 4.64% y en acabado pulido de losa de 4.76% con respecto al presupuesto meta.

Tullume, F. (2019), cuyo objetivo fue mejorar la productividad en los procesos de la construcción de una edificación familiar, utilizando la Herramienta Carta balance con el enfoque Lean Construction aplicando una medición constante, el propósito del estudio es reconocer las causas que afectan negativamente la productividad y a partir de ello realizar propuestas de mejora. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. Para recoger los datos, el investigador uso la Metodología Lean Construction, Herramienta Carta Balance y Diagrama de Flujo.

Como resultado, hubo un mejoramiento de los trabajos productivos de 45.31% a 48.26%, mejoramiento de los trabajos contributorios de 34.5% a 36.76% y la disminución de los trabajos no contributorios de 20.18% a 14.98%

TP= Tiempo productivo, TC =Tiempo contributivo, TNC= tiempo no contributivo. Estos datos mostraron ventajas y desventajas tanto en la productividad, así como de obra y costos.

Mengo, O. & Naiza, H. & Rivera, C. (2018), cuyo objetivo fue analizar la productividad con la aplicación de la filosofía Lean Construction en obras civiles en gran Minería, caso: Truck Shop SMCV, el propósito del estudio es mejorar los trabajos productivos, trabajos contributorios y disminución de trabajos no contributorios, para mejorar la productividad del proceso constructivo. Se aplicó una metodología de diseño no experimental,

tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque cuantitativo. Para recoger los datos, los investigadores usaron la Metodología Lean Construction, Sistema Last Planner, Herramienta Carta Balance, Diagrama de Ishikawa y Diagrama de Pareto.

Finalmente concluyen que al aplicar la filosofía Lean Construction se garantiza el cumplimiento de entrega de la obra dentro del calendario proyectado y mejora de la productividad. Dentro de las recomendaciones planteadas por los autores, se debe difundir en los grupos de trabajo la correcta aplicación de las herramientas Lean Construction brindando capacitaciones continuas, de igual manera si la empresa no está familiarizada con la aplicación de Lean se debe solicitar el consentimiento de la alta gerencia para poder implementarlo.

Cosí, J. (2017), cuyo objetivo fue aplicar la filosofía Lean Construction para dar acciones de mejora continua mediante un estudio realizando en campo en la ciudad de Tacna, el propósito del estudio es dar acciones de mejora continua mediante la filosofía Lean Construction en la ciudad de Tacna para el mejoramiento de la productividad. Se aplicó una metodología de diseño no experimental, tipo de investigación aplicada, nivel descriptivo y de enfoque mixto (cuantitativo y cualitativo). Para recoger los datos, el investigador usó la Metodología Lean Construction, Herramienta Carta Balance, Diagrama de Ishikawa, Diagrama de Pareto y encuestas.

Se concluye que en Tacna (según muestra) cuenta con el 41% de trabajo productivo, 34% de trabajo contributorio (transporte de material) y 25% de trabajo no contributorio (trabajos rehechos, demoras en inicio de actividades). Aplicando la herramienta carta balance con los instrumentos de toma de datos utilizados existe un margen de error del 5%, donde esto coloca al trabajo productivo entre 46%-36% de rango. Esto concluyo que el nivel de productividad tiene perdida superficial e interna.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Lean Construction.**

Según Zambrano, B. & Caballero, S. & Ponce, E. (2018), Lean Construction es un enfoque de gestión de la producción orientado al respeto y las relaciones para la ejecución de proyectos, una forma nueva y transformadora de gestionar el capital.

La gestión de la producción medible ajustada provocó un cambio en el diseño, el suministro y el montaje de la fabricación. A partir de la aplicación de técnicas, se mejoró la rentabilidad del proyecto y se eliminan los desperdicios.

La aplicación de la Metodología Lean Construction mejora la productividad y la competitividad en la construcción, su difusión parece ser bastante limitada.

Según Zambrano, B. & Caballero, S. & Ponce, E. (2018), el aseguramiento de la calidad y tiempo productivo han sido adoptados por un número creciente de organizaciones en la construcción, primero en la fabricación de materiales y componentes de construcción, y luego en diseño y construcción.

Una gestión eficaz en el sector constructivo representa el cimiento del éxito de la empresa de construcción, que refleja el alto nivel de organización. Por ello, la principal cualidad es conocer la responsabilidad de cada colaborador en la cadena de valor del producto final.

En ese contexto, el Lean Construction, ofrece estas oportunidades. Depende de cada empresa constructora cómo utilizarlos. Según Tezel, A. & Nielsen, Y. (2013), todas las actividades de toda organización serán eficaces si los procesos de gestión se modernizan para mejorar el proceso de construcción y alcanzar el desarrollo económico general con el fin de aumentar la escala y la técnica capacidades de la organización.

Según Porras, H. & Sánchez, O. & Galvis, J. (2014), la Metodología Lean Construction está reconocida como la ideología que va a orientada hacia la administración con la finalidad de motivar la producción en el rubro de la construcción, el propósito primordial de su aplicación es disminuir las actividades que no aportan valor al proyecto, mejorando de esta manera, las actividades que sí lo hacen, por ello se centran generar instrumentos específicos encaminadas al desarrollo del proceso del proyecto y un buen sistema de producción que merme los residuos.

Teniendo como concepto que el residuo es todo material que no genere valor agregado en el proyecto, los residuos en construcción se clasifican en siete categorías como indica la tabla.

**Tabla 1.** Desperdicios en la producción

Desperdicios en la construcción
Defectos
Demoras
Excesos de procesados
Excesos de producción
Inventarios excesivos
Transporte innecesario
Movimiento no útil de personas

**Elaboración:** Los autores

La metodología ya mencionada ayuda en la productividad de una construcción ajustada utiliza los mismos principios que la producción ajustada para reducir el desperdicio y aumentar la productividad y la eficacia en el trabajo de construcción.

Según Cano, S. & Botero, L. & Rivera, L. (2017), la mejora continua, el control de la producción de tracción y el flujo continuo han sido la dirección para la implementación de la construcción ajustada.

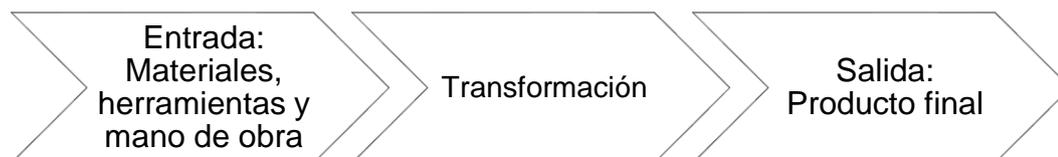
Según Rojas, M. & Henao, M. & Valencia, M. (2016), Lean Construction es una filosofía que por medio de un sistema de gestión innovadores en el análisis de pérdidas o disminución de residuos, cambia el pensamiento tradicional en el rubro de la construcción y tiene como objetivo disminuir o erradicar los trabajos que no tengan valor agregado en el proyecto, optimizando a las actividades que, si generan valor agregado, por ello se centra en la creación de herramientas específicamente aplicadas en la ejecución de proyectos y en disminuir los residuos con un buen sistema de producción.

### 2.2.2 Modelo tradicional vs Modelo Lean Construction

- **Modelo tradicional**

El modelo tradicional se enfoca de manera específica en el proceso de cambiar la materia prima en producto terminado, sin tener en cuenta el proceso de transformación como se observa en la figura 2, es debido a estos procesos que existe un porcentaje alto de variación y duda.

Los problemas más concurrentes al implementar el modelo tradicional son los siguientes: deficiencia y falta de control de calidad de los procesos constructivos, retrabajos y falta de coordinación organizacional; lo que genera como consecuencia la falta de conocimiento de los procesos constructivos por parte de los trabajadores, desatención en la capacitación de los trabajadores y disminución de la productividad.

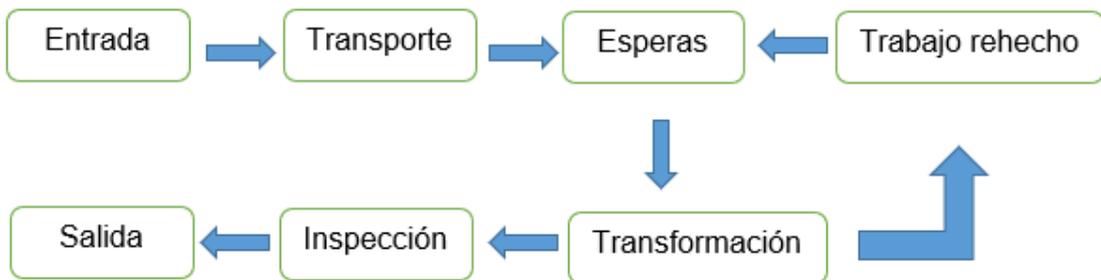


**Figura 2.** Modelo de producción tradicional

**Fuente:** Porras, H. & Sánchez, O. & Galvis, J. (2014)

- **Modelo Lean**

En el modelo Lean Construction, además del análisis de los flujos de recursos y de la recopilación de datos durante el proceso de producción, se analiza los trabajos que generan y no al valor del producto final, con el fin de reducir lo último tal como se observa de manera gráfica en la figura 3. Todo con la finalidad de cumplir con las especificaciones y lo que el cliente requiere.



**Figura 3.** Modelo de producción Lean

**Fuente:** Porras H. & Giovanni O. & Galvis J. (2014)

- Diferencias entre Modelo tradicional y Modelo Lean

En la tabla 2, se muestran las principales diferencias entre el modelo tradicional y el modelo Lean:

**Tabla 2.** Principales diferencias entre el modelo tradicional y el modelo Lean

	Modelo Tradicional	Modelo Lean
Sistema Operativo	Camino Critico	Last Planner System
	Sistema Push	Sistema Pull
	Transformación de procesos e información	Transformación, flujo de valor y generación de valor
	Ejecución de actividades lo más pronto posible	Ejecución de las actividades en el último momento responsable
	Focalización de las transacciones y contratos	Focalización en el sistema de producción
Acuerdos y términos comerciales	Fomenta el esfuerzo unilateral, asigna y transfiere el riesgo	Anima, fomenta, promueve y apoya el intercambio de información
Riesgo	Riesgo individual	Riesgo colectivo
Diseño y procesos	No todas las etapas del ciclo de vida del proyecto se tienen en cuenta en la fase de diseño	Todas las etapas del ciclo de vida del proyecto se tienen en cuenta en la fase de diseño
	Una vez que el proyecto está diseñado empieza el diseño de procesos	El proyecto y los procesos se diseñan de manera conjunta
Procesos	Lineal, inequívoco, segregado	Concurrente y multinivel
Comunicación	Basada en papel, 2 dimensiones, analógico	Medios digitales, virtuales, BIM (3,4 y 5 dimensiones)

**Fuente:** Pons, J. (2014)

### 2.2.3 Principio básico del Lean Construction

Los principios básicos de Lean Construction incluyen planificar cuidadosamente para reducir el desperdicio, aumentar la comunicación entre los miembros del equipo, así como la empresa constructora y el cliente, y usar datos para crear un proceso predecible. Algunos de los ejemplos de pérdidas en el desarrollo constructivo son las siguientes:

**Tabla 3. Actividades no contributorias**

Esperas por falta de equipos, herramientas o materiales.
Esperas debido a actividades previas que no se han terminado o están mal ejecutadas.
Esperas por falta de una correcta instrucción para realizar el trabajo.
Tiempo ocioso debido a la actitud del trabajador, en el sitio de trabajo.
Desplazamientos innecesarios debido a falta de recursos e inadecuada planeación del sitio del trabajo.
Reproceso por trabajo que no cumple con las especificaciones y cambio en los diseños.

**Fuente:** Lean Construction Enterprise - LCE. (2016)

- **Implementación del Lean Construction**

Los principios básicos de Lean Construction incluyen planificar cuidadosamente para reducir el desperdicio, aumentar la comunicación entre los integrantes del equipo, así como la empresa constructora y el cliente, y usar datos para crear un proceso predecible. Estos principios se pueden llevar a cabo en estos pasos generales:

**Tabla 4.** Pasos de los principios básicos de Lean Construction

Pasos	Descripción
Paso N°1:	Llevar a cabo diagnósticos de la productividad de los procesos de construcción. Luego cuantificar el periodo de tiempo a distribuir a la actividad de construcción y a las pérdidas; para realizar la medición del periodo de tiempo distribuido se puede implementar la prueba de 5 minutos.
Paso N°2	La información recolectada del paso N° 1, debe registrarse y realizar la tabulación para obtener estadísticas sobre las pérdidas en los procesos constructivos.
Paso N°3	Reconocer la magnitud de las pérdidas identificadas.
Paso N°4	Analizar los datos obtenidos y en conjunto con el equipo de planeación de la construcción, establecer estrategias que permitan disminuir pérdidas en la ejecución de los procesos de la construcción.
Paso N°5	Las estrategias establecidas se implementan en la obra, luego realizar nuevamente mediciones para determinar la efectividad de las estrategias y posteriormente aplicar nuevamente el paso N°1 hasta lograr eliminar totalmente las pérdidas.

**Fuente:** Lean Construction Enterprise - LCE. (2016)

- **Herramientas empleadas por la filosofía *Lean Construction***

Se presentan algunas herramientas usadas en la filosofía Lean Construction, enfocado en mejorar la productividad:

**Tabla 5.** Herramientas de la metodología Lean Construction

Cartas de balance
Nivel de actividad
Sistema Last Planner: <i>Lookahead</i> , programa semanal, análisis de restricciones,
porcentaje de programa cumplido (PPC).

**Fuente:** Lean Construction Enterprise - LCE. (2016)

**a. Carta de balance**

La herramienta carta de balance o también llamada la carta de equilibrio de cuadrilla, viene hacer una gráfica en donde se identifican las actividades influyentes (barras) de una determinada actividad con el personal a cargo, en donde el principal factor de medición es el tiempo la cual se toma con el desarrollo secuencial de las actividades consideradas en el proceso.

El objetivo de la implementación de esta herramienta en la construcción es poder analizar la eficiencia del método constructivo aplicado, su aplicación beneficia al personal obrero de modo que no se pretende conseguir que trabajen con más esfuerzo, sino que desarrollen sus labores de manera inteligente.

El procedimiento propuesto es:

**Tabla 6.** Aplicación de la herramienta carta balance

Antes de comenzar el muestreo	Se identifica los subprocesos que integran los trabajos productivos (TP), trabajos contributivos (TC) y trabajos no contributivos (TNC)
Registrar en el formato de la herramienta Carta Balance	Realizar un registro meticuloso minuto a minuto el tipo de actividad realizado por las cuadrillas de mano de obra
Procesar la información recolectada en el Microsoft Excel	Graficar las barras de los tiempos de uso distribuidos en trabajo productivo, trabajos contributivos y trabajos no contributivos

**Elaboración:** Los Autores

**b. Nivel general de actividad**

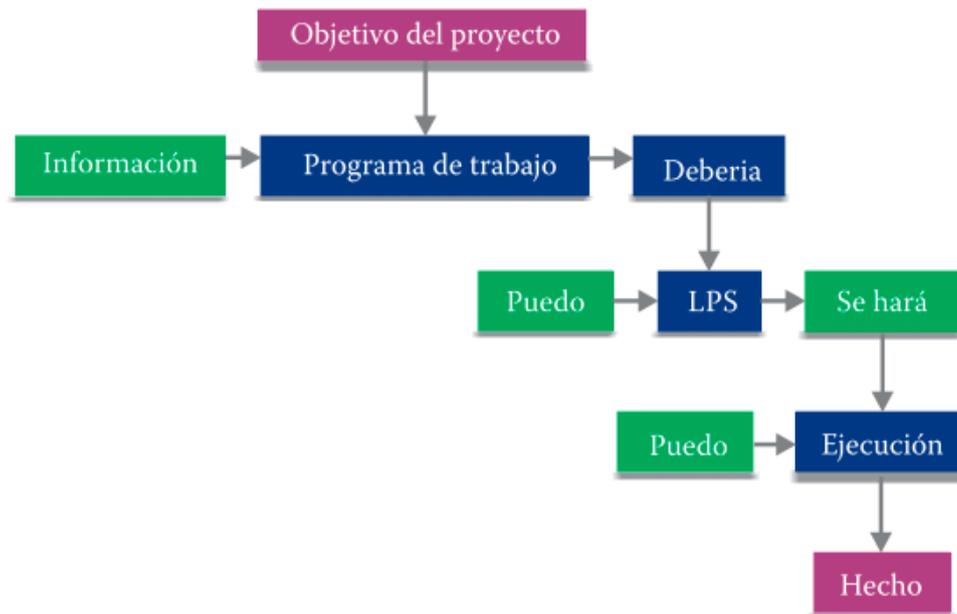
Según Herrera, G. & Campo, J. & Bernal, J. & Richard, T. (2017), es un indicador que permite identificar y simbolizar el nivel productivo del personal, todo ello en función al tiempo estimado que demanda la ejecución de una actividad clasificado en productivo, segmentado en contributivo y no contributivo. Se puede combinar los datos en la carta de balance, y generar diagramas pastel, se tendrá una mejor visualización de los tiempos que utiliza cada trabajador, dependiendo su actividad laboral. El resultado procesado y analizado estadísticamente mostrará el tiempo del obrero por la actividad realizada.

Según Herrera, G. & Campo, J. & Bernal, J. & Richard, T. (2017), la carta de balance pretende examinar la eficiencia del método empleado. Las acciones por considerar es la reducción de la cantidad de tiempos

improductivos, en donde se aumentaría el rendimiento y las fases de actividad real.

### c. Last planner system

Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020), es un proceso de planificación colaborativa que involucra a los capataces de oficio o líderes del equipo de diseño (los últimos planificadores) en la planificación de un proyecto y generando mayor detalle, conforme se acerca el momento de la ejecución de los trabajos a realizar, genera confianza y colaboración con un equipo de proyecto. entrega proyectos más seguros con mayor rapidez.



**Figura 4.** Sistema de Planificación Lean  
**Fuente:** koskela, L. (1992)

Según Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020), el software ProPlanner es una herramienta que pertenece a Ipsum, empresa chilena nacida en el 2014, su aplicación tiene por objetivo mejorar la productividad en la industria nacional e internacional, buscando obtener un efecto positivo tanto económico como social.

Según Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020), ProPlanner se basa en la herramienta de trabajo Last Planner System, teniendo como principal objetivo gestionar de manera rápida y practica los proyectos de construcción, planificando el control y gestión de los proyectos en una plataforma web y móvil, lo cual permite optimizar los trabajos, ahorro del tiempo de trabajo, acortando el tiempo de ejecución de una obra, ya que de forma automática genera una gran variedad de plantillas en Microsoft Excel, reduciendo la pérdida o distorsión de información, convergiendo en una misma área de trabajo.

Según Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020), el programa Impera se encarga de controlar y gestionar los proyectos, teniendo como a GEPUC como creador y desarrollador del programa, empleando el conocimiento de sus profesionales en la construcción. Impera se basa en la herramienta Last Planner System, teniendo como objetivo disminuir la variación, incrementar la confianza y mejorar el proceso constructivo, implementando la transformación digital a los proyectos.

Según Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020), Touchplan planifica y administra de forma optimizada los equipos de proyectos en el rubro de la construcción que la herramienta Last Planner System ayuda a implementar. Touchplan en el rubro de la construcción mediante una firma de desarrollo de Software.

Según Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020), V- planner es la solución al momento de planificar los proyectos, siendo compatible con el flujo de trabajo de Last Planner System. El programa V-planner resuelve dos problemas importantes a la hora de la implementación de la herramienta last Planner System, requiriendo un esfuerzo significativo por parte del staff de trabajo.

Según Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020), teniendo como primera solución alinear los planes del proyecto a corto y largo plazo, y el segundo es administrar de forma constante los planes a corto plazo, con la finalidad de identificar y erradicar las posibles restricciones que afecten la

confiabilidad del flujo de trabajo. El programa erradica el esfuerzo innecesario, alineando el trabajo en un proyecto para cada ciclo de planificación.

## **2.2.4 Calidad**

### **2.2.4.1 Calidad en la construcción**

Según Alpuche, R. (2004), actualmente las empresas constructoras en el Perú buscan mejorar su competitividad, originando que la población sea mucho más exigente a la hora de satisfacer sus necesidades.

Estas exigencias obligan a las empresas a:

1. Crear una ética de trabajo, que permita a cada trabajador asumir sus responsabilidades laborales para que logren mejorar la calidad en el desarrollo de sus funciones.
2. Enfocarse en satisfacer las especificaciones de los clientes.
3. Desarrollar ambientes de trabajo disciplinados y enfocados al trabajo en equipo.
4. Medir los causales de incumplimientos.
5. Mejorar la comunicación de todas las áreas de la organización.
6. Capacitar al personal a desarrollar sus funciones cumpliendo con la calidad requerida.

### **2.2.4.2 Estrategias para lograr la Calidad**

Según Alpuche, R. (2004), algunos tipos de estrategias que pueden aplicar las empresas constructoras para el cumplimiento de sus actividades dentro de la calidad requerida son:

1. Realizar visitas a los proveedores y subcontratistas para comprobar el grado de compromiso en el proceso constructivo de la obra.
2. Calibrar los equipos.
3. Calificar de manera constante al personal que participará en la ejecución de la obra.
4. Capacitar constantemente al personal involucrado en el proceso constructivo para lograr mejores resultados de obra.

### 2.2.4.3 Calidad en la ejecución del proyecto

Según Romero, T. & Uribe, C. (2017), incluir la cultura de la calidad en el diseño de un proyecto, resulta ser beneficioso en todo el proceso de su ejecución, debido a que brindara indicaciones a tener en cuenta para cumplir con el objetivo de lograr un buen producto final.

La gestión de la calidad en un proyecto es muy importante porque ayuda a controlar el cumplimiento de las partidas a ejecutar de forma eficiente que previamente fueron definidos en el diseño.

Algunos indicadores de la calidad son:

1. Las no conformidades.

**R 7.01-A REGISTRO DE NO CONFORMIDAD, RECLAMACIONES, ACCIONES CORRECTIVAS/PREVENTIVAS**

Fecha:		Nº		No correlativo	
<input type="checkbox"/> No Conformidad (NC)	<input type="checkbox"/> Reclamación (RRC)	<input type="checkbox"/> Propuesta de Mejora	<input type="checkbox"/> Acción Correctiva / Preventiva		

¿A QUÉ PROCESO AFECTA?					
<input type="checkbox"/>	Control de documentos y Registros	<input type="checkbox"/>	Dosificación	<input type="checkbox"/>	Procedimientos de Control de calidad
<input type="checkbox"/>	Auditoria Interna	<input type="checkbox"/>	Amasado del hormigón	<input type="checkbox"/>	Formación
<input type="checkbox"/>	Compras	<input type="checkbox"/>	Transporte del hormigón	<input type="checkbox"/>	Infraestructuras
<input type="checkbox"/>	Recepción de Materias primas	<input type="checkbox"/>	Entrega y descarga del hormigón	<input type="checkbox"/>	Ambiente de Trabajo
<input type="checkbox"/>	Confección de dosificaciones	<input type="checkbox"/>	Gestión de incidencias	<input type="checkbox"/>	Otros:

Presentada por:	Documento Relacionado:
Descripción de la No Conformidad / Reclamación / Acción Correctiva / Acción Preventiva	
Causa que la ha motivado	
Tratamiento o Solución al Problema:	
Responsable:	VERIFICACIÓN y CIERRE:
Plazo:	Responsable cierre: Fecha cierre:

Se requiere la apertura de: Acción Correctiva <input type="checkbox"/> / Preventiva <input type="checkbox"/> : RACP (fáchese lo que proceda):		
La Acción propuesta es:		
ACCIÓN A REALIZAR	FECHA	RESPONSABLE
Seguimiento de la Aplicación de las Acciones	FECHA	RESPONSABLE
Cierre de la Acción Correctiva / Preventiva: (¿ha sido eficaz? ¿Por qué?)		
Responsable de cierre:	Fecha de cierre:	
Firma:		

**Figura 5.** Formato de no conformidad  
**Elaboración:** Los autores

2. Cumplimiento del RFI.

 <b>RFI</b> BVP-CGI-SHP-009-2014-RFI-001 SERVICIO DE SUPERVISION DE OBRAS DEL PLAN DE CONSERVACION Y PROYECTOS	
PROYECTO : Contrato N° BVP-CGI-SHP-009-2014.	
PARA : _____	Fecha de emisión : _____ Fecha requerida de repuesta : _____
DOCUMENTO DE REFERENCIA:	REV:
DISCIPLINA:	AREA:
ASUNTO :	_____
DESCRIPCION DE LA CONSULTA :	_____
Solicitado por: Firma: _____ Fecha: _____ (Nombre y Apellido)	
INFORMACIÓN AMG:	
Respondido por: Firma: _____ Fecha: _____ (Nombre y Apellido)	
INFORMACIÓN SHP:	
Respondido por : Firma: _____ Fecha: _____ (Nombre y Apellido)	

**Figura 6.** Formatos de ERF  
**Elaboración:** Los autores

3. Cumplimiento de los certificados de calidad de los materiales.

PLAN DE CONTROL DE CALIDAD PARA LA CONSTRUCCION			
CE&S MACARO SAC			
AREA DE INGENIERIA E INVERSION			
LISTA DE FORMATOS DE CONTROL DE CALIDAD			
ITEM		CO D.DOC	REV
A.- FORMATOS PARA GESTION EN GENERAL			
1	RECEPCION DE EQUIPOS, INSTRUMENTOS, COMPONENTES Y MATERIALES	QAQC-F01	
2	REPORTE DE NO CONFORMIDAD	QAQC-F02	
3	ORDEN DE TRABAJO	QAQC-F03	
4	REPORTE DIARIO DE TRABAJO	QAQC-F04	
5	ASISTENCIA A REUNIONES	QAQC-F05	
B.- FORMATOS CIVILES			
B-1. TOPOGRAFIA			
1	REPLANTEO TOPOGRAFICO	QAQC-T101	
C.- FORMATOS MECANICOS			
C-1. SOLDADURA			
1	REPORTE DE SOLDADORES CALIFICADOS	QAQC-S1101	
2	INSPECCION VISUAL DE SOLDADURA(V)	QAQC-S1102	
3	INSPECCION VISUAL DE TINTES PENETRANTES(TP)	QAQC-S1103	
4	INSPECCION PRUEBA ULTRASONIDO(U)	QAQC-S1104	
5	SOLDADURA DE WPS	QAQC-S1105	
6	REPARACIONES DE SOLDADURA	QAQC-S1106	
7	PROCEDIMIENTO DE SOLDADURA	QAQC-S1107	
8	MAPA DE SOLDADURA INDICADO	QAQC-S1108	
C-2. INSTALACIONES INDUSTRIALES			
1	CONTROL DE PREPARACION SUPERFICIAL	QAQC-I1201	
2	CONTROL DE PELICULA SECA DE ACABADO DE PINTURA	QAQC-I1202	
3	CONTROL DE PELICULA HUMEDA DE PINTURA	QAQC-I1203	
4	CONTROL DE ARENADO	QAQC-I1204	
C-3. ESTRUCTURAS METALICAS			
1	CONTROL DIMENCIONAL	QAQC-EM1301	
2	CONTROL DE REPINTADO DE ESTRUCTURA	QAQC-EM1302	
3	AJUSTE DE PERNOS	QAQC-EM1303	
4	INSTALACION DE ESTRUCTURAS	QAQC-EM1304	
5	ALINEACION VERTICAL	QAQC-EM1305	
6	ALINEACION HORIZONTAL	QAQC-EM1306	
7	CONTROL NIVELACION	QAQC-EM1307	

**Figura 7.** Formato de control de calidad de los materiales  
**Elaboración:** Los autores

4. Cumplimiento de cierre de forma correcta de no conformidad.

<b>CE &amp; S MACARO S.A.C.</b>	FABRICACION DE ESTRUCTURA METALICA DE SOPORTE DE FACHADA REAL PLAZA AREQUIPA			QAQC-T101			
	PROTOCOLO PARA APROBACION DE TRAZOS			Hoja:	1 de 2		
	TOPOGRAFIA			Fecha:	29/05/2010		
			Revisor:	0			
1.- PROYECTO: FABRICACION DE ESTRUCTURA DE SOPORTE DE FACHADA C REAL PLAZA AREQUIPA							
CLIENTE: INV. CONTRATISTAS							
INSPICION DE OBRA: SIGUAL							
CONTRATISTA: CEAS MACARO S.A.C.							
DESCRIPCION DEL ELEMENTO Y/O EQUIPO: ESTRUCTURA SOPORTE DE FACHADA LADO DIER		CODIGO:	PLANO DE REFERENCIA: CEAS-GE-A-03	FECHA: 29/05/2010	REGISTRO: T-001		
EQUIMEDICION: INV. CONTRATISTAS	ESTACION TOTAL: LEIKA TOP. 705	Nº SERIE:	Nº CERTIFICADO:	UBICACION: 200 PISO SECTOR A			
2.- ESQUEMA:							
UBICACION COORDENADAS UTM							
PUNTO	Coordenadas			PUNTO	Coordenadas		
	X	Y	Z		X	Y	Z
0	22 7840.0526	8186 686.9516	6.15	11	227860.3421	8186680.7952	6.15
1	22 7840.9967	8186 689.0936	6.15	12	227860.5896	8186678.5339	6.15
2	22 7843.0296	8186 688.9936	6.15	13	227860.7328	8186676.8900	6.15
3	22 7845.0263	8186 688.3115	6.15	14	227861.0195	8186672.2186	6.15
4	22 7847.2608	8186 687.5367	6.15	15	227861.1496	8186672.2186	6.15
5	22 7849.6684	8186 686.7237	6.15				
6	22 7851.6357	8186 686.0383	6.15				
7	22 7853.2738	8186 685.4664	6.15				
8	22 7855.5048	8186 684.6981	6.15				
9	22 7857.7409	8186 683.9281	6.15				
10	22 7860.1925	8186 683.0840	6.15				
3.- OBSERVACIONES:							
4.- APROBACION FINAL							
APROBADO( )		DESAPROBADO( )					
VFP TOPOGRAFIA		VFP J. CAMPO-CEAS MACARO S.A.C.		SUPERVISOR OBRA SIGUAL			

Figura 8. Formato de cierre de no conformidad  
Elaboración: Los autores

5. Cumplimiento en la fecha establecida de respuesta de no conformidad.

## 2.2.5 Herramientas de la calidad

Según Locher, D. (2017), las herramientas de control de calidad son las primeras a usar. Estas herramientas tienen características comunes:

**Tabla 7.** Herramientas de control de calidad.

Sencillez	Cualquier trabajador de la organización que haya sido capacitado sin la necesidad de tener conocimientos estadísticos amplios, puede aplicar las herramientas de control de calidad.
Aplicabilidad	Se puede aplicar en cualquier área de la organización, tales como: el área administrativo, operativo o directivo.
Utilidad	Las herramientas aplicadas permiten recopilar y organizar los datos obtenidos, reconocer las causas de los problemas y analizar las posibles soluciones.

**Elaboración:** Los autores

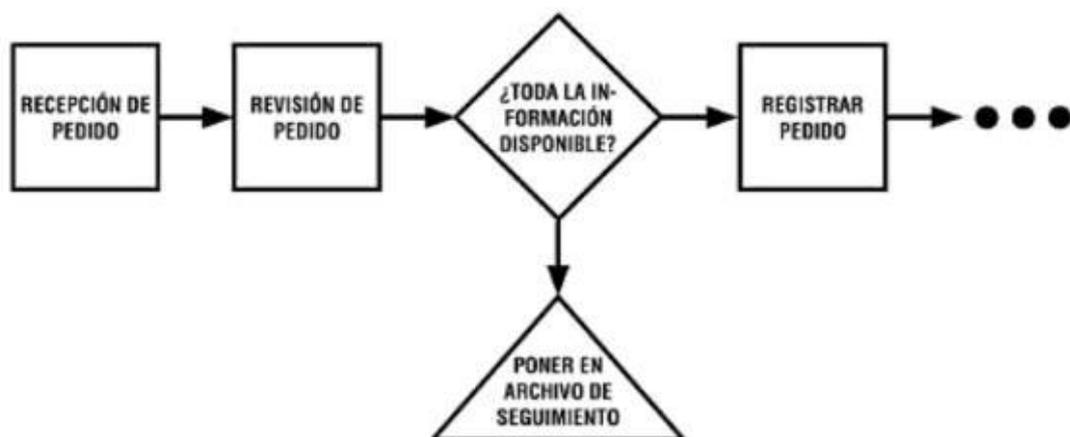
Son herramientas "de control" y se aplican cuando existe un problema que merece ser evaluado, pero antes debe ser organizado y reagrupado de forma sistemática para proceder a ser analizado con éxito, mediante gráficos de control e histogramas.

Entre los más populares el de Kaoru Ishikawa, que se sigue utilizando en la actualidad.

### 2.2.6 Diagrama de Flujo.

Según Locher, D. (2017), un diagrama de flujo es una muestra gráfica del flujo paso a paso de una información, un servicio o un producto. Cada paso se visualiza en la secuencia en que tiene lugar. Se puede recurrir a símbolos para destacar la naturaleza de un paso en particular. Los datos del proceso pueden incorporarse al mapa para aumentar su valor por lo que se refiere a la cantidad de información que transmite.

Los diagramas de flujo pueden adoptar diferentes formatos. El más frecuente se muestra en la figura 1



**Figura 9.** Diagrama de flujo  
**Fuente:** Locher, D. (2017)

### 2.2.7 Diagrama de Ishikawa.

Basado en un diagrama gráfico, en donde se representan las causas de un evento y se usa a menudo en la fabricación y el desarrollo de productos para delinear los diferentes pasos en un proceso, donde se busca demostrar que existe problemas de control de calidad.

Procedimiento del Diagrama de Ishikawa.

Materiales necesarios: rotuladores y rotafolios o pizarra.

Se necesita una declaración de problema (efecto). Se escribe en el centro a la derecha del rotafolio o pizarra. Se dibuja un cuadro a su alrededor y dibuja una flecha horizontal hacia él.

Analizar las principales categorías de causas del problema como lo son:

**Tabla 8.** Principales causas del diagrama causa-efecto.

Métodos
Máquinas (equipos)
Personas (mano de obra)
Materiales
Medición
Ambiente

**Elaboración:** Los autores

Se deben escribir las categorías de causas como ramas de la flecha principal, e ir incrementando las ideas.

Cuando el grupo se quede sin ideas, centre la atención en los lugares del cuadro donde las ideas son pocas.

- **Análisis de rendimientos**

Según Polanco, L. (2009), el rendimiento es el tiempo que se demora una cuadrilla o un grupo de trabajadores para realizar un determinado trabajo.

- **Productividad.**

Según Ccorahua, E. (2016), en el rubro de la construcción, existen varios factores que hacen eficaz la productividad, siendo la más insidiosa la mano de obra la cuales la que genera la producción de entregables (muros, columnas, etc.) con la cual se elaboran los proyectos. Por lo cual se puede decir que es el recurso más crítico ya que comprende el comportamiento humano siendo este muy poco predecible.

Según Ccorahua, E. (2016), la productividad se asocia al proceso donde transforma los recursos en bienes materiales, pasando por un proceso para la obtención de un entregable.

La productividad es un indicador importante y se debe medir constantemente para conocer el verdadero estado de las mejoras.

Cómo medir la productividad

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Salidas}}{\text{Entradas}}$$

Según Locher, D. (2017), se observa en la fórmula que las salidas vienen a ser los productos que genera la empresa y las entradas serían los recursos que entran.

Serpell, A. & Verbal R. (1990), define a la productividad como la relación del gasto entre lo que se produce por la acción realizada. Así mismo la productividad (construcción) se define como la efectividad con que los recursos son destinados para culminar un proyecto determinado, dentro de un tiempo determinado y con un normalizado de calidad cedida.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Cantidad producida}}{\text{Recursos empleados}}$$

Desarrollándose dentro de un tiempo determinado con la regularización de la calidad dada.

De acorde al contexto se afianza la obtención de la productividad, esto es la combinación de una alta eficiencia ( $\frac{\text{producción real obtenida}}{\text{producción esperada}}$ ) y efectividad (lograr los objetivos propuestos).

En donde la eficiencia tiene relación con el recurso y la efectividad con el desempeño. La productividad se asocia al proceso donde transforma los recursos en bienes materiales, pasando por un proceso para la obtención de un entregable.

Los recursos indispensables utilizados en la construcción son:

- Materiales de construcción (cemento, agregados, maderas, etc.).
- Mano de obra (operarios, oficial, peón, etc.).
- Herramientas.
- Maquinarias y equipos.

Al tener las innumerables clases de recursos, se mencionan:

- Productividad de los materiales. Se refiere a la optimización en el uso eficiente y controlado de los materiales. En este tipo de productividad es sumamente importante evitar los desperdicios debido al costo de los materiales.
- Productividad de las maquinarias. Se refiere al rendimiento de las maquinarias. Esto debido a que el uso de los equipos se estima en costo por hora, es importante usar de manera racional, eficiente y controlada de manera que se evite los sobre costos por su utilización en obra.
- Productividad de la mano de obra. El recurso humano es considerado el más importante dado que maneja a los demás recursos



**Figura 10.** Proceso constructivo  
**Elaboración:** Los autores

#### **2.2.7.1 Productividad de la mano de obra.**

Según Castillo, C. & Flores, M. (2016), en el rubro de la construcción, existen varios factores que hacen eficaz la productividad, siendo la más insidiosa la mano de obra, la cual genera la producción de entregables (muros, columnas, etc.).

Por lo cual se puede decir que es el recurso más crítico ya que comprende el comportamiento humano siendo este muy poco predecible.

Para obtener niveles altos en la mano de obra que permitan culminar proyectos exitosos; deben existir tres elementos básicos:

- Para la obtención del “deseo” del trabajador de ejecutar un desempeño resaltante se debe motivar y satisfacer al personal.
- Para la obtención del “conocimiento “fundamental del trabajador para la ejecución de un resaltante trabajo, la cual es obtenida con la capacitación frecuente, así como el entrenamiento del personal.

- Para la obtención de la “capacidad” del trabajador para realizar un trabajo, la ejecución de una administración buena, los cuales deben realizarse de manera eficaz.

#### **2.2.7.1.1 Trabajo productivo**

Se considera aquel que aporta directamente a la producción, se considera así cuando se hace un proceso de transformación. Como por ejemplo puede ser el asentado de ladrillos o vaciado de concreto.

Según Koskela, L. (1992), el trabajo productivo es cuantificable, es decir se puede identificar como el trabajo que genera un metrado y un presupuesto y es una actividad convertible. El tener que llegar a la mayor cantidad de trabajo productivo hace que sea más útil.

#### **2.2.7.1.2 Trabajo contributorio**

Según Koskela, L. (1992), es un trabajo de apoyo, que contribuye con la producción, sirve para recibir o dar instrucciones, lectura de planos, movilización de materiales, es decir es una actividad que ayuda al trabajo productivo.

#### **2.2.7.1.3 Trabajo no contributorio**

Según Koskela, L. (1992), es una actividad que no genera valor y que genera pérdida, por ejemplo, las esperas, descansos, trabajos rehechos.

Para la clasificación y medición de los tipos de trabajo, se les asigna abreviaturas a las labores desarrolladas por las cuadrillas durante la jornada laboral. En la siguiente tabla se muestra los tipos de trabajo (TP, TC y TNC) más identificados en el desarrollo del proceso constructivo, se expresan en la tabla 9.

**Tabla 9.** Trabajo productivo, contributorio y no contributorio

Trabajos	Tipos	Código
Trabajo productivo (TP)	Trabajo productivo	P
	Habilitación	HM
Trabajo <u>contributorio</u> (TC)	Traslado	T
	Limpieza	L
	Instrucciones	I
	Apoyo	AP
	Mediciones	M
	Otros	OC
Trabajo <u>no contributorio</u> (TNC)	Viaje	V
	Esperas	E
	Tiempo ocio	TO
	Trabajo rehecho	TRH
	Otros	OT

**Elaboración:** Los autores

### 2.2.7.2 Curvas de productividad.

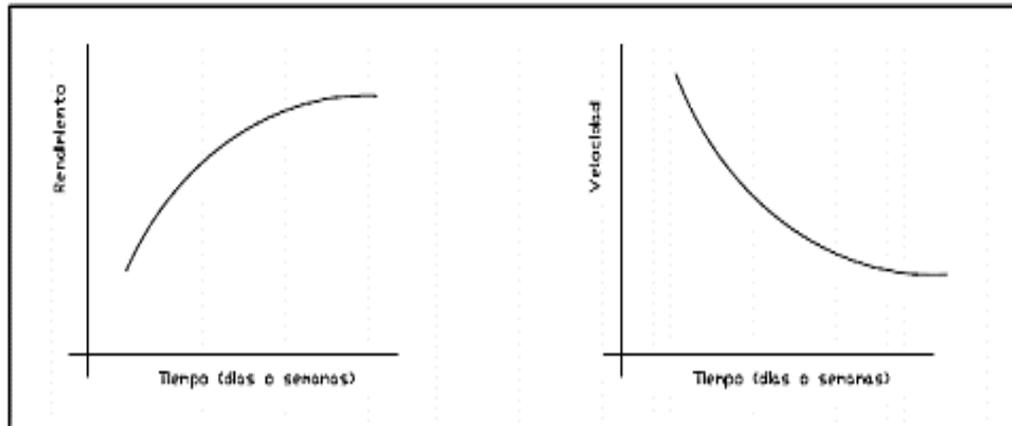
Según Serpell, A. & Verbal R. (1990), la elaboración de la curva de producción es un gráfico que permite la lectura de los resultados que involucra la productividad semana a semana. Las curvas específicas se enfocan en la partida observada.

Un ejemplo paralelo, la curva de encofrado de losa, o también llamada curva de productividad de vaciado de muros.

La identificación del eje abscisa se identifica como los de días y en eje de ordenadas se identificación el rendimiento obtenido en cada periodo.

## Observaciones

- La curva de productividad se usa en el eje de las ordenadas: la velocidad que se obtiene día a día.
- Al realizar el estudio se cuenta con muchos días acumulados, lo mejor es cambiar las abscisas por semanas así la lectura sería mucho más comprensible.



**Figura 11.** Disminución de curvas de productividad  
**Fuente:** Libro Lean Construction de Koskela, L. (1992)

### 2.2.8 Diagnóstico de productividad en la construcción.

Virgilio, G. (2001). En la Pontificia Universidad Católica se realizó un estudio del nivel de productividad en faenas de construcción ubicada en el departamento de Lima (Torres, Salizar, Flores, 1999), bajo la dirección del Dr. Virgilio, este estudio se realizó a inicios de 1999.

En dicho estudio se obtuvieron las distintas pérdidas en el desarrollo del proceso de producción, así como también la descripción y análisis de cada una de ellas.

#### 2.2.8.1 Principales pérdidas en los procesos de producción

Después de realizar el estudio se obtuvieron porcentajes de diferentes pérdidas, como:

- **Trabajos No Contributorios**

- a) Viajes (13%)

Causas más frecuentes:

- Cuadrillas que consideraban más personal de lo debido.
- Mala distribución de instalaciones en obra.
- Al realizar el flujo de los materiales se realizaron deficientemente.
- Falta de supervisión.

- b) Tiempo parado (10%)

Motivos más reiterados

- Cuadrillas sobredimensionadas
- Ausencia de supervisión.
- Disposición del trabajador.

- c) Tiempos muertos (Esperas) (6%)

Motivos más reiterados

- Área de campo no habilitada para trabajos.
- la falta de cumplimiento de llegada de materiales.
- Cuadrillas sobredimensionadas

- d) Labores de reconstruido (3%)

Motivos más reiterados:

- Trabajos mal ejecutados
- trabajos no entregables
- alteraciones en los diseños.
- Desgaste de los trabajos ya realizados



**Figura 12.** Falta de supervisión  
**Elaboración:** Los autores

- **Trabajos Contributorios**

- a) Transporte manual (14%)

Causas más frecuentes:

- Programación inexistente, así como el registro del uso de equipos.
- Deficiencias en el flujo de los materiales.

- b) Otros (11%)

Motivos más reiterados:

- Al tener trabajos que están incluidos en los procesos constructivos, estos contemplan un nivel elevado de porcentaje, las causas que lo originan:
- La ejecución de actividades de forma pausada.
- Carencia de planes de ejecución de procesos constructivos.



**Figura 13.** Deficiencia en el flujo de los materiales  
**Elaboración:** Los autores

c) Mediciones (5%)

Motivos más reiterados:

- Al realizar actividades como albañilería y tarrajeo se realizan toma de medidas reiterativas para su exacto proceso.
- En la realización de actividad de encofrado, así como de habilitación de acero corrugado, están se caracterizan por ser enlazadas entre sus componentes por tanto al no tenerlos organizados, catalogados por funciones, se origina el retraso para la culminación de los elementos (acero en columnas, encofrado de columnas) en donde se origina la reiterada medición.



**Figura 14.** Toma de medidas

**Elaboración:** Los autores

d) Aseo o limpieza (4%)

Motivos más reiterados:

- La carencia de cuadrillas específicas en limpieza fina, genera que se utilice personal de obra los cuales no realizan la actividad adecuadamente.
- La falta de distribución adecuada del personal, así como una deficiente planificación, conlleva a la realización de actividades en donde el personal ocupe las horas en limpieza, muchas veces sin tomar en cuenta su rango.
- Las cuadrillas regulares (encofrado, concreto, acero, etc.) que suelen estar en el proceso constructivo no contemplan la limpieza y el orden que debe tener la obra, hace generar cuadrillas específicas para esta labor.
- La limpieza de obra en muchos casos también concierne la eliminación de desmonte para prevenir observaciones de seguridad y accesibilidad, las cuales se generan por desperdicios originados por ejecución de partidas, así como orden de obra.
- La transitabilidad en obra para el personal hacia los lugares y ambientes al no estar identificados, generan que sea tedioso el mantenimiento de obra.



**Figura 15.** Limpieza del área de trabajo

**Elaboración:** los autores

e) Instrucciones (3%)

Motivos más reiterados:

- La claridad de la información al llegar al personal de obra de forma deficiente origina la retroalimentación constante para realizar su trabajo.
- La descoordinación de la información de las actividades brindada a las cuadrillas para la realización origina que se esté buscando instrucciones para que se cambie de frente de trabajo.



**Figura 16.** Retroalimentación al personal encargado en campo

**Elaboración:** los autores

#### **2.2.8.2 Descripción de las principales causas de pérdidas.**

a) Cuadrillas que consideraban más personal de lo debido.

- Al existir muchos trabajadores en una cuadrilla, hace que se produzcan demoras al esperar que un trabajador termine para que inicie el otro.
- Al no tener áreas en campo para ejecución de partidas, genera exceso de personal por cuadrillas, por lo que dirigen a este personal a apoyar a otras cuadrillas en algunos casos a la de limpieza, para que no migren y quedar sin personal para cuando estén las áreas libres.
- Al no contar con la información necesaria sobre el material o las instrucciones, hace que éste personal se dedique a dar solución a estos problemas y en consecuencia necesitar mayores cuadrillas.

b) Falta de supervisión

- Donde el responsable de las tareas de la obra no cumple con dicha función, supervisar el control de la calidad, se generan tiempos de inactividad, esto genera la baja productividad.
- La poca supervisión o en su defecto, la falta de la misma, referidos a los materiales y a los tiempos, es especial cuando la mano de obra es subcontratada, puede generar desperdicios.

c) Al realizar el flujo de los materiales se realizaron deficientemente.

- No contar con un personal dedicado al abastecimiento de los materiales y/o ayudantes para el traslado, hace que el obrero sea quien vaya por sí mismo a buscar sus materiales de trabajo, generando pérdidas de tiempo.
- El retraso de la llegada de los materiales en muchos casos hace que sean dejados en otros lugares.
- Tener los materiales en distintos lugares o lejos al lugar de trabajo, genera más esfuerzo en cuanto a la movilización de ellos, así como el tiempo generado en el traslado.
- La deficiente aplicación de los equipos de transporte consecuencia de la planificación deficiente la cual origina pérdidas, así como demoras y re esfuerzos.
- No contar con una buena comunicación con los proveedores, puede causar demoras en la llegada de los materiales, y también influye la responsabilidad de estos proveedores.

d) Mala distribución de instalaciones en obra

- Poco espacio para el uso de materiales o en otro caso, mala organización.
- Los largos tramos que hay entre los materiales y el lugar donde se encuentran los escombros, como ejemplo.

- En muchos de los casos los servicios higiénicos se encuentran en los primeros pisos, siendo un problema cuando la obra ya se encuentra en pisos más altos.



**Figura 17.** Mala distribución de los materiales en obra

**Elaboración:** Los autores

e) Disposición del trabajador

- En reiteradas situaciones los trabajadores suspenden sus actividades por motivos sin fundamento, y en algunas ocasiones también interrumpen la labor de terceros.
- Los trabajadores en muchas ocasiones no se esfuerzan más en aumentar sus actividades, ya sea porque sienten que no son reconocidos o porque se sienten a gusto con su rendimiento, así como también no quieren aumentar la meta para que así las próximas empresas requieran más esfuerzo.
- Cerca de los horarios de salida, los trabajadores tienden a inventar trabajo para así alargar su tiempo de ocio.

f) Área de campo no habilitada para trabajos.

- La nefasta organización entre cuadrillas que son interdependientes.
- las contrariedades de rendimientos desiguales.
- La exclusión de actividades antes para el ingreso de diferentes cuadrillas.

g) Trabajos no entregables

- Ineficiencia de instrucción para el área ejecutada por la mano de obra.
- La carente supervisión en el proceso de ejecución de trabajos.
- La falta de tecnología, dando aspecto de antigüedad.
- Escasa información detallada.



**Figura 18.** Área de trabajo desordenado

**Elaboración:** Los autores

h) Deterioro de trabajos ya realizados.

- Ineficiencia En Comunicación Para La Coordinación De Actividades.

i) Alteraciones en los diseños.

- La incompatibilidad en los planos.
- La falta de información en el término de información.



**Figura 19.** Incompatibilidad en los planos

**Elaboración:** Los autores

j) Programación inexistente, así como el registro del uso de equipos.

- La falta de un cronograma de actividades en el movimiento de los materiales causa retrasos.
- Cuando una maquina requiere de mantenimiento es porque empieza a fallar, por ende, están forzados a hacer manualmente o a cargar el esfuerzo a otras máquinas.
- La utilización de equipos para actividades diferentes que no contempla la construcción.

k) La ejecución de actividades de forma pausada.

- La manipulación excesiva con las máquinas y materiales de obra.
- El tiempo en el que se demoran los trabajadores realizando alguna actividad, en muchos casos no siendo muy importantes.

l) Carencia de planes de ejecución de procesos constructivos.

- Al realizar los trabajos de forma tradicional, fallas de diseño, intensifica el aumento de trabajos contributorios, se da una mayor holgura de tiempo a las actividades, y brindan un rendimiento dudoso por actividades pausadas.
- Al realizar la revisión en los procesos de producción de proyecto, así como su identificación, para sustentar que las mayores incidencias de las perdidas corresponden al sistema de administración, donde para reducir los trabajos no productivos, así como controlarlo y en la mejora para su supervisión constante.
- Al realizar los cambios de actividades de trabajo se deberá evaluar este cambio mediante herramientas que midan la productividad del proyecto.

### **2.2.8.3 Factores que influyen positivamente en la productividad de la mano de obra en la construcción**

Según Serpell, A. (2002), la implementación de factores que puedan generar un efecto positivo en productividad del proceso constructivo son fundamentales, también nos permitiría producir más reduciendo el tiempo y a menor costo. Algunos de estos factores se presentan a continuación:

1. Valerse del fenómeno de aprendizaje en el trabajador.
2. Aprendizaje constante mediante capacitaciones al personal involucrado.
3. Aplicar medidas de seguridad.

4. Innovación en la aplicación de nuevas tecnologías, materiales y procedimientos.
5. Aplicación de técnicas de planificación actualizadas.
6. Utilización de software actualizado.
7. Aplicación de programas motivacionales.
8. Optimización en el diseño que permita facilitar la contractibilidad
9. Utilización de incentivos para los trabajadores.
10. Programación a nivel de cuadrillas de actividades inmediatas.
11. Óptima utilización de subcontratistas.
12. Análisis por cuadro de videos con intervalos de tiempo para estudiar y mejorar métodos de trabajo.

## **2.2.9 Parámetros de productividad: Velocidad, Rendimiento y Mediciones de diversas formas de trabajo.**

### **2.2.9.1 Velocidad**

Según Virgilio, G. (2001), la velocidad es la cantidad de producción que se realiza en un periodo de tiempo:

$$\text{Productividad} = (\text{producción} / \text{día})$$

Ejemplos:

- Una pareja encofradores puede encofrar 42.5 m<sup>2</sup> de columnas por día, teniendo una velocidad de 42.5m<sup>2</sup>/día.
- Una cuadrilla de vaciadores realiza el vaciado de 30 cubos de concreto diariamente, la cuadrilla tendría una velocidad de 30m<sup>3</sup>/día.

### 2.2.9.2 Rendimiento

Virgilio, G. (2001), orienta su investigación en la mano de obra y para ello hace uso de herramientas que le ayuden a tener un control de la productividad en cada partida. Ha creado la siguiente formula.

Rendimiento = (horas hombre / producción)

- El consolidado semanal de horas hombre.
- El consolidado de horas acumuladas a la fecha de horas hombre.
- Consolidado de horas hombre totales indicadas a la partida en específico con respecto al presupuesto contractual.
- Rendimiento contemplado según presupuesto
- Rendimiento semanal real.
- Horas hombre ganadas/ perdidas a la fecha.
- Horas hombre ganadas/perdidas planeadas a fin de obra.

Ejemplo:

Un área de encofrado de 14.540m<sup>2</sup> se realizó dicha actividad en 6.980 hh, en donde se utilizaron una cuadrilla de encofradores, para lo cual resulta un rendimiento integral de 0.48 hh/m<sup>2</sup>.

- Para realizar el empastado de una fachada de 360 m<sup>2</sup> en 5 días (85hh) obteniendo un rendimiento de 0.24hh/m<sup>2</sup>
- Un operario + ayudante los cuales realizan la actividad de colocación de piso laminado tienen un avance de 48m<sup>2</sup> al día 17hh obteniendo una utilidad de 0.35hh/m

### **2.2.9.3 Mediciones de los tipos de trabajo**

Según Virgilio, G. (2001), teniendo el procedimiento de los métodos constructivos, se realizan mediciones detalladamente para que nos posibilite cuantificar en cada cuadrilla el porcentaje de:

- Tiempo Productivo.
- Tiempo Contributorio.
- Tiempo No Contributorio.

Con este enfoque de mejora productiva Virgilio se podrá realizar variaciones o cambios en los procesos constructivos, la cual respaldará la eficiencia, con las evaluaciones numéricas que resulten de los procesos constructivos.

Podemos mencionar q se presentan dos formas para calcular los tiempos de trabajo:

- Medición del nivel general de actividad de obra

Esta medición será de forma aleatoria.

Se realizará de la siguiente forma: desde un punto estático y/o estratégico se recorrerá el total de las actividades de obra o la visualización de esta.

Al encontrarse con un personal obrero, deberá identificar a que cuadrilla pertenece, si esa realizando algún trabajo TP, TC, TNC.

Es indispensable que se implementación de forma rigurosa de esta aplicación en donde las categorías sean inamovibles.

- Medición de actividades específicas y Carta Balance.

Entre las mediciones generales, la medición de acciones específicas se orienta a las actividades específicas.

Esta medición se realiza con respecto a un punto estático y/o estratégico se recorrerá el total de las actividades de obra o la visualización de esta.

En donde se concluirá como se fracciona el tiempo que se utilizará en cada una de las tareas en el proceso de construcción.

En el proceso de encofrado metálicas se realizan actividades como la identificación de los moldes a utilizar, el traslado de estas, la ubicación de sus accesorios (pines, espárragos, rondanas, etc.), la verificación del trazo topográfico, la colocación de desmoldante, la colocación de separadores de concreto, aplomo, etc.; estos generándonos tiempos. Realizando las mediciones de las secuencias así como sus tiempos para optimizar su proceso, o también poder implementar alguna herramienta tecnológica, para así mejorar los porcentajes de tiempos.

Esto conlleva a obtener el número de personal para cada cuadrilla, mejorando así los rendimientos.

En el sondeo se toma el tiempo del personal de obra ya identificado por cada minuto.

Al tomar la medición de un personal de obra se identifica el trabajo que ejecuta en ese momento de la observación.

El modo en cual se distribuye el trabajo (ej. encofrado metálico), se debe determinar cuál será la medición.

## 2.2.10 Pérdidas en la construcción

Con la finalidad de lograr el mejoramiento de la productividad, la identificación de factores críticos afecta de manera negativa los diferentes procesos en la construcción, se vuelve una actividad necesaria, por lo cual nos podemos enfocar en el concepto waste (pérdida) para identificar fácilmente todos los factores que alteran la productividad y de esta manera contribuir a la ejecución del proceso en la construcción.

Según Virgilio, G. (2001), pérdidas es todo aquel trabajo que genera un costo, pero no produce valor al producto terminado”. Ejemplo: transportes, demoras innecesarias, esperas, trabajos rehechos, etc.

Según Sarhan, S. (2015), estas pérdidas se pueden categorizar como defectos, sobreproducción, esperas, talento no utilizado, transporte, inventario, movimiento y extra-procesamiento; como se observa en el siguiente gráfico.



**Figura 20.** Tipos de pérdidas en la construcción

**Fuente:** Sarhan, S. (2015). The Concept of Waste as Understood in Lean Construction Blog.

### **2.2.11 Carta Balance.**

Según Serpell, A. & Verbal R. (1990), la herramienta Carta de Balance o comúnmente conocido como carta de equilibrio de cuadrilla, bien hacer una gráfica en donde se identifican las actividades influyentes (barras) de una determinada actividad con el personal a cargo, en donde el principal factor de medición es el tiempo la cual se toma con el desarrollo secuencial de las actividades consideradas en el proceso.

La finalidad de esta herramienta es analizar la técnica empleada en el proceso constructivo, para seguidamente revisar la eficiencia del personal de obra (operario, oficial, peón, capataz, maestro de obra, etc.), para así procurar que el trabajador trabaje de manera inteligente y no que trabajen realizando actividades rápidas (trabajar duro) para después rehacer los trabajos.

Según Serpell, A. & Verbal R. (1990), concluye que el fin es no presionar al personal de obra realizando actividades rápidas (trabajar duro) así como desarrollar trabajos que no le correspondan (apoyar a otras cuadrillas por no tener frente de trabajo), es llevara los procesos constructivos de forma eficiente en tiempo y costo.

En el proceso de mejora se puede mejorar la eficiencia de las cuadrillas tomando en cuenta los siguientes puntos:

- Realizar tareas entre miembros.
- Reformular la capacidad numérica de las cuadrillas
- Implementar en el caso que aplique una herramienta tecnológica que reformule el proceso constructivo, para llegar a la eficiencia del personal de obra, en el proceso evaluado.

Así se llegará al fin que es aumentar el TP y mermar lo no contributorios.

Las acciones para considerar en el estudio es la reducción de la cantidad de tiempos improductivos, en donde se aumentaría el rendimiento y las fases de los trabajos en campo.

Para ubicar la diferencia entre los flujos de trabajo, para el análisis de un proceso diligentemente eficiente no se analiza varias actividades a la vez en campo, en este caso se analiza una actividad en específico, en donde esta analizada llevara a una serie de procesos apropiados para obtener la eficiencia. si no se toma en cuenta este como una serie de procesos, es muy probable que no se tomen a consideración detalles los cuales determinan el grado de eficiencia de dicha actividad.

La definición de eficiencia significa realizar una actividad completa con menos recursos, lo cuales podrían ser mano de obra, materiales, herramientas en sus tiempos.

El objetivo de optimizar unas de las actividades de una obra en construcción (acero, concreto, encofrado, tabiquería, etc.) es realizar la faena de manera que emplee menor cantidad de recursos, cumpliendo el objetivo del principio.

La mejora de la eficiencia de un trabajo en específico, en donde se debe tomar en cuenta todos los detalles del desarrollo de esta como clasificar los tipos de trabajos en el proceso constructivo

Procedimiento para la aplicación o realización de la carta balance

- Deducir los tiempos de ejecución en cada proceso.
- Producir velocidades en los procesos.
- Detallar las demoras según cada proceso en cada proceso.
- Detallar las acciones que hacen prosperar la producción
- Realizar las mejoras según corresponde al tipo de proceso.
- contabilizar el tiempo y velocidad para cada proceso.

CARTA DE BALANCE		Fecha: Página 1 de 1
PROYECTO: MUESTREO: N° FORMULARIO:	I.E. N° 21508	ACTIVIDAD: DESCRIPCION: FECHA: HORA INICIO: PERIODO:

MEDICIONES DE CUADRILLA PARA CARTA BALANCE											
MED	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	OBSERVACIONES
1											
2											
3											
4											
2											
3											
4											
5											
3											
4											
5											
6											
4											
5											
6											
7											
5											
6											
7											
8											
6											
7											
7											
8											

Clasificación del Recurso:

Actividad	Nombre / Código
I	
II	
III	
IV	
X	

Clasificación del Trabajo:

TRABAJO PRODUCTIVO:	.....
TRABAJO PRODUCTIVO:	.....
TRABAJO CONTRIBUTORIO:	.....
TRABAJO CONTRIBUTORIO:	.....
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:	.....
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:	.....

**Figura 21.** Formato de carta balance  
**Elaboración:** los autores

### 2.2.12 Porcentaje de planificación completa

Según Tullume, F. (2019), es una herramienta que permite controlar la eficiencia de la producción; se calcula a partir de la división del número de actividades realizadas entre el número total de actividades programadas, este resultado es expresado en porcentaje.

PPC = N° de actividades completadas / N° total de actividades planeadas.

### 2.2.13 Nivel general de obra

Según Sánchez, A. & Rosa, D. & Benavides, P. (2014), el nivel general de actividad permite medir el porcentaje de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios en el total de ejecución de la obra. Para realizar un nivel general de actividades se realiza un recorrido general y de forma aleatoria observar a los trabajadores e inmediatamente identificar si las actividades que están desarrollando es un trabajo productivo, trabajo contributorio o trabajo no contributorio.

#### **2.2.14 Concepto de desperdicio en la construcción**

El concepto de desperdicios para diversos autores es similar. Según Virgilio, G. (2001), es todo trabajo que produce un costo, pero sin genera valor agregado al producto finalizado.

Por su parte Formoso, C. & Tzotzopoulos, P. & Jobim, M. & Liedtke, R. (1998), lo define como la ineficiencia al momento de utilizar los equipos, mano de obra y materiales en cantidad superiores a las necesarias para el proceso constructivo.

Paliari, J. (2008), sin embargo, plantea un factor como interrogante crítico, para establecer un concepto definitivo y veras sobre el desperdicio.

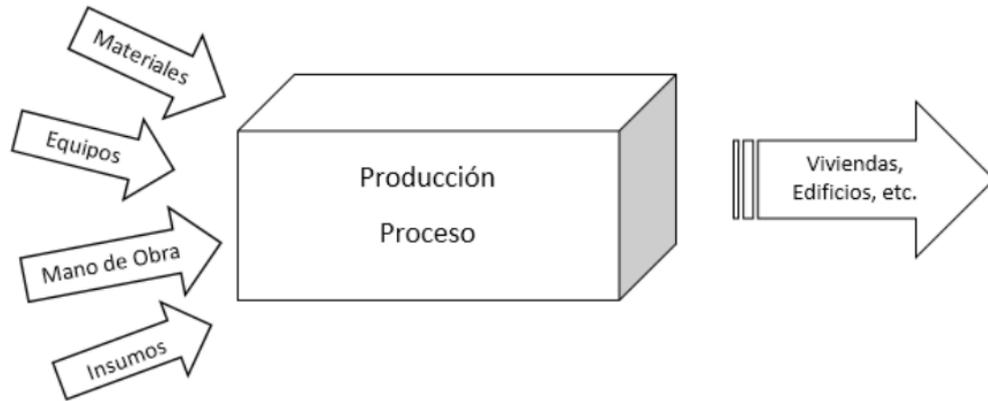
Este autor sostiene que el desperdicio es relativo debido a que previamente se debe determinar una situación de referencia. Indica que se debe definir para cada realidad un rendimiento estimado o aceptado de recursos a implementar en el desarrollo constructivo.

#### **2.2.15 Proceso de transformación**

Según Flores, D. (2016), es considerada la producción como una transformación, la cual puede describirse de manera esquematizada mediante

el ingreso de recursos (input) a una estación y la salida de productos (output) luego de la finalización del proceso.

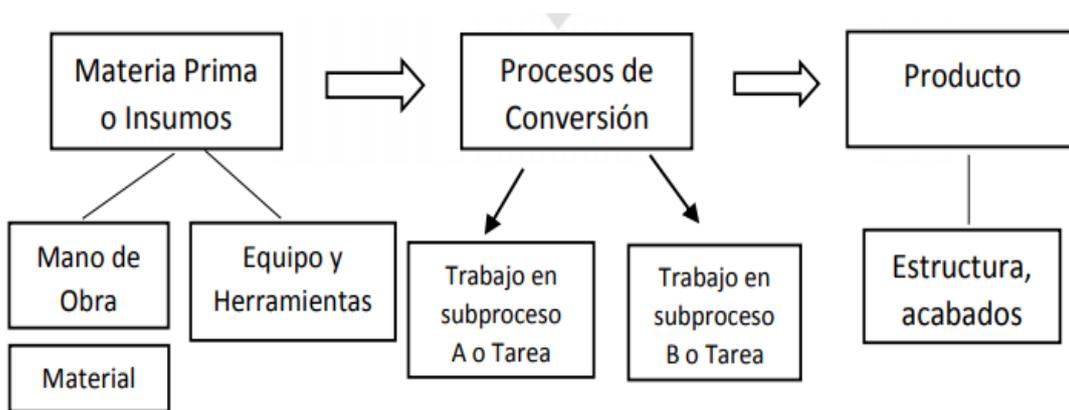
La gestión de la producción permite degradar el proceso de la transformación total en transformaciones primarias e elementales las cual son desarrolladas de forma eficiente. (ver figura 10). El presente modelo ha sido el más utilizado para el analices de la producción en el proceso constructivo.



**Figura 22.** Proceso de transformación  
**Fuente:** Flores, D. (2016)

Según Flores, D. (2016). El proceso de producción de manera tradicional es definido como el proceso de una secuencia logita mediante el cual las materias primas (entradas) son transformadas mediante una serie de tareas en productos (salidas), continuando un modelo de producción identificado como “Modelo de conversión”.

El Modelo de conversión considero los subprocesos que forman parte del proceso de producción, tal como se observa en la siguiente figura (ver figura 19).



**Figura 23.** Proceso de transformación  
**Fuente:** Flores, D. (2016)

### **2.2.16 Modelo de flujos de proceso**

Según Koskela, L. (1992), indica que los flujos de procesos podrán ser mejorados, controlados y diseñados, como un conjunto de principios prácticos que ha evolucionado en diversos subcampos de la nueva filosofía de la producción, los cuales son:

- Disminuir o eliminar las actividades que no agregan valor (perdidas).
- Aumentar el valor del producto, cumpliendo con las especificaciones de los clientes.
- Disminuir la variedad.
- Disminución del tiempo de periodo a partir de la eliminación de todos los trabajos que no generen valor agregado.
- Aumentar el flujo de la producción.
- Aumentar la transparencia del proceso.
- Control del proceso completo.
- Mejorar de manera continua el proceso.
- Referenciar de manera permanente los procesos (Benchmarking).

### **2.2.17 Tren de trabajo**

Según Romero, T. & Uribe, C. (2017), es el proceso secuencial de actividades con el objetivo de sostener una producción constante, es aplicado en proyectos en donde la variabilidad es controlada o mínima.

Para su correcta aplicación se debe tener en cuenta lo siguientes consideraciones:

1. Todos los procesos se consideran estación de trabajo.
2. Se debe tener en cuenta que el desarrollo de cada actividad es un cuello de botella, todo el proceso es una ruta crítica. Teniendo en consideración lo mencionado debemos programar actividades que podamos cumplir.
3. Colocar buffer en cada actividad por precaución.

4. Se debe de distribuir las actividades en lotes pequeños que pueda ser capaz de ejecutarse en un día de trabajo.
5. Los recursos se dividen en cantidades semejantes, nos permitirá tener un mayor control del proyecto.

El tren de actividades permite tener un óptimo avance del proceso constructivo si se cumplen con las consideraciones mencionados anteriormente.

#### **2.2.17.1 Pasos para realizar un tren de trabajos**

1. Sectorizar el área de trabajo
2. Programar la ejecución de actividades necesarias por cada día de trabajo.
3. Secuenciar las actividades.
4. Dimensionar los recursos (mano de obra, equipos, materiales, etc.)
5. Distribución eficiente de los recursos a utilizar para el desarrollo del proceso constructivo.
6. Supervisión y control del cumplimiento con la ejecución de las actividades programadas diarias, semanales y mensuales.

### **2.3 Definición de términos básicos**

**Carta balance:** Herramienta que se utiliza después de obtener datos estadísticos, va a describir de forma muy explícita el proceso de una actividad buscando el mejoramiento. La carta balance toma intervalos de tiempos cortos, entre uno o dos minutos, de las actividades que realiza cada obrero, siendo divididas en Tiempo Contributivo, Tiempo no Contributivo y Tiempo Productivo.

**Trabajo Contributorio:** Trabajo secundario que es realizado para que se puede ejecutar el trabajo productivo.

**Trabajo productivo:** Trabajo que afecta de manera directa a la productividad. Ejemplo: vaciar concreto, asentar ladrillo, etc.

**Rendimiento:** Es la medida de trabajo realizado por una cuadrilla, comprendida por uno o varios operarios por unidad de recurso humano, expresado como hm/hH.

**Velocidad:** Se va a determinar por la cantidad de trabajo que se realiza en un tiempo determinado.

**Cuadrilla:** Conjunto de trabajadores designados a realizar una actividad determinada en la construcción.

**Mejorar:** Registrar el aumento de buenos resultados, eficaces o más eficientes en el desempeño de una actividad.

**Inventarios:** Material que se encuentra retenido en el sistema y no se le está dando uso.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general:**

Al implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad, mejora la productividad en más del 20% en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

### **2.4.2 Hipótesis específicas:**

**H1:** Al Implementar la Herramienta Carta Balance, mejora en más del 20% la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

**H2:** Al Implementar el Análisis de Restricciones, mejora en el cumplimiento de las actividades en más del 80% con respecto a las actividades programadas en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

**H3:** Al Implementar el Diagrama de Flujo, mejora en más del 20% la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

**H4:** Al Implementar el Diagrama de Ishikawa, mejora en más del 20% la productividad y en más del 80% de actividades cumplidas en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

## **CAPÍTULO III**

### **METODOLOGÍA**

#### **3.1. Diseño metodológico**

##### **3.1.1 Enfoque.**

Cuantitativa, se recolecta datos numéricos, resultados expresados en números. El estudio y análisis se realizará mediante procedimientos estadísticos.

##### **3.1.2 Tipo de investigación.**

Aplicada, se aplica conceptos teóricos por medio de libros y conceptos prácticos y científicos para lograr el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.

##### **3.1.3 Nivel de investigación.**

- a) Explicativo, se explica de manera detallada todo el desarrollo de la presente investigación de forma secuencial.
- b) Descriptivo, se describe el flujo y procedimientos de las actividades que se van a desarrollar para la evaluación y medición de los indicadores.
- c) Correlacional, se mide y evalúa la relación entre la variable independiente y dependiente.

Según Ñaupas, H. & Valdivia, M. & Palacios, J. & Romero, H. (2018), sobre la investigación descriptiva: el fin es recopilar datos e informaciones sobre las características, así también como las propiedades, aspectos o dimensiones. (Pág.134).

#### **3.1.4 Diseño de investigación.**

- a) No experimental, es realizado sin la intervención del autor y sin que los indicadores sean manipulados. Lo que se hace es observar cómo se desarrollan las actividades del proceso constructivo. El desarrollo de las actividades es ajeno a la voluntad del autor.
- b) Longitudinal, se investiga de manera continua o repetida a una misma cuadrilla durante la jornada laboral, es requerido el uso de datos estadísticos. Los datos obtenidos son de tipo cuantitativo.
- c) Prospectivo, se recolecta información aplicando criterios técnicos por los investigadores con la finalidad de alcanzar las hipótesis y objetivos planteados

Para Ñaupas, H. & Valdivia, M. & Palacios, J. & Romero, H. (2018), diseño de investigación: es un instrumento de dirección esquematizado que aplica un investigador para relacionar y controlar las variables de estudio.

#### **3.2. Variables**

Según Muñoz, C. (2013), las variables son aquellos atributos, cualidades, fenómenos, características, rasgos o propiedades inherentes al problema de investigación, que se analizan para determinar sus correlaciones. Su variación es susceptible de medirse, en tanto que toman diferentes valores, magnitudes o intensidades.

Para el desarrollo de la investigación, se utilizaron las variables dependiente e independiente donde: la variable dependiente es la Productividad, es de tipo de enfoque cuantitativo ordinal y las variables independientes son: la Metodología Lean Construction y Herramientas de la Calidad, son de tipo de enfoque cuantitativo ordinal debido a que es posible

realizar mediciones, representarlos en número y establecer un orden en la aplicación de la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad para el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización del instituto educativo N°21508 ubicado en el distrito de Imperial - provincia de Cañete - departamento de Lima.

- Productividad: variable dependiente de tipo cuantitativo ordinal.
- Metodología Lean Construction y Herramientas de la Calidad: variables independientes de tipo cuantitativo ordinal.

### 3.2.1. Operacionalización de variables.

Tabla 10. Variables.

<b>OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES</b>				
<b>Variables Independientes</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Instrumentos</b>	
Metodología Lean Construction	Herramienta Carta Balance	Formato de campo para el muestreo de las partidas a ejecutar	Libros Microsoft Project Guías de observaciones Microsoft Excel Microsoft Word	
		Registro de datos e identificación de pérdidas por partidas		
		Análisis de información de las partidas identificadas y una propuesta de mejora		
	Análisis de Restricciones	Análisis de incumplimientos		
	Diagrama de Flujo	Análisis de rendimientos		
		Diagrama por partida		
	Diagrama de Ishikawa	Análisis de causa- efecto y problema principal		
Evaluación de propuesta de mejora una vez identificadas las partidas afectadas				
<b>Variable dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>		
Productividad	Trabajo Productivo	Porcentaje estadístico de la productividad de los trabajos productivos		
		Análisis y evaluación de propuesta de mejora de la partida evaluada		
	Trabajo Contributorio	Porcentaje estadístico de la productividad de los trabajos contributorios		
		Análisis y evaluación de propuesta de mejora de la partida evaluada.		
	Trabajo no Contributorio	Porcentaje estadístico de la productividad de los trabajos no contributorios		
		Análisis y evaluación de propuesta de mejora de la partida evaluada.		

**Elaboración:** Los autores

### 3.2.2. Definición operacional de variables

**Tabla 11.** Definición operacional de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL
Metodología Lean Construction y Herramientas de la Calidad	Determinar la metodología para medir y realizar las secuencias de los datos para ser evaluado de manera práctica, aproximándose al objetivo principal
Productividad	Maximizar la productividad de las cuadrillas encargadas de la ejecución de las partidas de casco estructural, maximizar los valores que el cliente percibe y disminuir los desperdicios que no generan valor agregado

**Elaboración:** Los autores

### 3.3. Población y muestra

#### 3.3.1 Población

En esta investigación se utilizará población de la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508 ubicado en el distrito de Imperial - provincia de Cañete - departamento de Lima.

**Tabla 12.** Coordenadas

Coordenadas UTM	Norte	Sur
	13°00'32.3"S	76°22'45.6"W

**Elaboración:** Los autores



**Figura 24.** Mapa de ubicación  
**Elaboración:** Los autores

### 3.3.2 Muestra

**Tabla 13.** Marco muestral

Elementos	Partidas	Número de muestras	Periodo
Zapata	Encofrado	40	2 minutos
	Acero	40	2 minutos
	Concreto	40	2 minutos
Columna	Encofrados	40	2 minutos
	Acero	40	2 minutos
	Concreto	40	2 minutos
Viga	Encofrado	40	2 minutos
	Acero	40	2 minutos
	Concreto	40	2 minutos
Losa aligerada	Encofrados	40	2 minutos
	Acero	40	2 minutos
	Concreto	40	2 minutos
Total	12	480	960 minutos

**Elaboración:** Los autores

Las partidas de Casco Estructural en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508, ubicado en el distrito de Imperial - provincia de Cañete - departamento de Lima; lo cual comprende las partidas de zapata, columna, viga y losa aligerada. Se procedió a tomar 480 muestras de medición de los tipos de trabajo desempeñados por las cuadrillas a analizar por un periodo de cada 2 minutos

### 3.3.3 Técnicas de investigación

La realización de la planificación de esta investigación para que tenga confiabilidad se encuentra basado por la teoría Lean Construction, en la cual se observa el resultado de lo planificado. Contando con

toda la información requerida para proyectar la metodología como planes de trabajo, metrados, presupuesto y fichas técnicas de materiales. En el proceso de la implementación de la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad mediante formatos llenados por la medición de datos:

- Cronograma Maestro
- Sectorización
- Tren de actividades
- Plan semanal
- Tareo diario
- Porcentaje de plan cumplido
- Análisis de restricciones
- Carta balance
- Diagrama de flujo

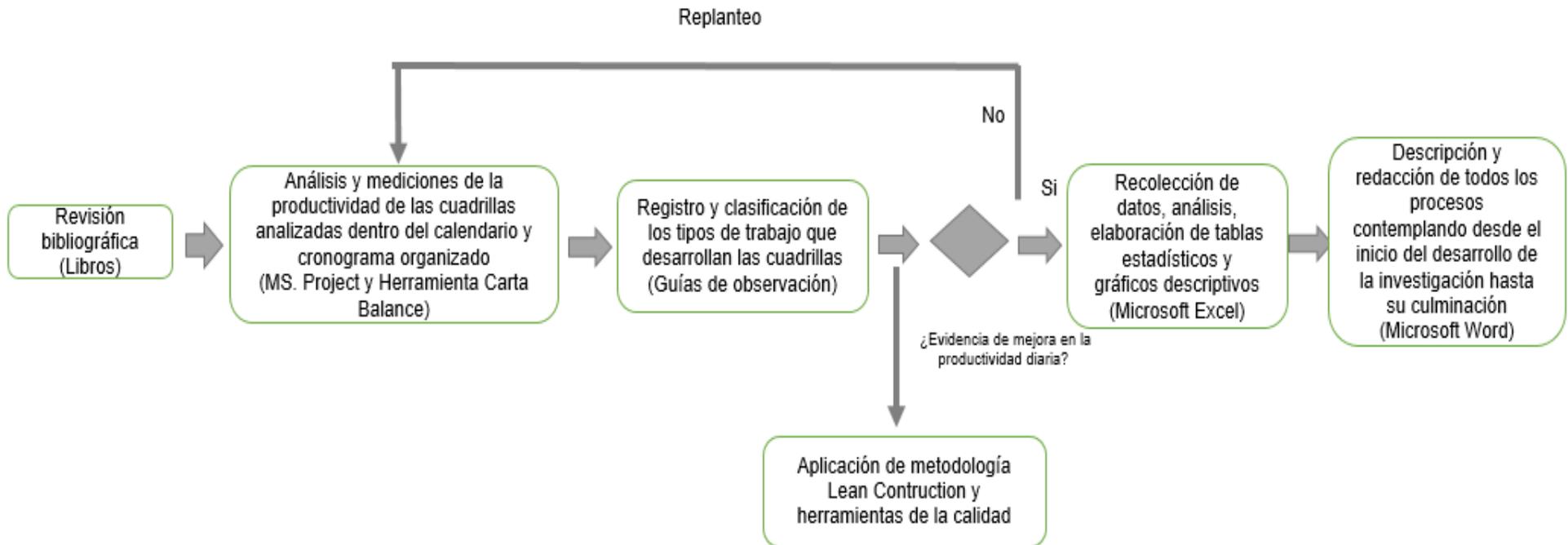
#### **3.3.4 Instrumento para el procesamiento de la información**

Los diferentes tipos de formato se utilizarán junto a la recopilación de datos realizados en el área de trabajo que son cuantitativos que serán representados en gráficos, tablas y figuras que hacen referencia en la demostración de la hipótesis de la presente investigación.

Los datos que se obtuvieron fueron procesados mediante los siguientes instrumentos:

- Libros
- Microsoft Project
- Guías de Observaciones
- Microsoft Excel
- Microsoft Word

### 3.3.5 Procedimiento



**Figura 25.** Procedimiento de la investigación  
**Elaboración:** Los autores

## **CAPÍTULO IV**

### **DESARROLLO DEL PROYECTO**

#### **4.1 Datos generales del proyecto**

##### **4.1.1 Descripción del proyecto**

La descripción del proyecto en el cual se realizó el estudio y análisis de la presente tesis es en la obra Reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508, ubicado en el distrito de Imperial - provincia de Cañete - departamento de Lima.



**Figura 26.** Ubicación de la obra  
**Elaboración:** Los autores

La propuesta estructural planteada en el proyecto contempla la construcción de cinco pabellones educativos (Pabellón 1A, Pabellón 1B, Pabellón 2, Pabellón 3A, Pabellón 3B), tres escaleras, un módulo de servicios higiénicos, un estrado, cisterna, tanque elevado y el cerco perimétrico del local escolar. Los módulos son edificaciones de dos niveles destinados para uso educativo y administrativo. El cerco perimétrico proyectado se encuentra apoyado directamente sobre el terreno estable y cuya altura y longitud están de acuerdo a lo indicado en el proyecto arquitectónico.



**Figura 27.** Visita al colegio San Isidro N° 21508  
**Elaboración:** Los autores



**Figura 28.** Visita al colegio San Isidro N° 21508  
**Elaboración:** Los autores

De acuerdo a la programación arquitectónica, los módulos a diseñar son los siguientes:

- Un pabellón y aulas. (Pabellón 1B)
- Un pabellón, aulas y S.S.H.H. (Pabellón 1A)
- Un pabellón Sum, laboratorio de idiomas, sala de APAFA, administrativo. (Pabellón 3A)
- Un pabellón, laboratorios y biblioteca. (Pabellón 3B)
- Un módulo de servicios higiénicos.
- Un módulo puente.
- Un módulo ascensor.
- Un estrado y cobertura.
- Una losa deportiva.
- Obras exteriores: Cisterna, tanque elevado, rampas, una portada de ingreso, escaleras, jardines y cerco perimétrico.



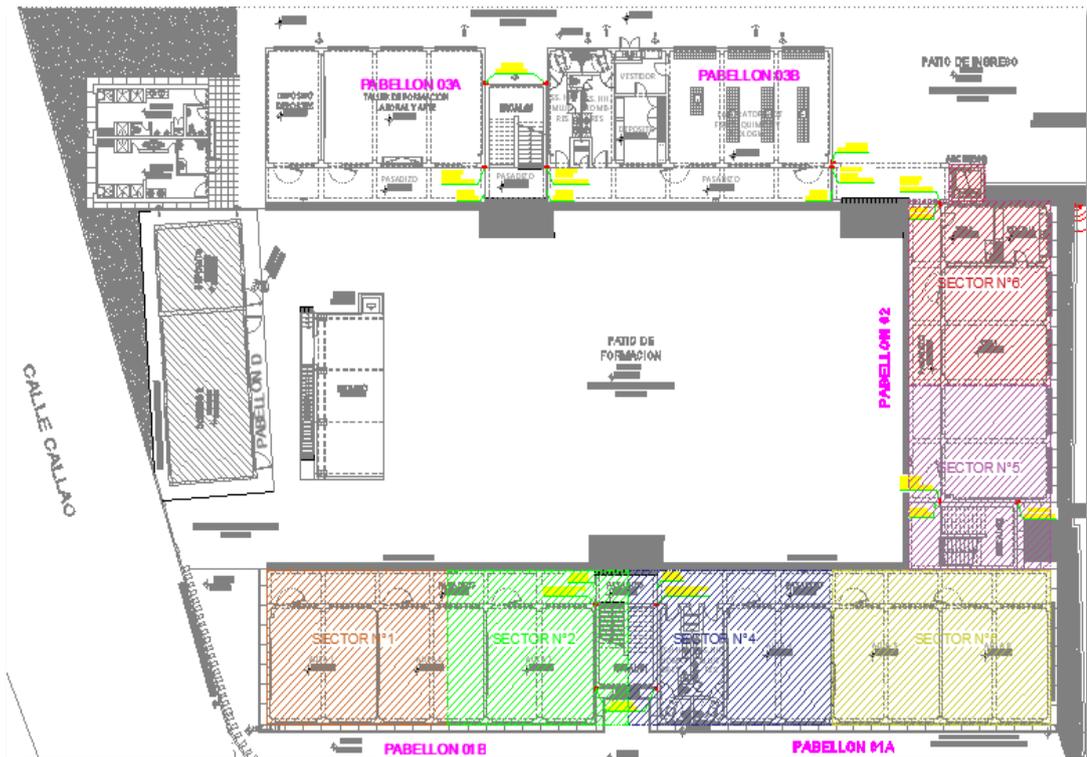
**Figura 29.** Pabellones 1A, 1B  
**Elaboración:** Los autores



**Figura 30.** Visita a obra  
**Elaboración:** Los autores

#### **4.1.2. Sectorización**

La obra está sectorizada pabellón 1A, pabellón 1B, pabellón 2, pabellón 3A, pabellón 3B, servicios higiénicos y estrado.



**Figura 31.** Sectorización de la obra  
**Elaboración:** Los autores

#### 4.2. Programación semanal

Conlleva a ejecutar las partidas programadas durante la semana, con la finalidad de realizar el correcto proceso constructivo en las diferentes partidas programadas. Para realizar la correcta programación se deben considerar las siguientes fases.

- Estructuras
- Arquitectura
- Instalaciones eléctricas
- Instalaciones sanitarias

En la figura N° 6, la programación semanal muestra las partidas a ejecutar en la fase de estructuras. En esta programación se coloca el proyectado de los avances diarios en las partidas a ejecutar en los diferentes sectores.

PARTIDA	PARTIDA	UND.	METRADO TOTAL	METRADO ACUMULADO	AVANCE SEMANAL	SEMANA 8						
						LUN	MAR.	MIÉ.	JUE	VIÉ	SAB.	DOM.
	<b>MODULOS</b>					26-Abr	27-Abr	28-Abr	29-Abr	30-Abr	1-May	2-May
01												
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES											
01.02.10	TRAZO Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2	1,378.87	322.14								
	METRADO PROG. SEMANAL				6.00							
	METRADO AVANCE REAL				6.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00		
01.02.11	TRAZO Y REPLANTEO DURANTE LA EJECUCION	M2	2,428.83	440.81		0.00	0.00	0.00	0.00	0.00		
02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
02.01.01	EXCAVACION DE ZANJAS Y ZAPATAS RT<2.00 kg/cm2 Df= 1.50 m	M3	1,640.65	1,374.36								
	METRADO PROG. SEMANAL				0.00			S1	S1	S2		
	METRADO AVANCE REAL				0.00			19.92	19.92	39.84		
02.02.03	CIMENTOS CORRIDOS 1:10 + 30 % P.G.	M3	19.73					0.00	0.00	0.00		
	METRADO SEMANAL				0.00	S1	S2		S5	S6		
	METRADO AVANCE REAL				0.00	1.41	1.41		1.10	1.10		
						0.00	0.00		0.00	0.00		
02.03.02	ZAPATAS											
02.03.02.01	ZAPATAS.- CONCRETO 210 kg/cm2	M3	312.87	175.33								
	METRADO PROG. SEMANAL				43.13				S7	S7		
	METRADO AVANCE REAL				0.00				10.78	10.78		
02.03.02.02	ZAPATAS.- ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	351.16	203.54					0.00	0.00		
	METRADO PROG. SEMANAL				45.84				S7	S7		
	METRADO AVANCE REAL				0.00				11.46	11.46		
02.03.02.03	ZAPATAS.- ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm2	KG	11,172.27	5,995,822					0.00	0.00		
	METRADO PROG. SEMANAL				2,492.55	S7	S8	S8	S8			
	METRADO AVANCE REAL				830.85	415.4	415.4	415.4	415.4			
02.03.03	VIGAS DE CIMENTACION											
02.03.03.01	VIGAS DE CIMENT.- CONC. 210 kg/cm2	M3	42.93	28.06								
	METRADO PROG. SEMANAL				1.61						S7	
	METRADO AVANCE REAL				0.00						1.61	
02.03.03.02	VIGAS DE CIMENT.- ENCOF. Y DESENCOF	M2	325.71	208.80							0.00	
	METRADO PROG. SEMANAL				9.36						S7	
	METRADO AVANCE REAL				0.00						9.36	
02.03.03.03	VIGAS DE CIMENT.- ACERO F <sub>y</sub> =4,200 kg/cm2	KG	7,277.06	3,402.05							0.00	
	METRADO PROG. SEMANAL				400.68	S7	S7	S7	S8	S8		
	METRADO AVANCE REAL				171.72	114.5	114.5	114.5	171.72	171.72		
02.03.04	SOBRECIMIENTO REFORZADO											
02.03.04.02	SOBRECIMIENTO REFORZADO.- CONC. 210 kg/cm2	M3	0.00	0.00								
	METRADO PROG. SEMANAL			0.00							S1	
	METRADO AVANCE REAL				0.00						1.34	
											0.00	
02.03.05.01	PLACAS, CONCRETO f'c=210 Kg/cm2.- 1 PISO	M3	32.24									
	METRADO PROG. SEMANAL				76.16				S7	S7		
	METRADO AVANCE REAL				76.16				24.50	24.50		
02.03.05.04	PLACAS.- ACERO F <sub>y</sub> =4200 kg/cm2	KG	4,824.87	2,262.05					0.00	0.00		
	METRADO PROG. SEMANAL				247.21	S7				S8		
	METRADO AVANCE REAL				0.00	246.06				266.26		

**Figura 32. Programación Semanal**  
**Elaboración: Los autores**

### 4.3. Estado situacional de la obra antes de aplicar la metodología Lean Construction y las herramientas de la Calidad

Se observó la falta de orden al momento de ejecutar las partidas, lo cual Genera un mal tren de trabajo y como consecuencia hace que la productividad sea pésima.

En la figura se observa un pésimo desarrollo en la ejecución del trabajo de alineamiento a nivel de zapatas.



**Figura 33.** Alineamiento y verificación de niveles en zapatas  
**Elaboración:** Los autores

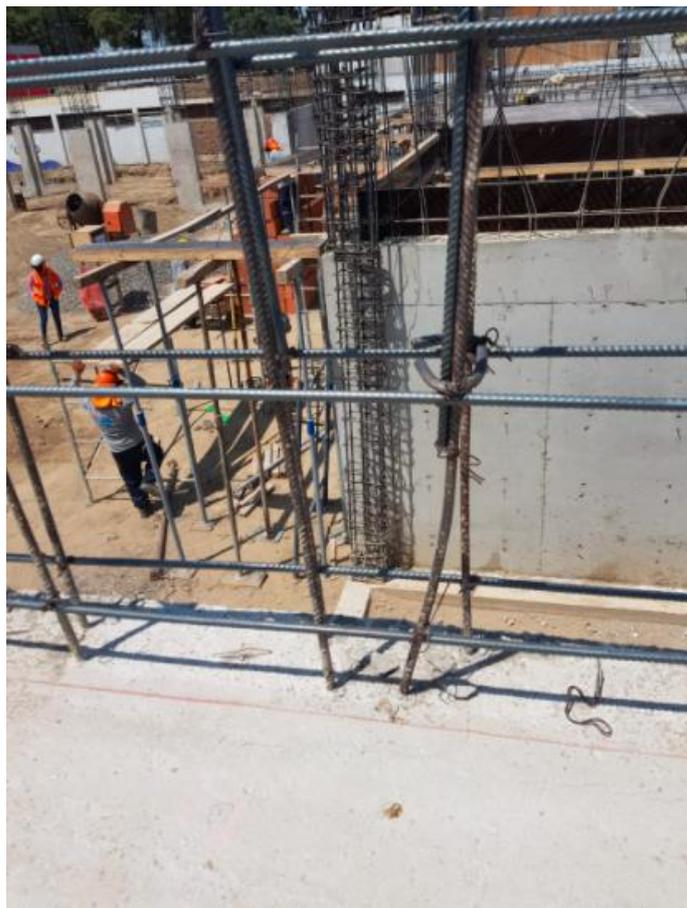
Se observó la falta de una metodología que mejore el control de calidad al momento de ejecutar las partidas, ya que un mal control de calidad implica un mal proceso constructivo y genera trabajos rehechos lo genera pérdida de tiempo y costos.

En la columneta, se observó la presencia de acero producto del mal vibrado del concreto al momento de realizar el vaciado, generando así segregación.



**Figura 34.** Presencia de acero en columneta  
**Elaboración:** Los autores

Se observa el acero en la placa desalineado y mal grifado generando retraso con respecto a la ejecución de las partidas.



**Figura 35.** Mal colocado de acero en placa  
**Elaboración:** Los autores

Se observó la falta de una herramienta que ayude a programar la compra y uso de los materiales en obra evitando así retrasos por falta de materiales lo cual genera pérdidas en horas hombres, costos y no cumplir con lo programado.



**Figura 36.** Falta de cemento en obra  
**Elaboración:** Los autores

#### **4.4. Partidas a analizar**

Las partidas a analizar serán:

- Encofrado y desencofrado.
- Acero
- Concreto

Estas partidas serán analizadas en elementos como zapata, columna, viga y losa aligerada.

##### **a. Acero $f_y= 200\text{kg/cm}^2$**

Para la colocación del acero de  $f_y= 200\text{kg/cm}^2$  se deberán respetar los diámetros de todos los aceros estructurales especificados en los planos. El acero se colocará respetando las dimensiones y recubrimientos especificados en los planos, también serán asegurados de manera que durante el vaciado no se produzcan desplazamientos que sobrepasen las tolerancias permisibles.



**Figura 37** Medición de carta balance en acero  
**Elaboración:** Los autores

#### **b. Encofrado y desencofrado**

Los encofrados y sus soportes serán diseñados y construido bajo responsabilidad de la empresa ejecutora de la obra, teniendo muy en cuenta la resistencia de los materiales, sobre todo si serán usados reiteradas veces.

Todos los encofrados serán retirados en el tiempo indicado o cuando la resistencia especificada del concreto haya sido alcanzada, y de modo que no se ponga en peligro la estabilidad estructural o deterioro de su superficie.



**Figura 38.** Colocado de encofrado en columnas  
**Elaboración:** Los autores

**c. Concreto  $f'c= 201 \text{ kg/cm}^2$**

La dosificación de los materiales del concreto se realizará conforme indique su diseño de mezcla, con la finalidad de garantizar la resistencia optima del concreto en el tiempo determinado. El concreto será colocado y vibrado correctamente, con la finalidad de evitar vacíos que generen debilitamiento de los elementos estructurales.



**Figura 39.** Vaciado de concreto en losa aligerada  
**Elaboración:** Los autores

#### **4.4.1 Encofrado en zapatas**

##### **4.4.1.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios**

Para la realización del análisis de la carta balance se deberá de reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 14.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
CP	COLOCADO DE PANEL
ANP	APLOMADO Y NIVELADO DE PANEL
AHP	ALINEAMIENTO HORIZONTAL DEL PANEL
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
TM	TOMA DE MEDIDAS
DDP	DESPIECE DE PANEL
LCD	LIMPIEZA Y COLOCADO DE DESMOLDANTE
THE	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
AA	ARMADO DE ANDAMIOS
CV	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
RI	RECIBIR INSTRUCCIONES
DI	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
TR	TRabajos REHECHOS
SH	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
UC	USAR EL CELULAR
DH	DESCANSAR O HACER HORA
E	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores.

#### 4.4.1.2 Distribución del personal

La cuadrilla de encofrado en zapata estará conformada por 0.1 capataz + operario + oficial. Tomando como referencia a tres cuadrillas para el encofrado de zapatas.

**Tabla 15.** Cuadrilla de obreros

	Actividad	Nombre	Código
I	ENCOFRADO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
II	ENCOFRADO	VILLALOBOS SALAZAR USUEL	OPERARIO
III	ENCOFRADO	BECERRA GAMONAL ERNESTO	OPERARIO
IV	ENCOFRADO	SULLON RAMOS SAMY	OPERARIO
V	ENCOFRADO	DIAZ DÍAZ JESÚS	OFICIAL
VI	ENCOFRADO	SALDAÑA CARBAJAL PERCY	OFICIAL
VII	ENCOFRADO	VASQUEZ ESTELA TIMOTEO	OFICIAL

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.1.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 12 de abril del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de encofrado en zapata.

Tomando como muestra las zapatas del pabellón 1A.

#### Muestra N° 1 (12/04/21)

**Tabla 16.** Lectura de la carta balance en encofrado de zapatas

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	RI	RI	RI	UC	RI	RI	UC
2	DI	RI	RI	RI	RI	RI	RI
3	DI	UC	UC	THE	THE	THE	THE
4	DI	E	UC	THE	THE	SH	THE
5	DI	TM	TM	THE	THE	E	THE
6	E	TM	TM	TM	THE	TM	THE
7	DI	TM	TM	TM	TM	DDP	DDP
8	DI	SH	TM	DDP	TM	RI	DDP
9	UC	E	RI	DDP	TM	SH	UC
10	RI	TM	CP	DDP	DDP	E	DDP
11	RI	CP	CP	LCD	DDP	LCD	THE
12	SH	TM	TM	LCD	DDP	LCD	TM
13	THE	TM	TM	THE	UC	LCD	THE
14	DI	CP	E	RI	UC	RI	E
15	DI	E	SH	RI	RI	THE	THE
16	SH	ANP	CP	E	LCD	THE	TR
17	THE	E	CP	E	LCD	TR	TR
18	AHP	ANP	CP	UC	LCD	TR	UC
19	E	E	TM	SH	DH	RI	RI
20	DI	TR	TM	E	RI	RI	E
21	DI	DH	UC	TR	TM	TM	DH
22	AHP	AHP	SH	TR	TR	E	THE
23	AHP	RI	AHP	TM	TM	UC	TM
24	DI	CP	DH	TM	RI	TM	TM
25	RI	CP	AHP	DDP	TM	TM	RI
26	TM	RI	AHP	THE	UC	SH	DH
27	RI	DH	SH	RI	RI	TR	TR
28	RI	SH	UC	UC	CP	TM	LCD

29	UC	E	TM	E	TR	LCD	LCD
30	SH	CP	TM	CP	CP	LCD	LCD
31	DI	CP	CP	CP	THE	THE	UC
32	E	UC	ANP	CP	DDP	THE	E
33	E	E	E	E	DDP	THE	TM
34	ANP	ANP	ANP	E	LCD	E	TM
35	ANP	UC	CP	UC	LCD	THE	SH
36	ANP	ANP	CP	TM	THE	UC	E
37	DI	TM	CP	DDP	THE	TR	TM
38	UC	AHP	E	TM	RI	TM	TM
39	E	E	E	LCD	SH	TM	SH
40	AHP	TM	AHP	LCD	UC	LCD	TM

Elaboración: Los autores

Tabla 17. Distribución del trabajo general

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>	<b>14%</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>	<b>55%</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>31%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Elaboración: Los autores

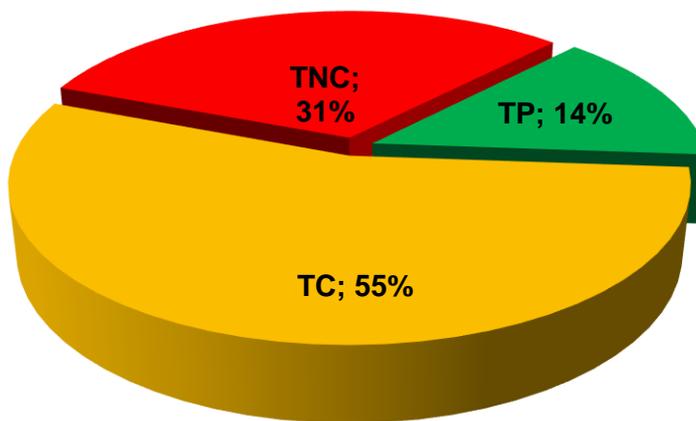


Figura 40. Distribución del trabajo general

Elaboración: Los autores.

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 14% de trabajos productivos, un porcentaje muy bajo, en comparación al 55% de trabajos contributivos y un 31% de trabajos no contributivos.

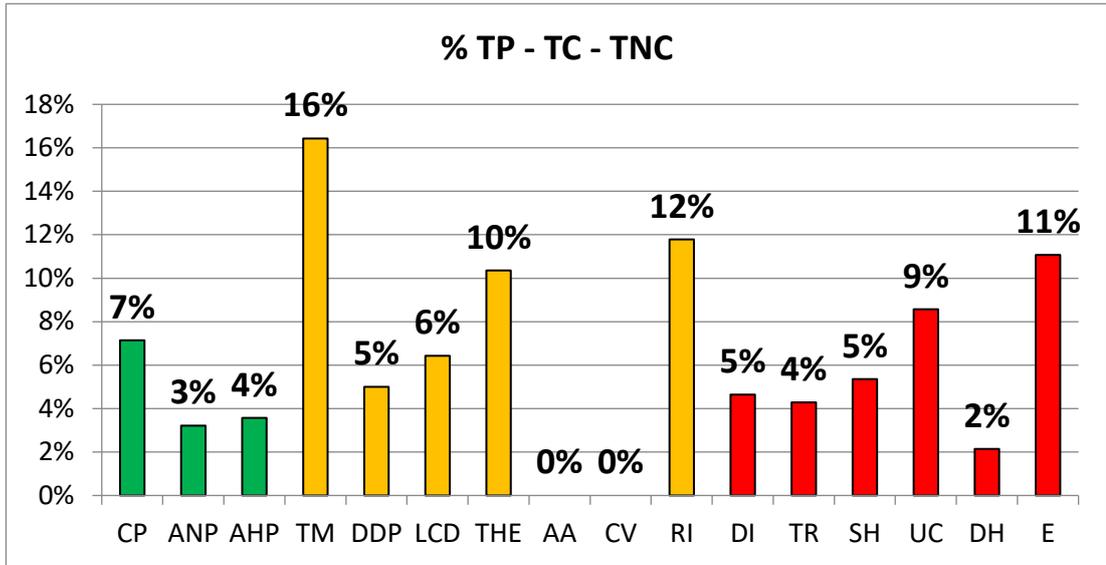
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 6 m<sup>2</sup>/día. Rendimiento que está en un 25% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la primera muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 18.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

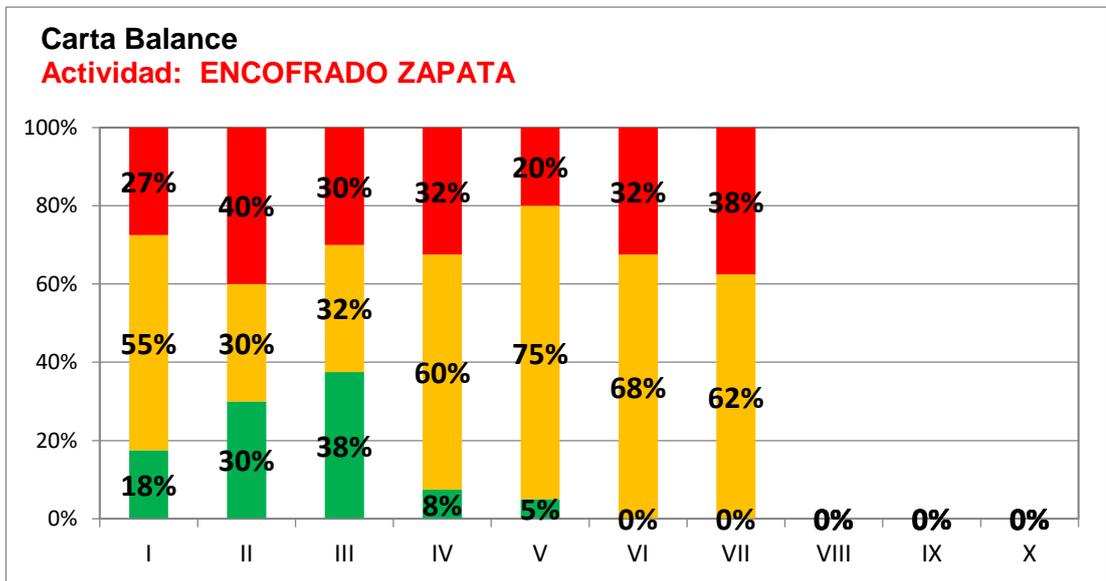
	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL	%
CP	-	6	9	3	2	-	-	20	7%
ANP	3	4	2	-	-	-	-	9	3%
AHP	4	2	4	-	-	-	-	10	4%
TM	1	8	10	6	6	7	8	46	16%
DDP	-	-	-	5	5	1	3	14	5%
LCD	-	-	-	4	5	6	3	18	6%
THE	2	-	-	5	7	7	8	29	10%
AA	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
CV	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
RI	6	4	3	4	7	6	3	33	12%
DI	13	-	-	-	-	-	-	13	5%
TR	-	1	-	2	2	4	3	12	4%
SH	3	2	3	1	1	3	2	15	5%
UC	3	3	4	4	4	2	4	24	9%
DH	-	2	1	-	1	-	2	6	2%
E	5	8	4	6	-	4	4	31	11%
<b>TOTAL</b>								<b>280</b>	<b>100%</b>

Elaboración: Los autores



**Figura 41.** Porcentaje de trabajos  
**Elaboración:** Los autores

- Por lo general se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 42.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 27% de trabajos no contributorios, 55% de trabajos contributorios y apenas un 18% de trabajos productivos, lo cual indica poca productividad de su parte.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 40% en trabajos no contributorios, 30% en trabajos contributorios y 30% en trabajos productivos, observándose un porcentaje alto en trabajos no contributorios.
- Se observa en el trabajador número tres un 30% de trabajos no productivos, 32% de trabajos contributorios y un 38% de trabajos productivos, el alto porcentaje de trabajos no contributorios impide que haya una mejora en la productividad.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 32% de trabajos no contributorios, 60% de trabajos contributorios y un 8% de trabajos productivos, lo cual indica que el trabajador solo está aportando en la productividad mas no está produciendo.
- Se observa en el trabajador número cinco un 20% de trabajos no contributorios, 75% de trabajos contributorios y un 5% de trabajos productivos, lo cual indica que el trabajador solo está aportando en la productividad mas no está produciendo.
- Se observa en el trabajador número seis un 32% de trabajos no contributorios, 68% de trabajos contributorios.
- Se observa en el trabajador número siete un 38% de trabajos no contributorios, 62% de trabajos contributorios.

#### **4.4.2 Acero $f_y = 4200 \text{ kg/cm}^2$ en zapatas**

##### **4.4.2.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios**

Para la realización del análisis de la carta balance se deberá de reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios.

Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 19.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
CAR	COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO (UBICACIÓN, CUANTILLA Y ESPARCIAMIENTO)
VVH	VERIFICACION DE LA VERTICALIDAD Y HORIZONTALIDAD DEL ACERO
VRM	VERIFICACION DE RECUBRIMIENTO MINIMO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
TM	TOMA DE MEDIDAS
DA	DESPIECE DE ACERO
HDA	HABILITAR Y DOBLADO DE ACERO
THE	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
AA	ARMADO DE ANDAMIOS
CV	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
RI	RECIBIR INSTRUCCIONES
DI	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
TR	TRABAJOS REHECHOS
SH	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
UC	USAR EL CELULAR
DH	DESCANSAR O HACER HORA
E	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.2.2 Distribución del personal

**Tabla 20.** Cuadrilla de obreros

	Actividad	Nombre	Código
I	ACERO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
II	ACERO	ZOLORZANO CAPILLO KAID	OPERARIO
III	ACERO	RIOS NUNTA PABLO	OPERARIO
IV	ACERO	CHUMPITAZ SANCHEZ SANDRO	OPERARIO
V	ACERO	MENDOZA ROQUE DANIEL	OFICIAL
VI	ACERO	ROMUALDO HILARIO JULTER	OFICIAL
VII	ACERO	ABREGU QUISPE ERICSON	OFICIAL

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.2.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 13 de abril del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de tendido de acero en zapatas

Tomando como muestra las zapatas pertenecientes al pabellón 1A.

#### Muestra N° 2 (13/04/21)

**Tabla 21.** Lectura de la carta balance en encofrado de zapatas

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	RI	RI	UC	RI	RI	UC	RI
2	RI	UC	UC	RI	RI	RI	RI
3	DI	TM	TM	THE	THE	THE	THE
4	UC	TM	UC	THE	THE	SH	UC
5	DI	TM	TM	SH	UC	UC	RI
6	E	E	UC	SH	THE	DA	THE
7	DI	E	TM	SH	E	DA	THE
8	DI	TM	TM	HDA	HDA	UC	THE
9	UC	TM	E	HDA	HDA	SH	THE

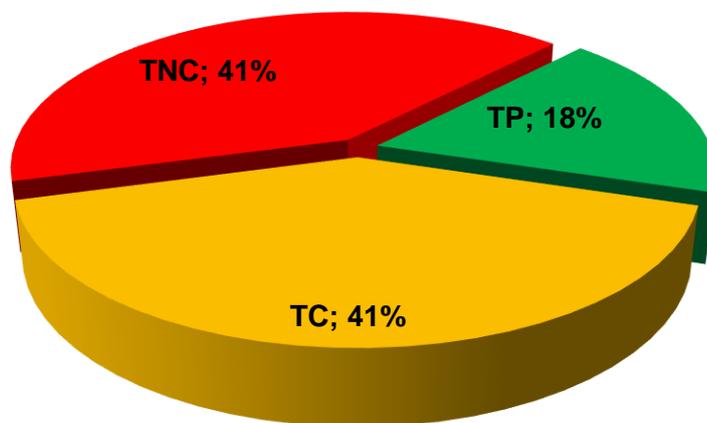
10	RI	CAR	CAR	UC	SH	DA	E
11	UC	CAR	CAR	HDA	DA	UC	THE
12	SH	UC	CAR	THE	TM	DA	DA
13	THE	VVH	CAR	VRM	VRM	UC	E
14	DI	TR	TR	UC	TR	E	UC
15	DI	VVH	VVH	TM	TM	THE	THE
16	SH	CAR	CAR	SH	DH	THE	DA
17	THE	TM	UC	DH	RI	DH	DA
18	UC	CAR	CAR	THE	HDA	HDA	DA
19	E	E	DH	UC	DH	RI	RI
20	DI	VVH	VVH	TM	SH	THE	E
21	E	VRM	TR	UC	DH	E	DA
22	UC	VRM	CAR	TM	HDA	THE	THE
23	DI	CAR	VVH	E	E	HDA	DA
24	DI	CAR	CAR	UC	E	HDA	DA
25	RI	VRM	TR	E	TM	TM	E
26	UC	VRM	VVH	UC	UC	SH	DH
27	TM	CAR	SH	TM	UC	TR	TR
28	RI	TR	TM	DH	HDA	UC	DA
29	DI	VVH	VVH	TR	UC	SH	DA
30	TM	TR	VVH	TM	THE	THE	E
31	DI	VRM	VRM	UC	TR	TR	UC
32	SH	TR	TR	E	THE	THE	E
33	DI	VVH	VVH	VRM	VRM	THE	DA
34	UC	CAR	CAR	VRM	UC	HDA	DA
35	CAR	UC	TM	E	E	THE	DA
36	CAR	UC	DH	TR	E	SH	DH
37	DI	CAR	CAR	DH	DH	UC	E
38	DI	VVH	VVH	VRM	VRM	E	UC
39	DH	UC	TR	TR	THE	THE	E
40	UC	E	CAR	TM	TM	E	SH

Elaboración: Los autores

Tabla 22. Distribución del trabajo general

TRABAJO PRODUCTIVO	18%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	41%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	41%
TOTAL	100%

Elaboración: Los autores



**Figura 43.** Distribución del trabajo general  
**Elaboración:** Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 18% de trabajos productivos, un porcentaje muy bajo, en comparación al 41% de trabajos contributorios y trabajos no contributorios.

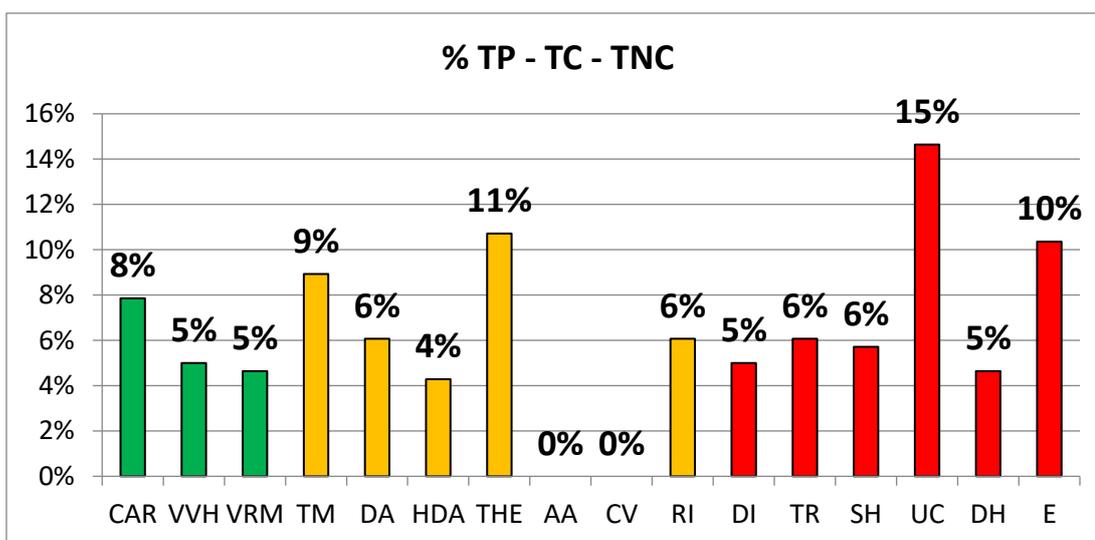
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 175 kg/día. Rendimiento que está en un 30% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente, se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la primera muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 23.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL	%
CAR	2	9	11	-	-	-	-	22	8%
VVH	-	6	8	-	-	-	-	14	5%
VRM	-	5	1	4	3	-	-	13	5%
TM	2	6	6	6	4	1	-	25	9%
DA	-	-	-	-	1	4	12	17	6%
HDA	-	-	-	3	5	4	-	12	4%
THE	2	-	-	4	6	10	8	30	11%
AA	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
CV	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
RI	5	1	-	2	3	2	4	17	6%
DI	14	-	-	-	-	-	-	14	5%
TR	-	4	5	3	2	2	1	17	6%
SH	3	-	1	4	2	5	1	16	6%
UC	8	5	5	7	5	7	4	41	15%
DH	1	-	2	3	4	1	2	13	5%
E	3	4	1	4	5	4	8	29	10%
<b>TOTAL</b>	<b>280</b>								<b>100%</b>

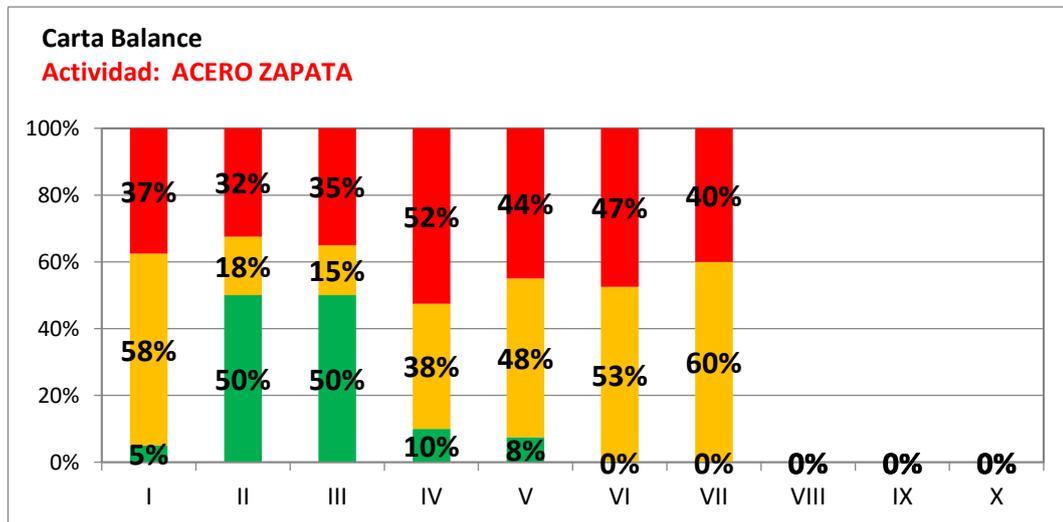
Elaboración: Los autores



**Figura 44.** Porcentaje de trabajos

Elaboración: Los autores

- Por lo general, se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 45.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 37% de trabajos no contributivos, 58% de trabajos contributivos y apenas un 5% de trabajos productivos, lo cual indica poca productividad de su parte.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 32% en trabajos no contributivos, 18% en trabajos contributivos y 50% en trabajos productivos, observándose un porcentaje alto en trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 35% en trabajos no contributivos, 15% en trabajos contributivos y 50% en trabajos productivos, observándose un porcentaje alto en trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 52% de trabajos no contributivos, 38% de trabajos contributivos y un 10% de trabajos productivos, lo cual indica un alto porcentaje de trabajos no contributivos.

- Se observa en el trabajador número cinco un 44% de trabajos no contributorios, 48% de trabajos contributorios y un 8% de trabajos productivos, lo cual indica un alto porcentaje de trabajos no contributorios.
- Se observa en el trabajador número seis un 47% de trabajos no contributorios, 53% de trabajos contributorios.
- Se observa en el trabajador número siete un 40% de trabajos no contributorios, 60% de trabajos contributorios.

#### **4.4.3 Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en zapatas**

##### **4.4.3.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios**

Para la realización del análisis de la carta balance, se debe reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 24.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
CC	COLOCADO DE CONCRETO
VDC	VIBRADO DE CONCRETO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
PDC	PREPARADO DEL CONCRETO
TDC	TRASLADO DEL CONCRETO
VNC	VERIFICACION DE NIVEL DE VACIADO DE CONCRETO
THE	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
AA	ARMADO DE ANDAMIOS
CV	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
RI	RECIBIR INSTRUCCIONES
DI	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
TR	TRABAJOS REHECHOS
SH	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
UC	USAR EL CELULAR
DH	DESCANSAR O HACER HORA
E	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.3.2 Distribución del personal

**Tabla 25.** Cuadrilla de obreros

	<b>Actividad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
I	CONCRETO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
II	CONCRETO	ESCARSINA HUAMAN JOEL	OPERARIO
III	CONCRETO	TORRES MELENDES JUAN	OPERARIO
IV	CONCRETO	ZAMUDIO MENDIETA MIGUEL	OFICIAL
V	CONCRETO	FLORES ASCUE ROBIN	OFICIAL
VI	CONCRETO	CAMPOS ESPINO AGUSTIN	OPERARIO DE EQUIPO LIVIANO
VII	CONCRETO	HUAMAN RIOS BRAULIO	OPERARIO DE EQUIPO LIVIANO
VIII	CONCRETO	ZAMORA ROJAS DILMER	PEON
IX	CONCRETO	ASTUQUIPAN CABRERA CARLOS	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.3.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 14 de abril del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de colocado de concreto en zapatas.

Tomando como muestra las zapatas del pabellón 1A.

#### Muestra N° 3 (14/04/21)

**Tabla 26.** Lectura de la carta balance en concreto de zapatas

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII
1	DI	RI	UC	RI	RI	RI	RI	UC
2	DI	RI	RI	THE	THE	THE	UC	RI
3	E	THE	THE	UC	UC	SH	THE	THE
4	DI	THE	UC	THE	THE	THE	THE	THE
5	DI	THE	THE	UC	UC	VNC	VNC	DH
6	E	THE	THE	CC	CC	VNC	VNC	TDC
7	DI	RI	E	VDC	E	SH	TR	UC
8	DI	RI	PDC	CC	CC	UC	E	TDC
9	UC	PDC	PDC	DH	UC	VNC	VNC	E
10	RI	PDC	UC	CC	CC	VNC	UC	TDC
11	RI	PDC	PDC	CC	E	E	VDC	TDC
12	SH	E	PDC	CC	CC	VDC	VDC	RI
13	RI	E	UC	UC	UC	UC	E	UC
14	UC	PDC	PDC	CC	CC	VDC	VDC	TDC
15	VNC	UC	PDC	CC	DH	VDC	VDC	UC
16	DI	PDC	PDC	CC	CC	SH	VDC	TDC
17	RI	UC	UC	E	E	VDC	E	SH
18	SH	PDC	PDC	CC	CC	VDC	VDC	E
19	VNC	PDC	E	CC	CC	VDC	VDC	TDC
20	DI	PDC	PDC	SH	CC	DH	DH	TDC
21	DI	PDC	PDC	CC	CC	UC	THE	E
22	VNC	E	E	CC	CC	THE	THE	TDC
23	DI	RI	RI	CC	CC	E	E	UC
24	RI	PDC	PDC	E	E	VNC	VNC	DH
25	DI	PDC	PDC	RI	RI	VNC	VNC	UC
26	DI	PDC	UC	CC	CC	DH	VNC	TDC
27	VNC	PDC	PDC	CC	SH	VDC	VDC	DH
28	VNC	RI	RI	CC	CC	VDC	VDC	UC
29	VNC	PDC	PDC	THE	THE	SH	SH	RI
30	VNC	PDC	PDC	CC	CC	UC	UC	TDC

31	DI	PDC	UC	E	E	VDC	VDC	E
32	DI	PDC	PDC	UC	UC	VDC	VDC	TDC
33	VNC	PDC	PDC	DH	DH	TR	TR	SH
34	DI	E	E	DH	DH	VDC	VDC	UC
35	SH	PDC	PDC	CC	CC	VDC	VDC	TDC
36	VNC	PDC	SH	CC	E	VDC	E	TDC
37	VNC	PDC	PDC	CC	CC	DH	VDC	UC
38	E	E	E	E	E	VDC	VDC	RI
39	VNC	UC	UC	UC	UC	UC	VDC	THE
40	VNC	THE						

Elaboración: Los autores

Tabla 27. Distribución del trabajo general

TRABAJO PRODUCTIVO	19%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	48%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	33%
TOTAL	100%

Elaboración: Los autores

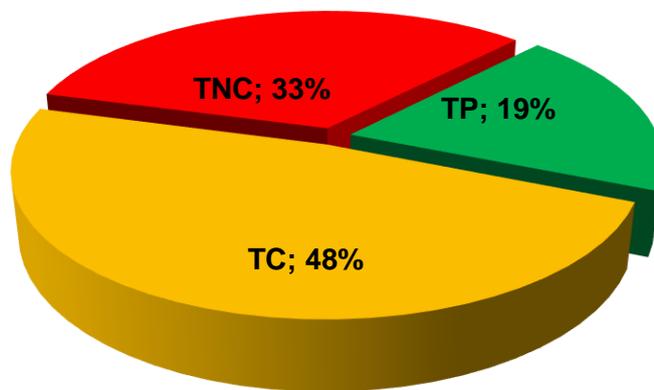


Figura 46. Distribución del trabajo general

Elaboración: Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 19% de trabajos productivos, un porcentaje muy bajo, en comparación al 43% de trabajos contributorios y 33% trabajos no contributorios.

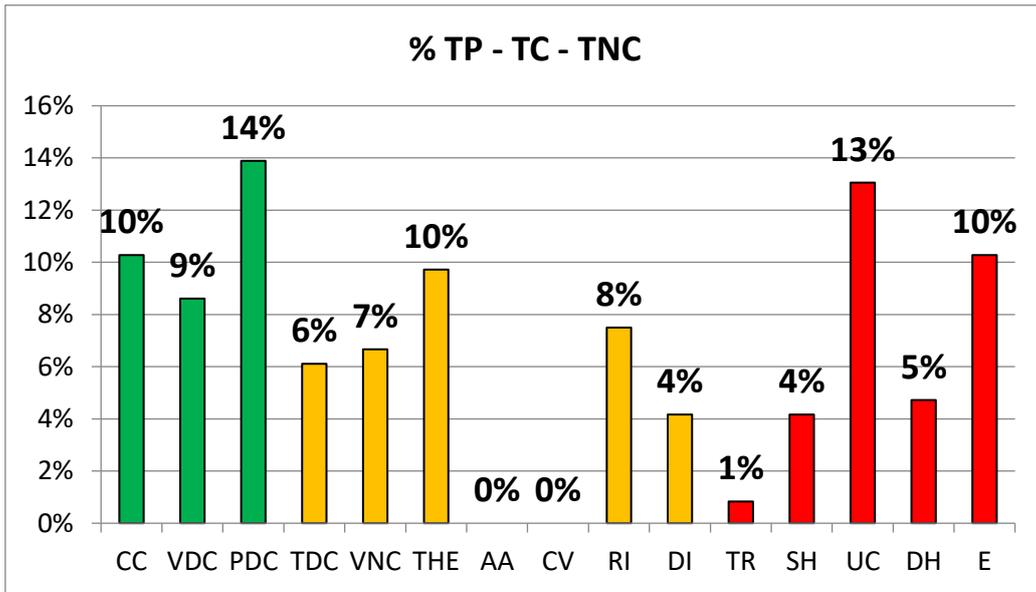
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 8 m<sup>3</sup>/día. Rendimiento que está en un 36% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la tercera muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 28.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

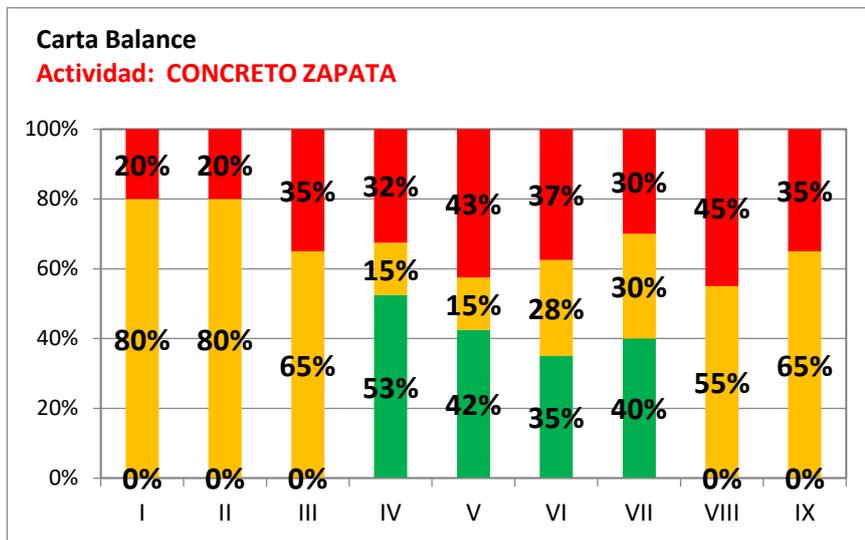
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL	%
<b>CC</b>	-	-	-	20	17	-	-	-	-	37	10%
<b>VDC</b>	-	-	-	1	-	14	16	-	-	31	9%
<b>PDC</b>	-	21	19	-	-	-	-	-	10	50	14%
<b>TDC</b>	-	-	-	-	-	-	-	14	8	22	6%
<b>VNC</b>	12	-	-	-	-	6	6	-	-	24	7%
<b>THE</b>	-	5	4	4	4	4	5	4	5	35	10%
<b>AA</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
<b>CV</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
<b>RI</b>	5	6	3	2	2	1	1	4	3	27	8%
<b>DI</b>	15	-	-	-	-	-	-	-	-	15	4%
<b>TR</b>	-	-	-	-	-	1	2	-	-	3	1%
<b>SH</b>	3	-	1	1	1	4	1	2	2	15	4%
<b>UC</b>	2	3	8	5	6	5	3	9	6	47	13%
<b>DH</b>	-	-	-	3	3	3	1	3	4	17	5%
<b>E</b>	3	5	5	4	7	2	5	4	2	37	10%
<b>TOTAL</b>										360	100%

Elaboración: Los autores



**Figura 47.** Porcentaje de trabajos  
**Elaboración:** Los autores

- Por lo general se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 48.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 20% de trabajos no contributivos, 80% de trabajos contributivos, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos contributivos, pero no trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 20% de trabajos no contributivos, 80% de trabajos contributivos, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos contributivos, pero no trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 35% de trabajos no contributivos, 65% de trabajos contributivos, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos contributivos, pero no trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 32% de trabajos no contributivos, 15% de trabajos contributivos y un 53% de trabajos productivos, lo cual indica un porcentaje alto en trabajos productivos, pero de igual forma tiene el porcentaje de trabajos no contributivos muy elevado.
- Se observa en el trabajador número cinco un 43% de trabajos no contributivos, 15% de trabajos contributivos y un 42% de trabajos productivos, lo cual indica un alto porcentaje de trabajos no contributivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 37% de trabajos no contributivos, 28% de trabajos contributivos y 35% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número siete un 30% de trabajos no contributivos, 30% de trabajos contributivos y 40% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número ocho un 45% de trabajos no contributivos, 55% de trabajos contributivos.
- Se observa en el trabajador número nueve un 35% de trabajos no contributivos, 65% de trabajos contributivos.

#### 4.4.4 Acero $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ en columnas

##### 4.4.4.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios

Para la realización del análisis de la carta balance, se debe reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 29.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
CAR	COLOCACIÓN DE ACERO DE REFUERZO (UBICACIÓN, CUANTILLA Y ESPARCIAMIENTO)
VCE	VERIFICACIÓN DE COLOCACIÓN DE ACERO /ESTRIBO
VAR	VERIFICACION DE APLOMO /RECUBRIMIENTO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
TM	TOMA DE MEDIDAS
DA	DESPIECE DE ACERO
HDA	HABILITAR Y DOBLADO DE ACERO
THE	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
AA	ARMADO DE ANDAMIOS
CV	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
RI	RECIBIR INSTRUCCIONES
DI	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
TR	TRabajos REHECHOS
SH	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
UC	USAR EL CELULAR
DH	DESCANSAR O HACER HORA
E	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.4.2 Distribución del personal

**Tabla 30.** Cuadrilla de obreros

	Actividad	Nombre	Código
I	ACERO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
II	ACERO	ZOLORZANO CAPILLO KAID	OPERARIO
III	ACERO	RIOS NUNTA PABLO	OPERARIO
IV	ACERO	CHUMPITAZ SANCHEZ SANDRO	OPERARIO
V	ACERO	MENDOZA ROQUE DANIEL	OFICIAL
VI	ACERO	ROMUALDO HILARIO JULTER	OFICIAL
VII	ACERO	ABREGU QUISPE ERICSON	OFICIAL

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.4.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 15 de abril del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de colocado de acero en columnas. Tomando como muestra las columnas del pabellón 1A.

#### Muestra N° 4 (15/04/21)

**Tabla 31.** Lectura de la carta balance en acero de columnas

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	DI	RI	RI	RI	RI	THE	THE
2	DI	RI	DI	RI	RI	THE	THE
3	DI	RI	DH	TM	TM	E	THE
4	DI	HDA	DH	TM	TM	E	THE
5	DI	HDA	DA	TM	TM	THE	THE
6	DI	DH	UC	DA	AA	AA	AA
7	DI	E	UC	DA	AA	AA	AA
8	VCE	E	DA	DA	AA	AA	AA
9	VCE	HDA	E	UC	AA	AA	AA
10	VCE	HDA	DA	DA	AA	AA	AA
11	VCE	E	DA	UC	AA	AA	E
12	VCE	HDA	E	UC	AA	AA	AA

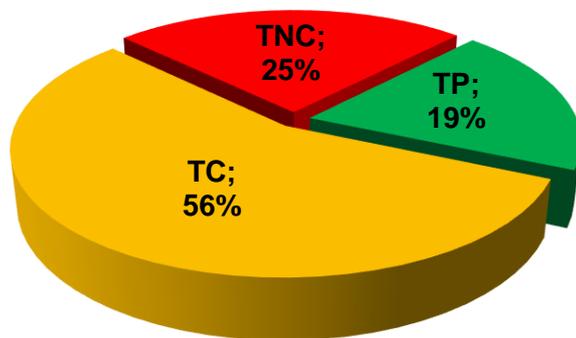
13	VCE	HDA	UC	DA	AA	CV	CV
14	VCE	CAR	CAR	E	DA	CV	CV
15	VCE	CAR	CAR	DA	DA	CV	CV
16	VCE	E	DH	DA	DA	CV	CV
17	DI	E	CAR	DA	DA	SH	UC
18	DI	CAR	CAR	DA	DA	SH	UC
19	DI	CAR	CAR	DA	DA	E	UC
20	DI	CAR	E	TM	TM	RI	RI
21	UC	CAR	E	TM	TM	THE	THE
22	UC	CAR	CAR	TM	TM	THE	THE
23	SH	RI	CAR	TM	TM	THE	THE
24	SH	RI	CAR	TM	TM	THE	THE
25	E	CAR	CAR	TM	TM	SH	THE
26	E	VCE	E	RI	TM	SH	THE
27	E	VCE	VCE	THE	RI	THE	E
28	E	SH	UC	THE	RI	THE	E
29	RI	SH	UC	THE	UC	THE	SH
30	RI	SH	SH	THE	VCE	THE	SH
31	RI	UC	VCE	SH	VCE	THE	SH
32	RI	TR	TR	SH	THE	THE	THE
33	RI	TR	TR	VCE	VCE	THE	THE
34	VAR	CAR	CAR	THE	THE	VAR	THE
35	VAR	VAR	VAR	THE	THE	VAR	THE
36	UC	VAR	VAR	THE	THE	VAR	VAR
37	TM	VAR	SH	THE	THE	VAR	VAR
38	TM	VAR	VAR	THE	THE	VAR	VAR
39	DH	UC	TR	TR	THE	THE	E
40	UC	E	CAR	TM	TM	E	SH

Elaboración: Los autores

Tabla 32. Distribución del trabajo general

TRABAJO PRODUCTIVO	19%
TRABAJO CONTRIBUTIVO	56%
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	25%
TOTAL	100%

Elaboración: Los autores



**Figura 49.** Distribución del trabajo general  
**Elaboración:** Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 19% de trabajos productivos, un porcentaje muy bajo, en comparación al 56% de trabajos contributorios y 25% trabajos no contributorios.

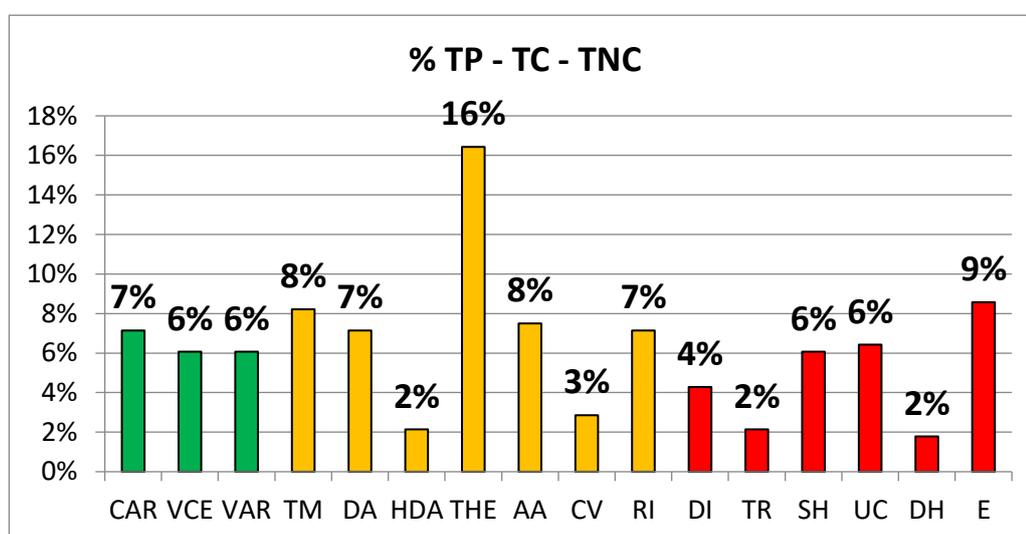
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 180 kg/día. Rendimiento que está en un 28% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente, se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la cuarta muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 33.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL	%
CAR	-	9	11	-	-	-	-	20	7%
VCE	9	2	2	1	3	-	-	17	6%
VAR	2	4	3	-	-	5	3	17	6%
TM	2	-	-	10	11	-	-	23	8%
DA	-	-	4	10	6	-	-	20	7%
HDA	-	6	-	-	-	-	-	6	2%
THE	-	-	-	9	7	15	15	46	16%
AA	-	-	-	-	8	7	6	21	8%
CV	-	-	-	-	-	4	4	8	3%
RI	5	5	1	3	4	1	1	20	7%
DI	11	-	1	-	-	-	-	12	4%
TR	-	2	3	1	-	-	-	6	2%
SH	2	3	2	2	-	4	4	17	6%
UC	4	2	5	3	1	-	3	18	6%
DH	1	1	3	-	-	-	-	5	2%
E	4	6	5	1	-	4	4	24	9%
<b>TOTAL</b>								<b>280</b>	<b>100%</b>

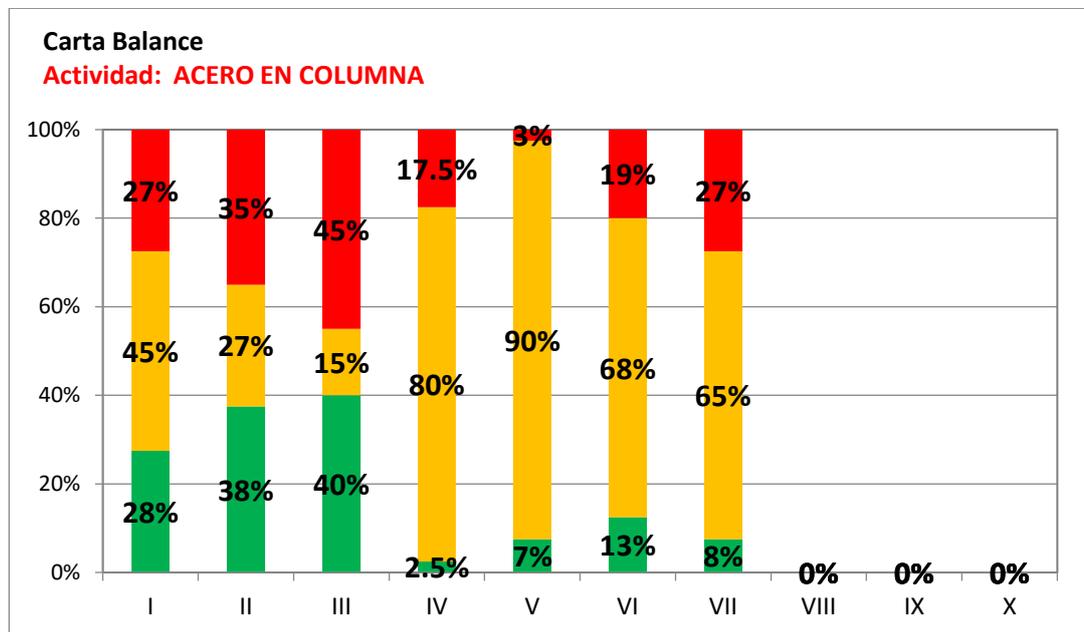
Elaboración: Los autores



**Figura 50.** Porcentaje de trabajos

Elaboración: Los autores

- Por lo general, se observa que en esperas innecesarias uso del celular y acudir a los servicios higiénicos en más una ocasión en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 51.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 27% de trabajos no contributivos, 45% de trabajos contributivos y un 28% en trabajos productivos, lo indica que no está aportando mucho con respecto a la productividad.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 35% de trabajos no contributivos, 27% de trabajos contributivos y un 38% de trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 45% de trabajos no contributivos, 15% de trabajos contributivos, y un 40% de trabajos productivos, lo cual indica que tiene un alto porcentaje de trabajos no contributivos lo cual no permite mejorar en su productividad.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 17.5% de trabajos no contributivos, 80% de trabajos contributivos y un 2.5% de trabajos productivos.

- Se observa en el trabajador número cinco un 3% de trabajos no contributivos, 90% de trabajos contributivos y un 7% de trabajos productivos, el trabajador no presenta casi nada en trabajos no contributivos y tiene un alto porcentaje en trabajos contributivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 19% de trabajos no contributivos, 68% de trabajos contributivos y 13% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número siete un 27% de trabajos no contributivos, 65% de trabajos contributivos y 8% de trabajos productivos.

#### **4.4.5 Encofrado en columnas**

##### **4.4.5.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributivos y no contributivos**

Para la realización del análisis de la carta balance, se debe reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributivos y trabajos no contributivos.

Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 34.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
CP	COLOCADO DE PANEL
ANP	APLOMADO Y NIVELADO DE PANEL
AHP	ALINEAMIENTO HORIZONTAL DEL PANEL
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
TM	TOMA DE MEDIDAS
DDP	DESPIECE DE PANEL
LCD	LIMPIEZA Y COLOCADO DE DESMOLDANTE
THE	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
AA	ARMADO DE ANDAMIOS
CV	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
RI	RECIBIR INSTRUCCIONES
DI	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
TR	TRABAJOS REHECHOS
SH	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
UC	USAR EL CELULAR
DH	DESCANSAR O HACER HORA
E	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.5.2 Distribución del personal

**Tabla 35.** Cuadrilla de obreros

	Actividad	Nombre	Código
I	ENCOFRADO	HUANCAS PUSE WILIAM	MAESTRO
II	ENCOFRADO	VILLALOBOS SALAZAR USUEL	OPERARIO
III	ENCOFRADO	BECERRA GAMONAL ERNESTO	OPERARIO
IV	ENCOFRADO	SULLON RAMOS SAMY	OFICIAL
V	ENCOFRADO	DIAZ DIAZ JESÚS	OFICIAL
VI	ENCOFRADO	SALDAÑA CARBAJAL PERCY	PEON
VII	ENCOFRADO	VASQUEZ ESTELA TIMOTEO	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.5.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 20 de abril del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de colocado de acero en columnas. Tomando como muestra las columnas del pabellón 1B.

#### Muestra N° 5 (20/04/21)

**Tabla 36.** Lectura de la carta balance en encofrado de columnas

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	RI	RI	RI	UC	RI	RI	UC
2	DI	RI	RI	RI	RI	RI	RI
3	DI	UC	UC	THE	THE	THE	THE
4	UC	E	UC	THE	DH	THE	E
5	DI	TM	TM	THE	THE	E	THE
6	E	UC	TM	TM	THE	THE	THE
7	DI	TM	TM	E	TM	AA	AA
8	DI	SH	TM	DDP	TM	E	AA
9	UC	E	RI	UC	TM	AA	AA
10	RI	TM	CP	DDP	DDP	AA	E
11	RI	CP	CP	LCD	DH	LCD	AA
12	TM	CP	CP	UC	DDP	DH	TM
13	THE	UC	DH	LCD	UC	LCD	THE
14	DI	CP	CP	TR	UC	RI	E
15	DI	CP	TR	LCD	RI	THE	THE
16	SH	CP	TM	E	LCD	THE	TR
17	THE	ANP	E	TM	LCD	TR	DH
18	AHP	ANP	CP	RI	LCD	TR	UC
19	AHP	ANP	CP	UC	DH	RI	RI
20	DI	TM	TM	TM	RI	RI	E
21	AHP	SH	TM	TM	TM	TM	DH
22	AHP	AHP	TR	SH	TR	E	THE
23	AHP	AHP	ANP	TM	TM	UC	TM
24	DI	CP	E	TM	RI	TM	TM
25	E	CP	AHP	LCD	TM	TM	RI
26	TM	CP	AHP	LCD	UC	SH	DH
27	RI	SH	TM	LCD	RI	TR	TR
28	ANP	UC	TM	UC	CP	TM	LCD
29	ANP	TM	TR	TM	TR	LCD	DH
30	ANP	CP	TM	CP	CP	LCD	LCD
31	DI	CP	TM	CP	THE	THE	UC
32	AHP	UC	E	CP	DDP	THE	E
33	AHP	E	SH	RI	DDP	THE	TM

34	ANP	ANP	CV	E	LCD	E	TM
35	ANP	CV	CP	UC	LCD	THE	SH
36	ANP	CP	CP	TM	CP	UC	E
37	DI	CP	CP	TM	CP	TR	TM
38	UC	E	E	LCD	CP	TM	TM
39	E	UC	E	E	SH	TM	SH
40	AHP	CP	TM	LCD	UC	LCD	TM

Elaboración: Los autores

Tabla 37. Distribución del trabajo general

TRABAJO PRODUCTIVO	19%
TRABAJO CONTRIBUTORIO	51%
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	30%
TOTAL	100%

Elaboración: Los autores

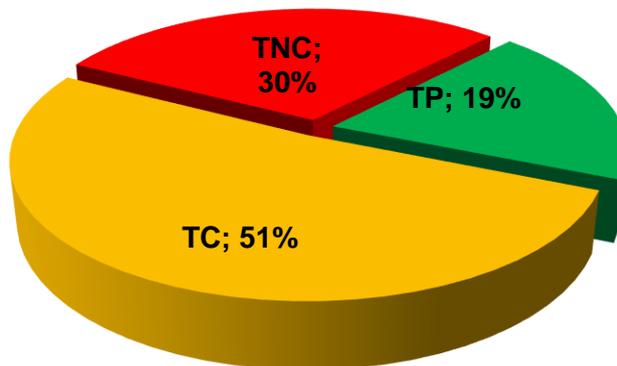


Figura 52. Distribución del trabajo general

Elaboración: Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 19% de trabajos productivos, un porcentaje muy bajo, en comparación al 51% de trabajos contributorios y 30% trabajos no contributorios.

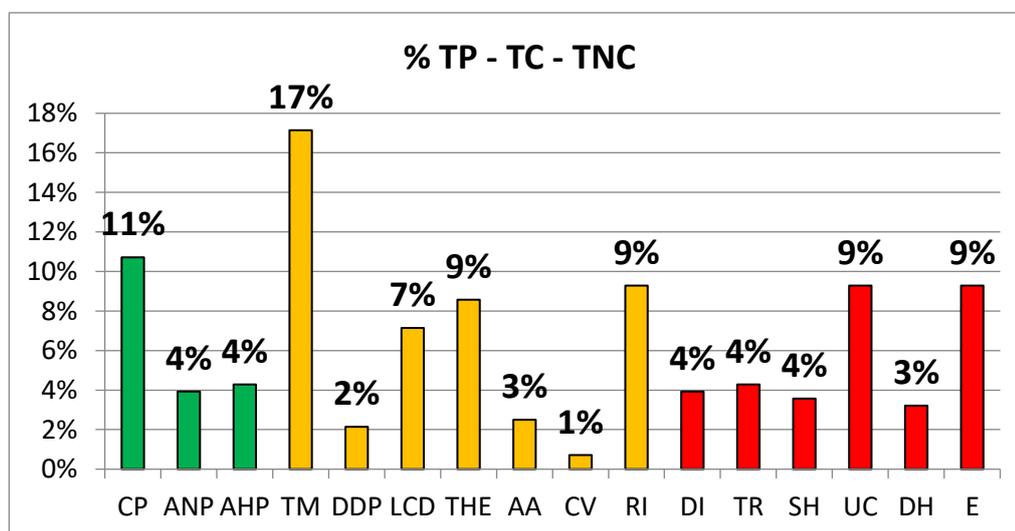
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 7.2 m<sup>2</sup>/día. Rendimiento que está en un 28% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la cuarta muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 38.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL	%
CP	-	9	11	-	-	-	-	20	7%
ANP	9	2	2	1	3	-	-	17	6%
AHP	2	4	3	-	-	5	3	17	6%
TM	2	-	-	10	11	-	-	23	8%
DDP	-	-	4	10	6	-	-	20	7%
LCD	-	6	-	-	-	-	-	6	2%
THE	-	-	-	9	7	15	15	46	16%
AA	-	-	-	-	8	7	6	21	8%
CV	-	-	-	-	-	4	4	8	3%
RI	5	5	1	3	4	1	1	20	7%
DI	11	-	1	-	-	-	-	12	4%
TR	-	2	3	1	-	-	-	6	2%
SH	2	3	2	2	-	4	4	17	6%
UC	4	2	5	3	1	-	3	18	6%
DH	1	1	3	-	-	-	-	5	2%
E	4	6	5	1	-	4	4	24	9%
<b>TOTAL</b>								<b>280</b>	<b>100%</b>

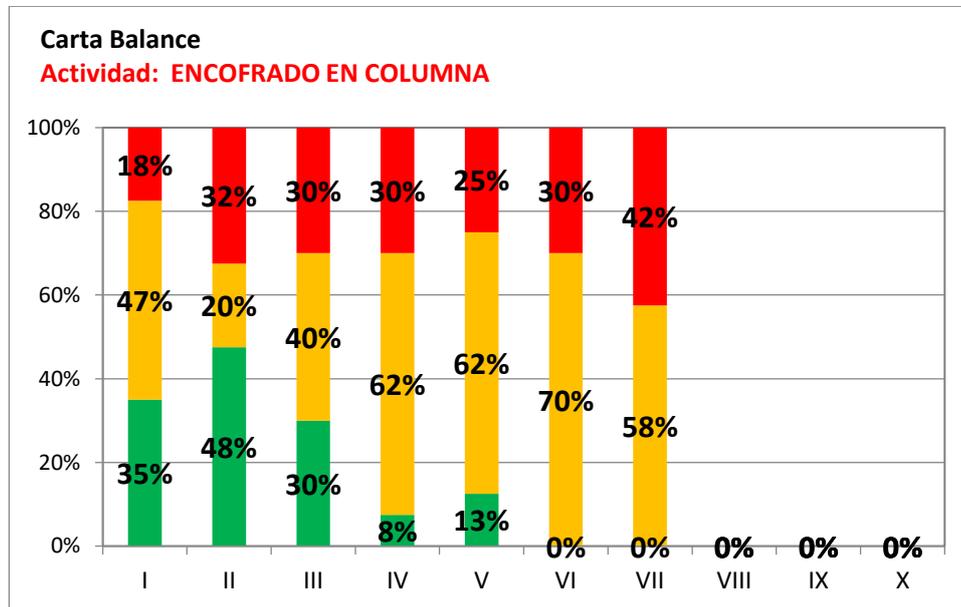
Elaboración: Los autores



**Figura 53.** Porcentaje de trabajos

Elaboración: Los autores

- Por lo general se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 54.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 18% de trabajos no contributorios, 47% de trabajos contributorios y un 35% en trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 32% de trabajos no contributorios, 20% de trabajos contributorios y un 48% de trabajos productivos, indica un porcentaje regular de trabajos productivos, pero puede mejorar más si se disminuye los trabajos no contributorios.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 30% de trabajos no contributorios, 40% de trabajos contributorios, y un 30% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 30% de trabajos no contributorios, 62% de trabajos contributorios y un 8% de trabajos productivos, donde se observa un porcentaje muy bajo de trabajos productivos.

- Se observa en el trabajador número cinco un 25% de trabajos no contributorios, 62% de trabajos contributorios y un 13% de trabajos productivos, se observa que el trabajador aporta mucho más en los trabajos contributorios.
- Se observa en el trabajador número seis un 30% de trabajos no contributorios, 70%, el trabajador no aporta en trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número siete un 42% de trabajos no contributorios, 58% de trabajos contributorios, el trabajador no aporta en trabajos productivos

#### **4.4.6 Concreto $f'c= 210 \text{ kg/cm}^2$ en columnas**

##### **4.4.6.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios**

Para la realización del análisis de la carta balance se deberá de reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 39.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
CC	COLOCADO DE CONCRETO
VDC	VIBRADO DE CONCRETO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
PDC	PREPARADO DEL CONCRETO
TDC	TRASLADO DEL CONCRETO
VNC	VERIFICACION DE NIVEL DE VACIADO DE CONCRETO
THE	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
AA	ARMADO DE ANDAMIOS
CV	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
RI	RECIBIR INSTRUCCIONES
DI	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
TR	TRABAJOS REHECHOS
SH	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
UC	USAR EL CELULAR
DH	DESCANSAR O HACER HORA
E	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.6.2 Distribución del personal

**Tabla 40.** Cuadrilla de obreros

	Actividad	Nombre	Código
I	CONCRETO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
II	CONCRETO	ESCARSINA HUAMAN JOEL	OPERARIO
III	CONCRETO	TORRES MELENDES JUAN	OPERARIO
IV	CONCRETO	ZAMUDIO MENDIETA MIGUEL	OFICIAL
V	CONCRETO	FLORES ASCUE ROBIN	OFICIAL
VI	CONCRETO	CAMPOS ESPINO AGUSTIN	OPERARIO DE EQUIPO LIVIANO
VII	CONCRETO	HUAMAN RIOS BRAULIO	OPERARIO DE EQUIPO LIVIANO
VIII	CONCRETO	ZAMORA ROJAS DILMER	PEON
IX	CONCRETO	ASTUQUIPAN CABRERA CARLOS	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.6.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 26 de abril del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de colocado de concreto en columnas Tomando como muestra las columnas pertenecientes al primer nivel del pabellón 1A.

#### Muestra N° 6 (26/04/21)

**Tabla 41.** Lectura de la carta balance en concreto de columnas

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	DI	RI	UC	RI	RI	RI	RI	UC	UC
2	DI	RI	THE	THE	THE	THE	THE	THE	RI
3	E	THE	THE						
4	DI	THE	UC	THE	THE	THE	THE	THE	THE
5	DI	THE	THE	CV	CV	CV	CV	AA	AA
6	E	THE	THE	CC	CC	E	E	AA	AA
7	DI	RI	PDC	RI	RI	SH	TR	AA	AA
8	DI	RI	PDC	E	E	UC	E	AA	AA
9	UC	PDC	PDC	CC	CC	E	E	TDC	TDC
10	RI	PDC	UC	CC	CC	VDC	VDC	TDC	PDC
11	RI	PDC	PDC	CC	E	VDC	VDC	TDC	PDC
12	SH	PDC	PDC	CC	CC	VDC	E	RI	PDC
13	RI	E	UC	UC	UC	UC	CC	UC	SH
14	UC	PDC	PDC	CC	CC	VDC	VDC	TDC	UC
15	VNC	UC	PDC	CC	CC	VDC	VDC	UC	PDC
16	DI	PDC	PDC	CC	CC	SH	VDC	TDC	PDC
17	RI	UC	UC	E	E	VDC	E	SH	PDC
18	SH	PDC	PDC	CC	CC	VDC	VDC	E	E
19	VNC	PDC	E	CC	CC	VDC	VDC	TDC	TDC
20	DI	PDC	PDC	CC	CC	DH	DH	TDC	TDC
21	DI	PDC	PDC	CC	CC	UC	THE	E	PDC
22	VNC	E	E	CC	CC	THE	THE	TDC	E
23	DI	RI	RI	CC	SH	E	E	UC	THE
24	RI	PDC	PDC	E	E	VNC	VNC	DH	THE
25	DI	PDC	PDC	RI	RI	VNC	VNC	UC	UC
26	DI	PDC	UC	CC	CC	DH	VNC	TDC	TDC
27	VNC	PDC	PDC	SH	SH	VDC	VDC	DH	DH
28	VNC	RI	RI	CC	CC	VDC	VDC	UC	UC
29	VNC	PDC	PDC	THE	THE	SH	SH	RI	RI

30	VNC	PDC	PDC	CC	CC	UC	UC	TDC	TDC
31	DI	PDC	UC	E	E	VDC	VDC	E	E
32	DI	PDC	PDC	UC	UC	VDC	VDC	TDC	TDC
33	VNC	PDC	PDC	DH	CC	TR	TR	SH	TDC
34	DI	E	PDC	CC	DH	VDC	VDC	UC	UC
35	SH	PDC	PDC	CC	CC	VDC	VDC	TDC	TDC
36	VNC	PDC	SH	CC	E	VDC	E	TDC	DH
37	VNC	PDC	PDC	CC	CC	DH	VDC	UC	TDC
38	E	E	PDC	CC	CC	VDC	VDC	RI	RI
39	VNC	UC	UC	UC	UC	UC	VDC	THE	THE
40	VNC	THE	THE	THE	THE	VDC	VDC	THE	DH

Elaboración: Los autores

Tabla 42. Distribución del trabajo general

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>	<b>11%</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>	<b>51%</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>28%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Elaboración: Los autores

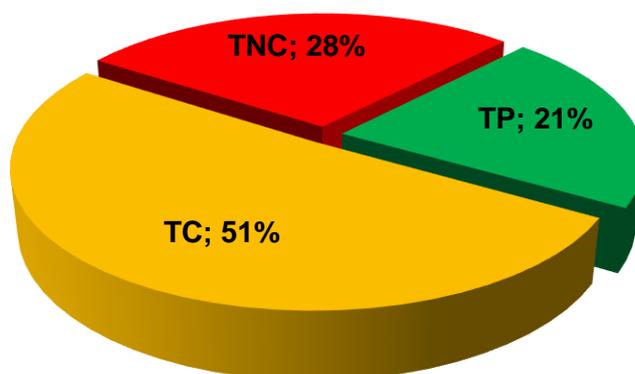


Figura 55. Distribución del trabajo general

Elaboración: Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 21% de trabajos productivos, un porcentaje muy bajo, en comparación al 51% de trabajos contributorios y 28% trabajos no contributorios.

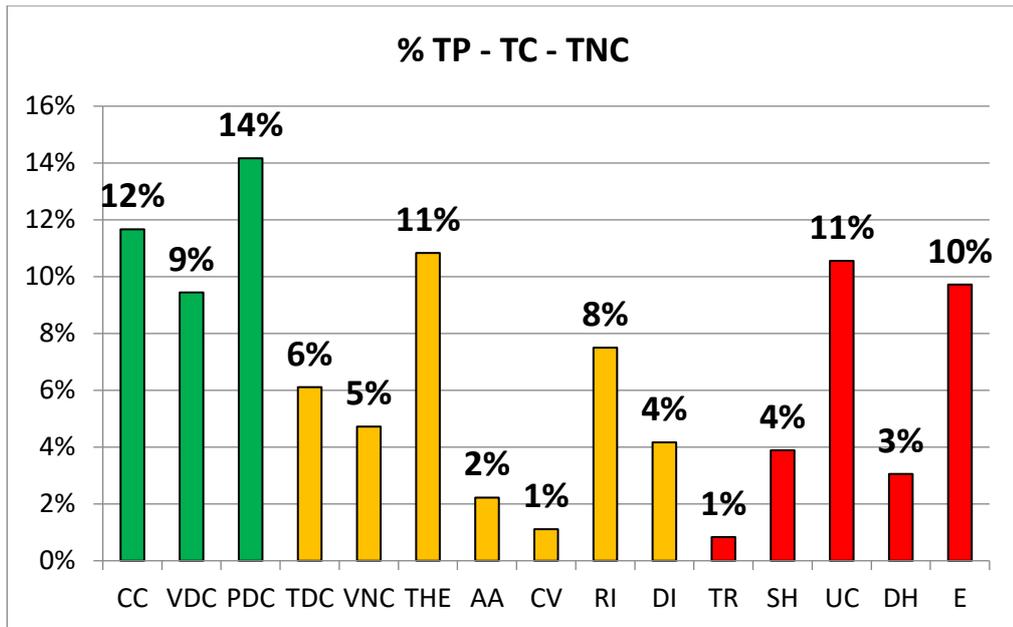
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 3.8 m<sup>3</sup>/día. Rendimiento que está en un 24% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la tercera muestra. Ver figuras y tablas

**Tabla 43.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

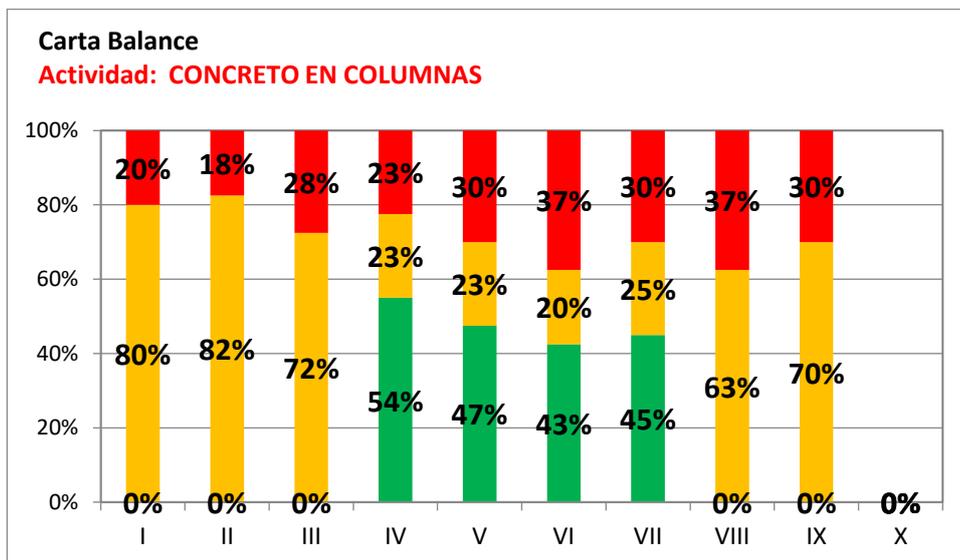
	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL	%
<b>CC</b>	-	-	-	22	19	-	1	-	-	42	12%
<b>VDC</b>	-	-	-	-	-	17	17	-	-	34	9%
<b>PDC</b>	-	22	22	-	-	-	-	-	7	51	14%
<b>TDC</b>	-	-	-	-	-	-	-	13	9	22	6%
<b>VNC</b>	12	-	-	-	-	2	3	-	-	17	5%
<b>THE</b>	-	5	5	5	5	4	5	5	5	39	11%
<b>AA</b>	-	-	-	-	-	-	-	4	4	8	2%
<b>CV</b>	-	-	-	1	1	1	1	-	-	4	1%
<b>RI</b>	5	6	2	3	3	1	1	3	3	27	8%
<b>DI</b>	15	-	-	-	-	-	-	-	-	15	4%
<b>TR</b>	-	-	-	-	-	1	2	-	-	3	1%
<b>SH</b>	3	-	1	1	2	3	1	2	1	14	4%
<b>UC</b>	2	3	8	3	3	5	1	8	5	38	11%
<b>DH</b>	-	-	-	1	1	3	1	2	3	11	3%
<b>E</b>	3	4	2	4	6	3	7	3	3	35	10%
<b>TOTAL</b>										<b>360</b>	<b>100%</b>

**Elaboración:** Los autores



**Figura 56.** Porcentaje de trabajos  
**Elaboración:** Los autores

- Por lo general se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 57.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 20% de trabajos no contributivos, 80% de trabajos contributivos, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos contributivo, pero no trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 18% de trabajos no contributivos, 82% de trabajos contributivos, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos contributivo, pero no trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 28% de trabajos no contributivos, 72% de trabajos contributivos, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos contributivo, pero no trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 23% de trabajos no contributivos, 23% de trabajos contributivos y un 54% de trabajos productivos, lo cual indica un porcentaje alto en trabajos productivos, pero de igual forma tiene el porcentaje de trabajos no contributivos muy elevado.
- Se observa en el trabajador número cinco un 30% de trabajos no contributivos, 23% de trabajos contributivos y un 47% de trabajos productivos, lo cual indica un alto porcentaje de trabajos no contributivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 37% de trabajos no contributivos, 20% de trabajos contributivos y 43% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 30% de trabajos no contributivos, 25% de trabajos contributivos y 45% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número ocho un 37% de trabajos no contributivos, 63% de trabajos contributivos, el trabajador no tiene trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número nueve un 30% de trabajos no contributivos, 70% de trabajos contributivos, el trabajador no tiene trabajos productivos.

#### 4.4.7 Encofrado de vigas

##### 4.4.7.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios

Para la realización del análisis de la carta balance se deberá de reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 44.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
CF	COLOCADO DE FONDO DE VIGA
CE F	COLOCADO DE ENCOFRADO DE FRISO
NN AE	NIVELADO Y ALINEAMIENTO DE ENCOFRADO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
TM	TOMA DE MEDIDAS
DD P	DESPIECE DE PANEL
LC D	LIMPIEZA Y COLOCADO DE DESMOLDANTE
TH E	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
AA	ARMADO DE ANDAMIOS
CV	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
RI	RECIBIR INSTRUCCIONES
DI	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
TR	TRabajos REHECHOS
SH	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
UC	USAR EL CELULAR
DH	DESCANSAR O HACER HORA
E	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.7.2 Distribución del personal

**Tabla 45.** Cuadrilla de obreros

	<b>Actividad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
I	ENCOFRADO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
II	ENCOFRADO	ASTUQUIPAN CABRERA CARLOS	OPERARIO
III	ENCOFRADO	PUYCAN TINEO FREDDY	OPERARIO
IV	ENCOFRADO	MENDOZA SOLORZANO GERARDO	OFICIAL
V	ENCOFRADO	CHUMPITAZ SANCHEZ SANDRO	OFICIAL
VI	ENCOFRADO	MENDOZA ROQUE DANIEL	PEON
VII	ENCOFRADO	SALDAÑA CARBAJAL PERCY	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.7.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 30 de abril del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de encofrado en vigas.

Tomando como muestra las vigas del pabellón 1A.

**Muestra N° 7 (30/04/21)**

**Tabla 46.** Lectura de la carta balance en encofrado de vigas

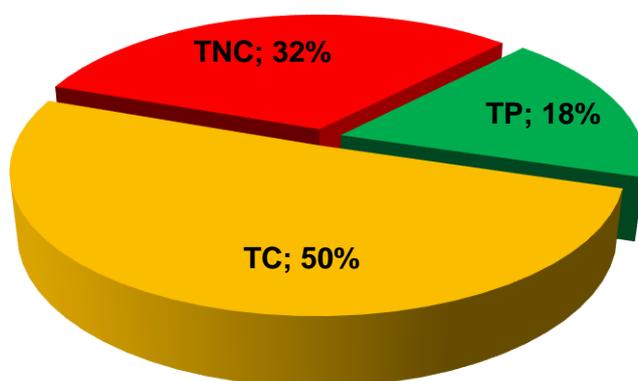
MED	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	RI	RI	RI	UC	RI	RI	UC
2	DI	RI	RI	RI	RI	SH	RI
3	DI	UC	UC	THE	THE	THE	THE
4	UC	E	UC	THE	DH	THE	E
5	DI	TM	TM	THE	THE	E	THE
6	E	UC	CV	CV	CV	CV	CV
7	DI	TM	CV	CV	CV	CV	CV
8	DI	SH	TM	DDP	TM	E	AA
9	UC	CV	RI	UC	E	AA	AA
10	RI	CV	CF	DDP	TM	AA	E
11	RI	TM	CF	E	DH	LCD	AA
12	E	CF	CF	UC	DDP	DH	TM
13	THE	CF	CF	LCD	UC	LCD	THE
14	DI	DH	CF	TR	UC	RI	E
15	DI	CF	CF	LCD	RI	THE	THE
16	CV	E	CF	E	LCD	THE	TR
17	CV	TM	E	TM	LCD	TR	DH
18	TM	SH	CF	RI	LCD	TR	UC
19	SH	CF	CF	UC	DH	RI	RI
20	E	CF	TM	TM	RI	RI	E
21	DI	CF	TM	TM	TM	TM	DH
22	DI	CF	TR	SH	TR	E	THE
23	TM	E	NAE	TM	TM	UC	TM
24	DI	CEF	NAE	TM	RI	TM	TM
25	E	CEF	NAE	LCD	TM	TM	RI
26	TM	CEF	E	LCD	UC	SH	DH
27	RI	UC	E	LCD	RI	TR	TR
28	NAE	TM	UC	UC	CF	LCD	LCD
29	NAE	NAE	TR	TM	TR	LCD	LCD
30	NAE	NAE	TM	CF	CF	LCD	LCD
31	DI	NAE	TM	E	CF	LCD	UC
32	NAE	UC	E	CF	CF	CV	E
33	TM	CEF	SH	CF	CEF	THE	TM
34	TM	CEF	CV	E	E	E	TM
35	TM	UC	CF	UC	CEF	THE	SH
36	NAE	CEF	CF	TM	TM	UC	E
37	NAE	NAE	CF	TM	TM	TR	TM
38	UC	NAE	E	LCD	UC	TM	TM
39	E	NAE	E	E	E	TM	SH
40	DI	E	TM	LCD	E	E	TM

Elaboración: Los autores

**Tabla 47.** Distribución del trabajo general

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b> 18%	
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b> 50%	
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b> 32%	
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

**Elaboración:** Los autores



**Figura 58.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 18% de trabajos productivos, un porcentaje muy bajo, en comparación al 50% de trabajos contributivos y un 32% de trabajos no contributivos.

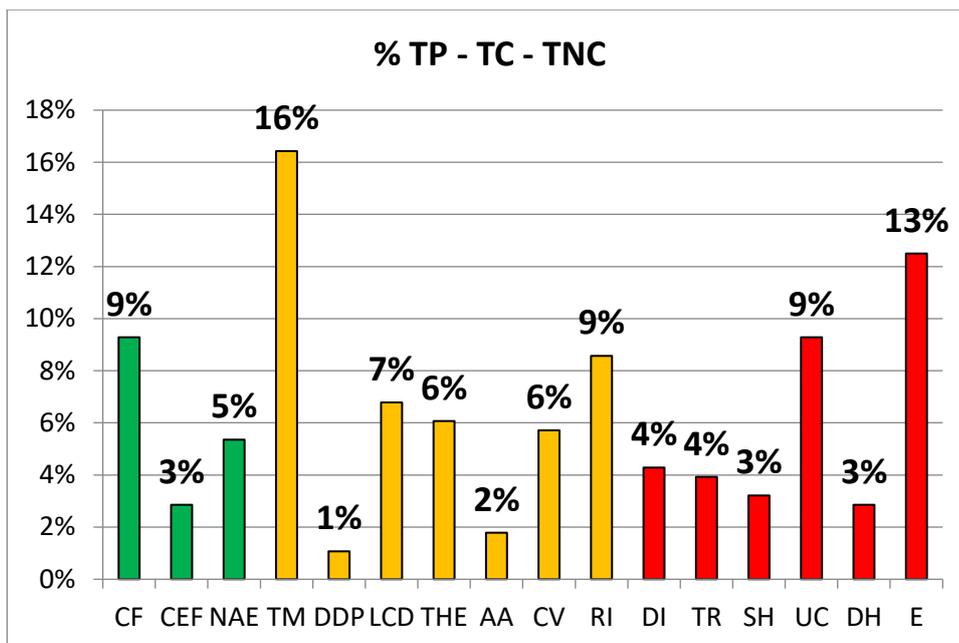
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 7.2 m<sup>2</sup>/día. Rendimiento que está en un 20% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente, se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la primera muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 48.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

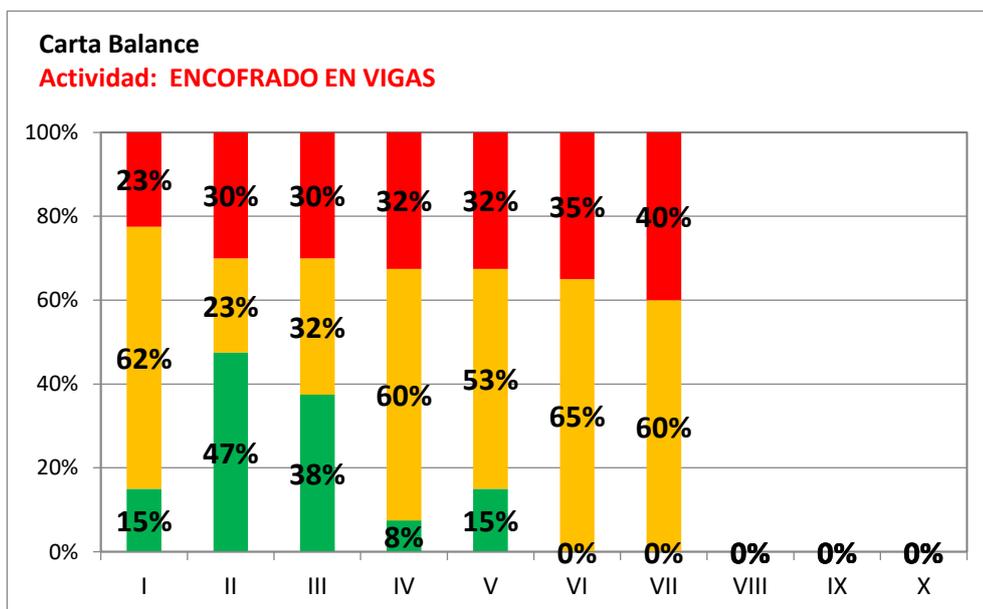
	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL	%
<b>CF</b>	-	7	12	3	4	-	-	26	9%
<b>CEF</b>	-	6	-	-	2	-	-	8	3%
<b>NAE</b>	6	6	3	-	-	-	-	15	5%
<b>TM</b>	6	5	7	8	7	5	8	46	16%
<b>DDP</b>	-	-	-	2	1	-	-	3	1%
<b>LCD</b>	-	-	-	7	3	6	3	19	7%
<b>THE</b>	1	-	-	3	2	6	5	17	6%
<b>AA</b>	-	-	-	-	-	2	3	5	2%
<b>CV</b>	2	2	3	2	2	3	2	16	6%
<b>RI</b>	4	2	3	2	6	4	3	24	9%
<b>DI</b>	12	-	-	-	-	-	-	12	4%
<b>TR</b>	-	-	2	1	2	4	2	11	4%
<b>SH</b>	1	2	1	1	-	2	2	9	3%
<b>UC</b>	3	5	3	6	4	2	3	26	9%
<b>DH</b>	-	1	-	-	3	1	3	8	3%
<b>E</b>	5	4	6	5	4	5	6	35	13%
<b>TOTAL</b>								<b>280</b>	<b>100%</b>

**Elaboración:** Los autores



**Figura 59.** Porcentaje de trabajos  
**Elaboración:** Los autores

- Por lo general, se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 60.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 23% de trabajos no contributivos, 62% de trabajos contributivos y un 15% en trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 30% de trabajos no contributivos, 23% de trabajos contributivos y un 47% de trabajos productivos se observa que el trabajador tiene un porcentaje regular de trabajos productivos, pero puede mejorar aún más disminuyendo los trabajos no productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 30% de trabajos no contributivos, 32% de trabajos contributivos, y un 38% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 32% de trabajos no contributivos, 60% de trabajos contributivos y un 8% de trabajos productivos, donde se observa un porcentaje muy bajo de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cinco un 32% de trabajos no contributivos, 53% de trabajos contributivos y un 15% de trabajos productivos, se observa que el trabajador aporta mucho más en los trabajos contributivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 35% de trabajos no contributivos, 65%, el trabajador no aporta en trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número siete un 40% de trabajos no contributivos, 60% de trabajos contributivos, el trabajador no aporta en trabajos productivos.

#### **4.4.8 Acero $f_y=4200$ kg/cm<sup>2</sup> en vigas**

##### **4.4.8.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributivos y no contributivos**

Para la realización del análisis de la carta balance se deberá de reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como

trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 49.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
<b>CAR</b>	COLOCACION DE ACERO DE REFUERZO (UBICACIÓN, CUANTILLA Y ESPARCIAMIENTO)
<b>VCE</b>	VERIFICACION DE COLOCACION DE ACERO /ESTRIBO
<b>VAR</b>	VERIFICACION DE APLOMO /RECUBRIMIENTO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>TM</b>	TOMA DE MEDIDAS
<b>DA</b>	DESPIECE DE ACERO
<b>HDA</b>	HABILITAR Y DOBLADO DE ACERO
<b>THE</b>	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
<b>AA</b>	ARMADO DE ANDAMIOS
<b>CV</b>	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
<b>RI</b>	RECIBIR INSTRUCCIONES
<b>DI</b>	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>TR</b>	TRabajos REHECHOS
<b>SH</b>	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
<b>UC</b>	USAR EL CELULAR
<b>DH</b>	DESCANSAR O HACER HORA
<b>E</b>	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.8.2 Distribución del personal

**Tabla 50.** Cuadrilla de obreros

	Actividad	Nombre	Código
I	ACERO	HUANCAS PUSE WILIAM	MAESTRO
II	ACERO	VILLA LEIVA WALTER	OPERARIO
III	ACERO	RAMOS QUIZPE MOISES	OPERARIO
IV	ACERO	RAMOS RAMIREZ YAEIR	OFICIAL
V	ACERO	LOPEZ DOKI JOSE	OFICIAL
VI	ACERO	CABELLO ESCUDERO ESEL	PEON
VII	ACERO	ABREGU QUISPE ERICSON	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.8.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 03 de abril del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de colocado de acero en vigas Tomando como muestra las columnas del pabellón 1.

#### Muestra N° 7 (3/04/21)

**Tabla 51.** Lectura de la carta balance en acero de vigas

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	DI	RI	RI	RI	RI	RI	RI
2	DI	RI	DI	RI	RI	THE	THE
3	DI	RI	DH	TM	TM	E	THE
4	DI	HDA	DH	TM	TM	E	THE
5	UC	HDA	DA	TM	TM	THE	THE
6	DI	DH	UC	DA	AA	AA	AA
7	DI	E	UC	DA	AA	AA	SH
8	VCE	E	DA	DA	AA	AA	SH
9	VCE	HDA	E	UC	SH	E	AA
10	VCE	HDA	DA	DA	SH	AA	AA

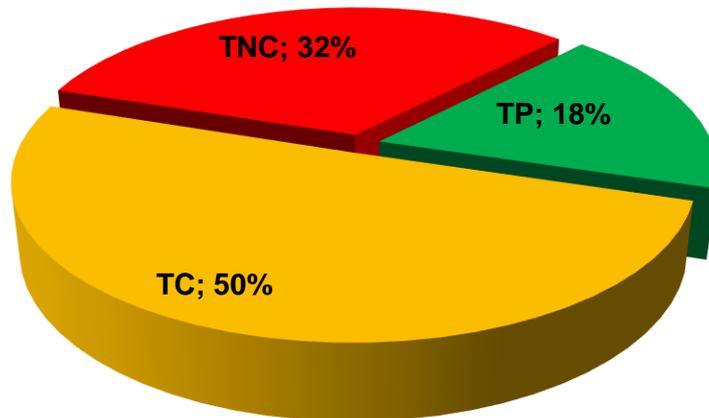
11	VCE	E	DA	UC	AA	AA	E
12	VCE	HDA	E	UC	E	AA	AA
13	E	CV	UC	CV	CV	CV	CV
14	TM	CV	CV	CV	CV	CV	CV
15	CV	CAR	CV	DA	DA	CV	CV
16	CV	E	DH	DA	UC	RI	RI
17	DI	E	CAR	E	UC	SH	UC
18	E	CAR	CAR	DA	DA	SH	UC
19	E	CAR	CAR	DA	DA	E	UC
20	DI	CAR	E	TM	TM	RI	RI
21	UC	CAR	E	TM	UC	THE	THE
22	UC	CAR	CAR	TM	TM	THE	THE
23	DI	RI	CAR	E	TM	THE	E
24	DI	RI	CAR	TM	TM	THE	THE
25	E	CAR	CAR	TM	UC	SH	THE
26	E	VCE	E	RI	TM	SH	THE
27	E	VCE	VCE	THE	RI	THE	E
28	E	SH	UC	E	RI	THE	E
29	RI	SH	UC	THE	UC	THE	SH
30	UC	SH	SH	THE	VCE	E	SH
31	UC	UC	VCE	SH	VCE	THE	SH
32	RI	TR	TR	SH	THE	THE	THE
33	RI	TR	TR	VCE	VCE	THE	THE
34	VAR	CAR	CAR	THE	THE	VAR	THE
35	VAR	VAR	VAR	THE	E	VAR	THE
36	UC	VAR	VAR	THE	THE	TM	VAR
37	TM	TM	SH	E	VCE	VAR	VAR
38	TM	VAR	VAR	VCE	VCE	VAR	VAR
39	DH	UC	TR	VCE	E	THE	E
40	UC	E	CAR	TM	TM	E	SH

Elaboración: Los autores

Tabla 52. Distribución del trabajo

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>	<b>18%</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>	<b>50%</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>32%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Elaboración: Los autores



**Figura 61.** Distribución del trabajo  
**Elaboración:** Los autores.

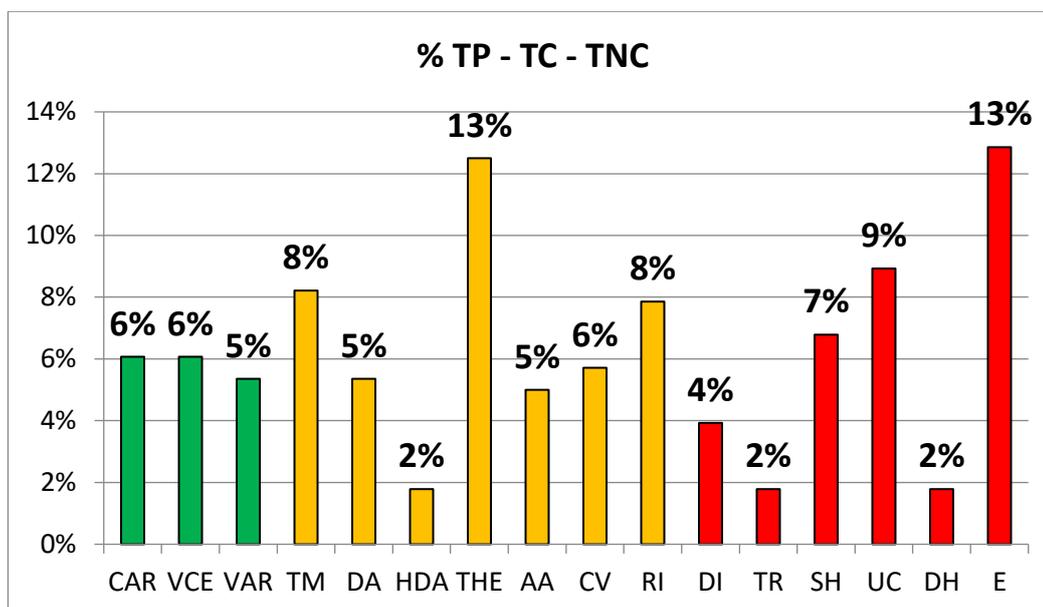
Se observa que las cuadrillas obtuvieron 18% de trabajos productivos, un porcentaje muy bajo, en comparación al 50% de trabajos contributivos y los trabajos no contributivos tienen 32%. Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 200 kg/día. Rendimiento que está en un 20% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la primera muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 53.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL	%
CAR	-	8	9	-	-	-	-	17	6%
VCE	5	2	2	3	5	-	-	17	6%
VAR	2	3	3	-	-	4	3	15	5%
TM	3	1	-	9	9	1	-	23	8%
DA	-	-	4	8	3	-	-	15	5%
HDA	-	5	-	-	-	-	-	5	2%
THE	-	-	-	6	3	13	13	35	13%
AA	-	-	-	-	4	6	4	14	5%
CV	2	2	2	2	2	3	3	16	6%
RI	3	5	1	3	4	3	3	22	8%
DI	10	-	1	-	-	-	-	11	4%
TR	-	2	3	-	-	-	-	5	2%
SH	-	3	2	2	2	4	6	19	7%
UC	7	2	5	3	5	-	3	25	9%
DH	1	1	3	-	-	-	-	5	2%
E	7	6	5	4	3	6	5	36	13%
<b>TOTAL</b>								<b>280</b>	<b>100%</b>

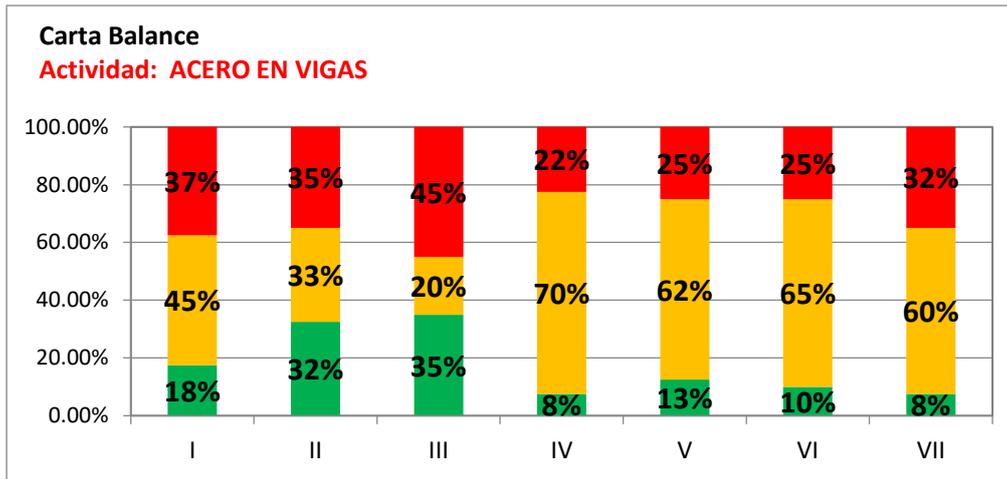
**Elaboración:** Los autores



**Figura 62.** Porcentaje de trabajos

**Elaboración:** Los autores

- Por lo general, se observa que, en esperas innecesarias, uso del celular e ir en más de una ocasión a los servicios higiénicos en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 63.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 37% de trabajos no contributivos, 45% de trabajos contributivos y un 18% en trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 35% de trabajos no contributivos, 33% de trabajos contributivos y un 32% de trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 45% de trabajos no contributivos, 20% de trabajos contributivos, y un 35% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 22% de trabajos no contributivos, 70% de trabajos contributivos y un 8% de trabajos productivos, donde se observa un porcentaje muy bajo de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cinco un 25% de trabajos no contributivos, 62% de trabajos contributivos y un 13% de trabajos productivos, se observa que el trabajador aporta mucho más en los trabajos contributivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 25% de trabajos no contributivos, 65% y un 10% de trabajos productivos, donde se observa un porcentaje muy bajo de trabajos productivos.

- Se observa en el trabajador número siete un 32% de trabajos no contributorios, 60% y un 8% de trabajos productivos, donde se observa un porcentaje muy bajo de trabajos productivos.

#### 4.4.9 Concreto $f'c=210$ kg/cm<sup>2</sup> en vigas

##### 4.4.9.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios

Para la realización del análisis de la carta balance, se debe reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora.

**Tabla 54.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
<b>VC</b>	VACIADO DE CONCRETO
<b>VB</b>	VIBRADO
<b>VA</b>	VERIFICACION DE APLOMO /RECUBRIMIENTO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>MV</b>	MOVILIZACION DE VIBRADORA
<b>TME</b>	TRASPORTE DE MATERIALES DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
<b>CV</b>	COLOCACION DE ARNES Y LINEA DE VIDA
<b>RI</b>	RECIBIR INSTRUCCIONES
<b>PCO</b>	PREPARACION DE CONCRETO EN OBRA
<b>DI</b>	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>TR</b>	TRABAJOS REHECHOS
<b>UC</b>	USAR EL CELULAR
<b>DH</b>	DESCANSAR O HACER HORA
<b>E</b>	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.9.2 Distribución del personal

**Tabla 55.** Cuadrilla de obreros

	<b>Actividad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
<b>I</b>	CONCRETO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
<b>II</b>	CONCRETO	ESCARSINA HUAMAN JOEL	OPERARIO
<b>III</b>	CONCRETO	TORRES MELENDEZ JUAN	OPERARIO
<b>IV</b>	CONCRETO	ZAMUDIO MENDIETA MIGUEL	OFICIAL
<b>V</b>	CONCRETO	FLORES ASCUE ROBIN	OFICIAL
<b>VI</b>	CONCRETO	CAMPOS ESPINO AGUSTIN	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO
<b>VII</b>	CONCRETO	HUAMAN RIOS BRAULIO	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO
<b>VIII</b>	CONCRETO	ZAMORA ROJAS DILMER	PEON
<b>IX</b>	CONCRETO	ASTUQUIPAN CABRERA CARLOS	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.9.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 30 de abril del presente año se tomaron 36 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de colocado de concreto en zapatas.

Tomando como muestra las vigas del pabellón 1A.

Muestra N° 9 (5/05/21)

Tabla 56. Lectura de la carta balance en concreto de vigas

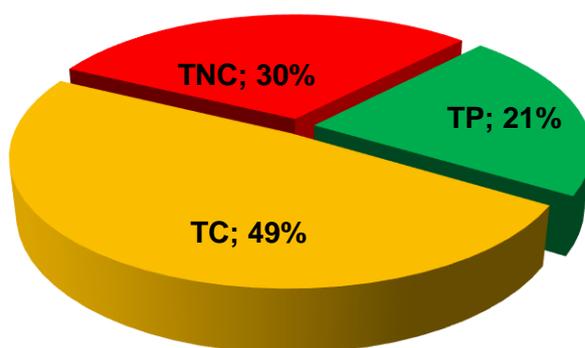
MED	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	DI	TME	RI	TME	RI	RI	RI	TME	TME
2	DI	TME	RI	TME	E	RI	RI	TME	TME
3	TME	UC	E	UC	TME	TME	TME	TME	UC
4	DI	UC	E	UC	TME	TME	TME	TME	E
5	UC	TME	TME	DH	DH	TME	TME	UC	E
6	CV	E	TME	E	CV	CV	CV	UC	CV
7	CV	E	DH	E	CV	CV	CV	UC	CV
8	DI	VC	DH	DH	E	PCO	PCO	CV	TME
9	DI	VC	VC	VC	VC	PCO	PCO	CV	TME
10	DI	VC	VC	VC	VC	PCO	PCO	TME	E
11	DI	TR	VC	VC	VC	PCO	PCO	TME	E
12	UC	TR	E	VC	VC	PCO	PCO	UC	MV
13	UC	TR	E	VC	UC	PCO	PCO	UC	MV
14	DI	TR	VC	TR	VA	PCO	UC	TME	VA
15	TME	UC	VC	TR	E	PCO	PCO	TME	VC
16	DI	VC	VC	TR	E	PCO	PCO	TME	VC
17	DI	VC	UC	VC	UC	PCO	PCO	TME	VC
18	DI	UC	TR	VC	VC	UC	PCO	TME	VC
19	DI	UC	TR	E	VA	PCO	PCO	E	DH
20	UC	VC	DH	E	TR	PCO	PCO	VC	VC
21	DI	VC	UC	E	TR	PCO	PCO	VC	VC
22	DI	UC	VC	VC	VC	PCO	PCO	VC	VC
23	DI	VC	VC	VC	VC	PCO	PCO	VC	VC
24	UC	VC	VC	TME	TME	PCO	PCO	VC	VC
25	DI	VC	RI	TME	TME	PCO	PCO	VC	VC
26	DI	TME	RI	TME	E	RI	RI	TME	TME
27	TME	UC	E	UC	TME	TME	TME	TME	UC
28	DI	UC	UC	UC	TME	TME	TME	TME	E
29	UC	TME	TME	DH	DH	TME	TME	UC	E
30	UC	E	E	E	CV	PCO	PCO	UC	TME
31	DI	E	DH	E	E	PCO	PCO	TME	TME
32	TME	VC	VC	DH	E	PCO	PCO	TME	TME
33	TME	VC	VC	VC	VC	PCO	PCO	TME	TME
34	TME	VC	VC	VC	VC	PCO	PCO	TME	E
35	DI	TR	VC	VC	VC	PCO	PCO	TME	E
36	UC	TR	E	VC	VC	PCO	PCO	UC	MV
37	UC	TR	E	VC	UC	PCO	PCO	UC	MV
38	DI	TR	TR	TR	VA	PCO	UC	TME	VA
39	DI	UC	VC	TR	E	PCO	PCO	TME	VC
40	DI	VC	TME	VC	VC	PCO	PCO	TME	E

Elaboración: Los autores

**Tabla 57.** Distribución del trabajo general

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>	<b>21%</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>	<b>49%</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>30%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

**Elaboración:** Los autores



**Figura 64.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 21% de trabajos productivos, un porcentaje bajo, en comparación al 49% de trabajos contributivos y 30% trabajos no contributivos.

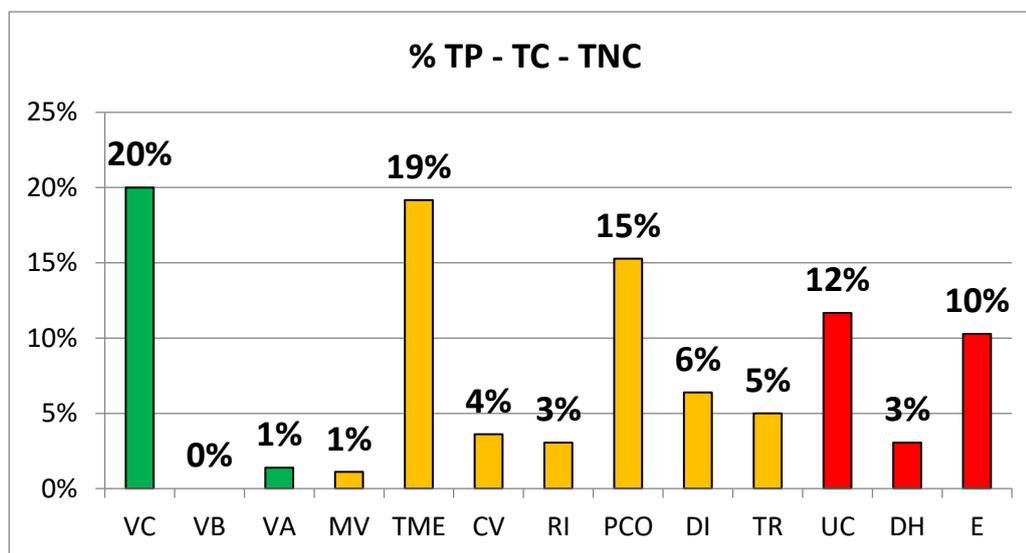
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 7m<sup>3</sup>/día. Rendimiento que está en un 30% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente, se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la tercera muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 58.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

	T	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL	%
<b>VC</b>	-	14	14	15	12	-	-	6	11	72	20%
<b>VB</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
<b>VA</b>	-	-	-	-	3	-	-	-	2	5	1%
<b>MV</b>	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	1%
<b>TME</b>	6	5	4	5	6	6	6	22	9	69	19%
<b>CV</b>	2	-	-	-	3	2	2	2	2	13	4%
<b>RI</b>	-	-	4	-	1	3	3	-	-	11	3%
<b>PCO</b>	-	-	-	-	-	28	27	-	-	55	15%
<b>DI</b>	23	-	-	-	-	-	-	-	-	23	6%
<b>TR</b>	-	8	3	5	2	-	-	-	-	18	5%
<b>UC</b>	9	9	3	4	3	1	2	9	2	42	12%
<b>DH</b>	-	-	4	4	2	-	-	-	1	11	3%
<b>E</b>	-	4	8	7	8	-	-	1	9	37	10%
<b>TOTAL</b>										360	100%

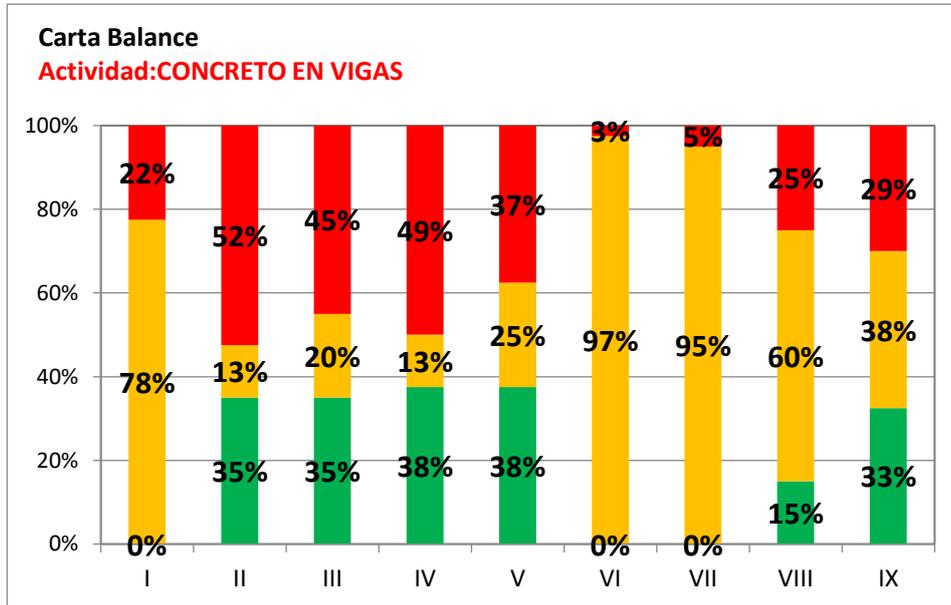
Elaboración: Los autores



**Figura 65.** Porcentaje de trabajos

Elaboración: Los autores

- Por lo general, se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 66.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador  
**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 22% de trabajos no contributorios, 78% de trabajos contributorios, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos contributorios, pero no trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 52% de trabajos no contributorios, 13% de trabajos contributorios, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos no contributorios.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 45% de trabajos no contributorios, 20% de trabajos contributorios, y un 35% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 49% de trabajos no contributorios, 13% de trabajos contributorios y un 38% de trabajos productivos, lo cual indica un porcentaje alto en trabajos productivos, pero de igual forma tiene el porcentaje de trabajos no contributorios muy elevado.

- Se observa en el trabajador número cinco un 37% de trabajos no contributivos, 25% de trabajos contributivos y un 38% de trabajos productivos, lo cual indica un alto porcentaje de trabajos no contributivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 3% de trabajos no contributivos, 97% de trabajos contributivos lo cual indica un porcentaje elevado de trabajos contributivos.
- Se observa en el trabajador número siete un 5% de trabajos no contributivos, 95% de trabajos contributivos lo cual indica un porcentaje elevado de trabajos contributivos.
- Se observa en el trabajador número ocho un 25% de trabajos no contributivos, 60% de trabajos contributivos y un 15% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número ocho un 29% de trabajos no contributivos, 38% de trabajos contributivos y un 33% de trabajos productivos.

#### **4.4.10 Encofrado de losa aligerada**

##### **4.4.10.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributivos y no contributivos**

Para la realización del análisis de la carta balance se deberá de reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributivos y trabajos no contributivos. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 59.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
<b>CFL</b>	COLOCADO DE FONDO DE LOSA
<b>CEF</b>	COLOCADO DE PUNTALES Y PIE DERECHO
<b>NAE</b>	NIVELADO DE FONDO DE LOSA
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>TM</b>	TOMA DE MEDIDAS
<b>DDP</b>	DESPIECE DE PANEL
<b>LCD</b>	LIMPIEZA Y COLOCADO DE DESMOLDANTE
<b>THE</b>	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
<b>AA</b>	SELLADO DE JUNTAS ENTRE PANELES
<b>CV</b>	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
<b>RI</b>	RECIBIR INSTRUCCIONES
<b>DI</b>	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>TR</b>	TRabajos REHECHOS
<b>SH</b>	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
<b>UC</b>	USAR EL CELULAR
<b>DH</b>	DESCANSAR O HACER HORA
<b>E</b>	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.10.2 Distribución del personal

**Tabla 60.** Cuadrilla de obreros

	<b>Actividad</b>	<b>Nombre</b>	<b>Código</b>
<b>I</b>	ENCOFRADO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
<b>II</b>	ENCOFRADO	ASTUQUIPAN CABRERA CARLOS	OPERARIO
<b>III</b>	ENCOFRADO	PUYCAN TINEO FREDDY	OPERARIO
<b>IV</b>	ENCOFRADO	MENDOZA SOLORZANO GERARDO	OFICIAL
<b>V</b>	ENCOFRADO	CHUMPITAZ SANCHEZ SANDRO	OFICIAL
<b>VI</b>	ENCOFRADO	MENDOZA ROQUE DANIEL	PEON
<b>VII</b>	ENCOFRADO	SALDAÑA CARBAJAL PERCY	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.10.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 3 de mayo del presente año se tomaron 40 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de encofrado en losa aligerada.

Tomando como muestra la losa aligerada perteneciente al primer nivel del pabellón 1A.

#### Muestra N° 10 (30/04/21)

Tabla 61. Lectura de la carta balance de losa aligerada

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	RI	RI	RI	UC	RI	RI	UC
2	DI	RI	RI	RI	RI	SH	RI
3	DI	UC	UC	THE	THE	THE	THE
4	UC	E	UC	THE	DH	THE	E
5	DI	TM	TM	THE	THE	E	THE
6	E	UC	CV	DDP	CV	CV	CV
7	DI	CV	CV	DDP	CV	CV	CV
8	DI	CV	CV	TR	TM	E	AA
9	UC	CV	RI	DH	E	AA	AA
10	RI	CFL	CFL	DDP	TM	AA	E
11	RI	CFL	CFL	DDP	DH	LCD	AA
12	E	CFL	CFL	DDP	CFL	DH	TM
13	THE	CFL	CFL	UC	CFL	LCD	THE
14	DI	CFL	CFL	DDP	CFL	RI	E
15	DI	CFL	CFL	DDP	CFL	THE	THE
16	CV	CFL	CFL	DDP	CFL	THE	TR
17	CV	TM	E	TM	CFL	TR	DH
18	TM	SH	CFL	RI	CFL	TR	UC
19	SH	CFL	CFL	UC	DH	RI	RI
20	E	CFL	CFL	CFL	RI	RI	AA
21	DI	CFL	CFL	CFL	TM	TM	AA
22	DI	CFL	CFL	CFL	TR	AA	UC
23	TM	CFL	CFL	CFL	TM	AA	TM
24	DI	CFL	CFL	CFL	RI	TM	TM
25	TM	CFL	CFL	CFL	TM	TM	RI
26	TM	CFL	CFL	CFL	UC	AA	AA
27	RI	UC	E	CFL	RI	AA	AA
28	TM	TM	UC	UC	CEF	LCD	LCD
29	TM	NAE	TR	TM	TR	LCD	E
30	NAE	NAE	TM	CEF	CEF	LCD	LCD

31	DI	NAE	TM	CEF	E	LCD	UC
32	NAE	NAE	E	CEF	CEF	CV	E
33	TM	NAE	NAE	E	CEF	THE	TM
34	TM	NAE	NAE	E	CEF	E	TM
35	TM	NAE	NAE	CEF	CEF	THE	SH
36	NAE	TR	NAE	CEF	CEF	UC	E
37	NAE	TR	UC	CEF	CEF	TR	TM
38	TM	TM	TM	UC	CEF	TM	TM
39	TM	TM	TM	E	E	TM	SH
40	DI	E	TM	LCD	E	E	TM

Elaboración: Los autores

Tabla 62. Distribución del trabajo general

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>	<b>27%</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>	<b>49%</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>24%</b>
<b>TOTAL</b>	<b>100%</b>

Elaboración: Los autores

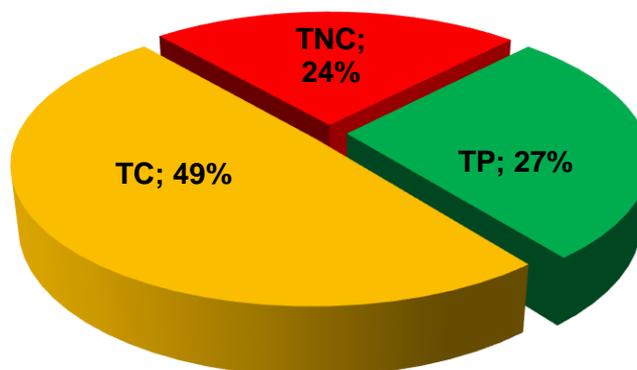


Figura 67. Distribución del trabajo general

Elaboración: Los autores

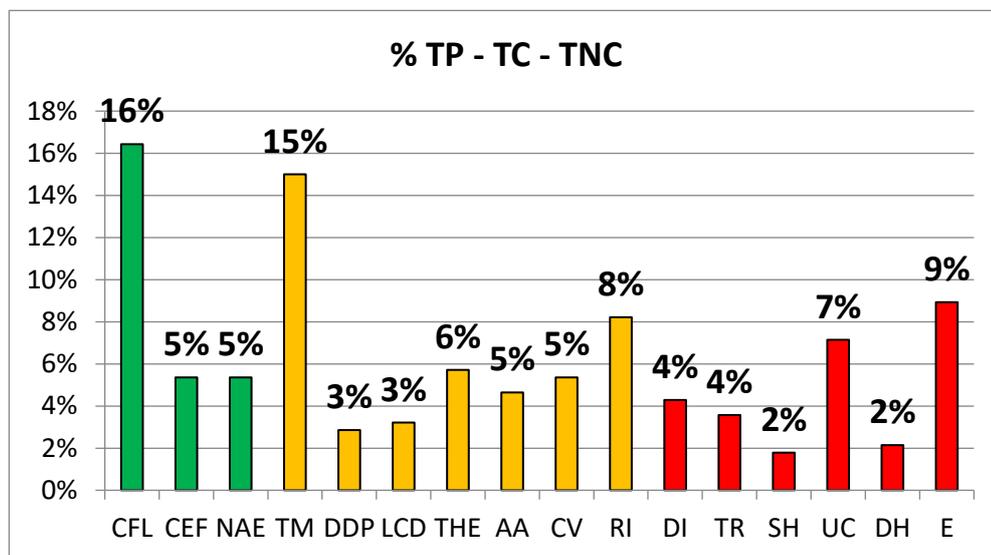
Se observa que las cuadrillas obtuvieron 27% de trabajos productivos, 49% de trabajos contributorios y 24% trabajos no contributorios.

El porcentaje más alto de las cuadrillas en general fue el de los trabajos contributorios, teniendo como mayor contribución al trabajo de toma de medidas (TM).

**Tabla 63.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL	%
<b>CFL</b>	-	15	16	8	7	-	-	46	16%
<b>CEF</b>	-	-	-	6	9	-	-	15	5%
<b>NAE</b>	4	7	4	-	-	-	-	15	5%
<b>TM</b>	11	5	6	2	5	5	8	42	15%
<b>DDP</b>	-	-	-	8	-	-	-	8	3%
<b>LCD</b>	-	-	-	1	-	6	2	9	3%
<b>THE</b>	1	-	-	3	2	6	4	16	6%
<b>AA</b>	-	-	-	-	-	6	7	13	5%
<b>CV</b>	2	3	3	-	2	3	2	15	5%
<b>RI</b>	4	2	3	2	5	4	3	23	8%
<b>DI</b>	12	-	-	-	-	-	-	12	4%
<b>TR</b>	-	2	1	1	2	3	1	10	4%
<b>SH</b>	1	1	-	-	-	1	2	5	2%
<b>UC</b>	2	3	4	5	1	1	4	20	7%
<b>DH</b>	-	-	-	1	3	1	1	6	2%
<b>E</b>	3	2	3	3	4	4	6	25	9%
<b>TOTAL</b>								<b>280</b>	<b>100%</b>

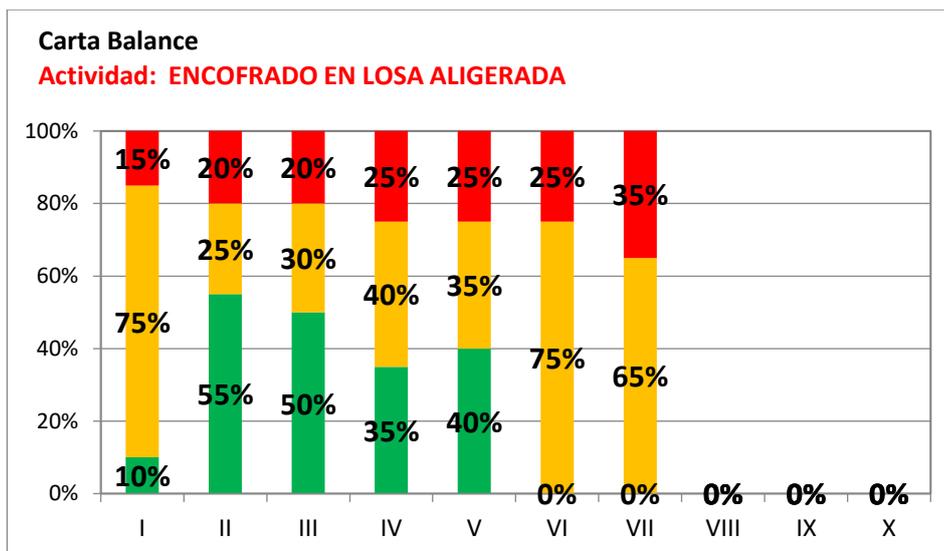
Elaboración: Los autores



**Figura 68.** Porcentaje de trabajos

Elaboración: Los autores

- Por lo general, se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 69.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador

**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 15% de trabajos no contributorios, 75% de trabajos contributorios y un 10% en trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 20% de trabajos no contributorios, 25% de trabajos contributorios y un 55% de trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 20% de trabajos no contributorios, 30% de trabajos contributorios, y un 55% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 25% de trabajos no contributorios, 40% de trabajos contributorios y un 35% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cinco un 25% de trabajos no contributorios, 35% de trabajos contributorios y un 40% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 25% de trabajos no contributorios, 75% de trabajos contributorios.
- Se observa en el trabajador número seis un 35% de trabajos no contributorios, 65% de trabajos contributorios.

#### 4.4.11 Acero $f_y= 4200 \text{ kg/cm}^2$ en losa aligerada.

##### 4.4.11.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios

Para la realización del análisis de la carta balance, se debe reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios. Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 64.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
<b>CAT</b>	COLOCACION DE ACERO DE TEMPERATURA (UBICACIÓN, CUANTILLA Y ESPARCIMIENTO)
<b>CV</b>	COLOCACION DE VIGUETAS
<b>VAR</b>	VERIFICACION DE ALINEAMIENTO /RECUBRIMIENTO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>TM</b>	TOMA DE MEDIDAS
<b>DA</b>	DESPIECE DE ACERO
<b>HA</b>	HABILITACION DE ACERO
<b>TME</b>	TRANSPORTE DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
<b>AA</b>	ARMADO DE ANDAMIO
<b>CAL</b>	COLOCADO DE ARNES Y LINEA DE VIDA
<b>RI</b>	RECIBIR INSTRUCCIONES
<b>DI</b>	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>TR</b>	TRABAJOS REHECHOS
<b>SH</b>	IR A SSHH. EN MAS DE UNA OCASIÓN
<b>UC</b>	USAR EL CELULAR
<b>DH</b>	DESCANSAR O HACER HORA
<b>E</b>	ESPERAS

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.11.2 Distribución del personal

**Tabla 65.** Cuadrilla de obreros

	Actividad	Nombre	Código
I	ACERO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
II	ACERO	VILLA LEIVA WALTER	OPERARIO
III	ACERO	RAMOS RAMIREZ YAEIR	OFICIAL
IV	ACERO	LOPEZ DOKI JOSE	OFICIAL
V	ACERO	FLORES ASCUE ROBIN	OFICIAL
VI	ACERO	CABELLO ESCUDERO ESEL	PEON
VII	ACERO	ASTUQUIPAN CABRERA CARLOS	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.11.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 30 de abril del presente año se tomaron 35 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de colocado de acero en columnas. Tomando como muestra las losas del pabellón 1A.

#### Muestra N° 11 (03/05/21)

**Tabla 66.** Lectura de la carta balance en acero de losa aligerada

MED	I	II	III	IV	V	VI	VII
1	DI	E	RI	RI	RI	E	E
2	DI	SH	DH	DA	SH	RI	RI
3	DI	DA	SH	UC	UC	AA	AA
4	DI	TM	UC	TM	AA	AA	DH
5	DI	TM	UC	TM	AA	TME	DH
6	DI	DA	E	SH	DA	UC	TME
7	DI	DA	DH	SH	CAT	TME	TME
8	DI	SH	CAT	CAT	CAT	SH	TME
9	DI	UC	CAT	CAT	CAT	TME	UC
10	DI	TR	CAT	CAT	CAT	DH	UC
11	DI	TM	SH	CV	CV	DH	HA
12	UC	TM	SH	UC	CAT	HA	HA

13	UC	E	DH	UC	DH	HA	SH
14	UC	TM	CAT	UC	DH	TM	TM
15	RI	TR	CAT	CAT	SH	E	TR
16	RI	CV	CAT	SH	E	E	TR
17	RI	DH	UC	RI	E	SH	DA
18	UC	SH	UC	HA	HA	DH	E
19	UC	UC	UC	DH	UC	DA	E
20	UC	CV	CAT	SH	CAT	DA	DA
21	UC	E	CAT	SH	CAT	TME	TME
22	DI	CV	DH	CAT	SH	TME	TME
23	DI	CV	CAT	CAT	UC	SH	TME
24	DI	UC	TR	TR	CAT	E	SH
25	DI	TR	TR	TR	CAT	E	E
26	DI	E	TR	CAT	TR	TR	E
27	DI	CV	CAT	CAT	TR	TR	TR
28	E	CV	CAT	CAT	CAT	TR	TR
29	E	CV	DH	SH	E	HA	HA
30	E	CV	DH	UC	SH	HA	HA
31	DI	CV	CAT	CAT	RI	TME	TME
32	DI	UC	TR	SH	CAT	E	TME
33	DI	TR	TR	TR	CAT	E	E
34	DI	E	TR	CAT	TR	TR	E
35	DI	VAR	VAR	VAR	E	TR	TR

Elaboración: Los autores

Tabla 67. Distribución del trabajo general

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>	<b>20%</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>	<b>32%</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>48%</b>
	<b>100%</b>

Elaboración: Los autores

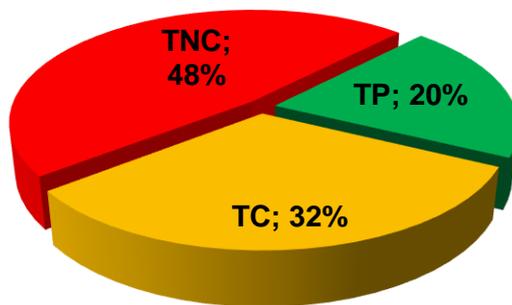


Figura 70. Distribución del trabajo general

Elaboración: Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 20% de trabajos productivos, 32% de trabajos contributivos y 48% trabajos no contributivos.

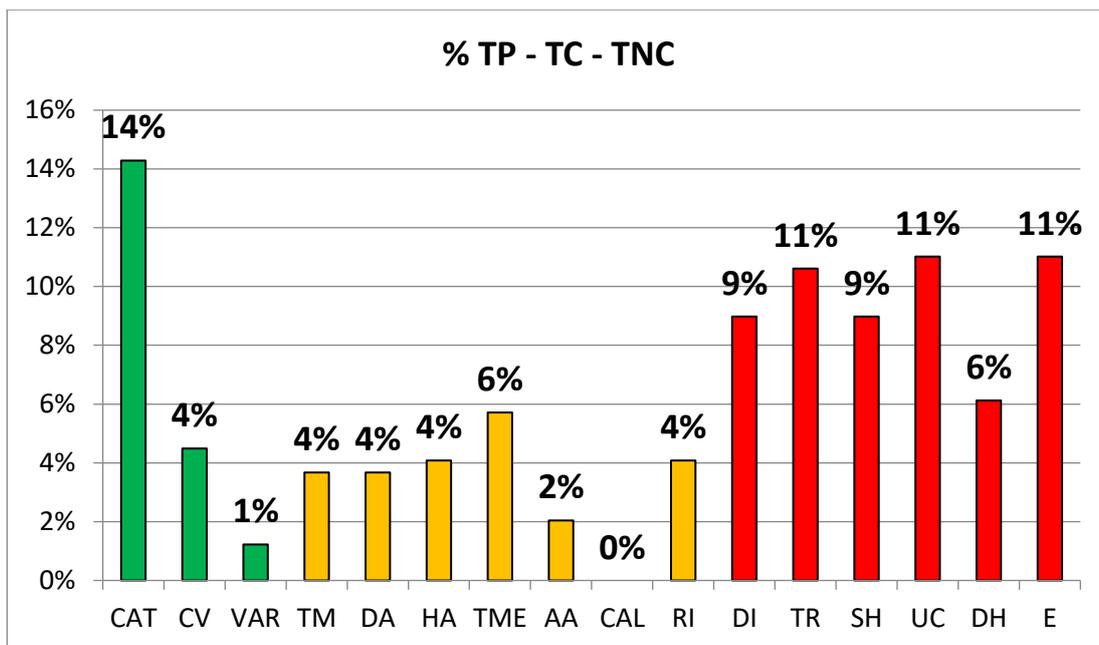
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 180 kg/día. Rendimiento que está en un 28% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la cuarta muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 68.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

	I	II	III	IV	V	VI	VII	TOTAL	%
CAT	-	-	12	11	12	-	-	35	14%
CV	-	9	-	1	1	-	-	11	4%
VAR	-	1	1	1	-	-	-	3	1%
TM	-	5	-	2	-	1	1	9	4%
DA	-	3	-	1	1	2	2	9	4%
HA	-	-	-	1	1	4	4	10	4%
TME	-	-	-	-	-	6	8	14	6%
AA	-	-	-	-	2	2	1	5	2%
CAL	-	-	-	-	-	-	-	0	0%
RI	3	-	1	2	2	1	1	10	4%
DI	22	-	-	-	-	-	-	22	9%
TR	-	4	6	3	3	5	5	26	11%
SH	-	3	3	7	4	3	2	22	9%
UC	7	4	5	5	3	1	2	27	11%
DH	-	1	6	1	2	3	2	15	6%
E	3	5	1	-	4	7	7	27	11%
<b>TOTAL</b>								<b>245</b>	<b>100%</b>

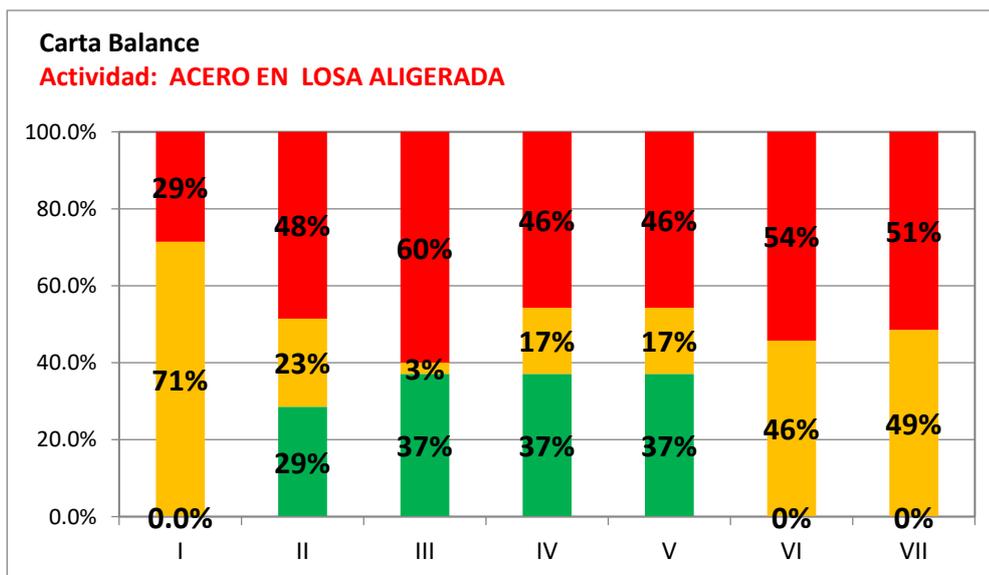
Elaboración: Los autores



**Figura 71.** Porcentaje de trabajos  
**Elaboración:** Los autores

- Por lo general, hay un porcentaje de trabajos no contributivos muy elevando, como se observa en la figura, todos los trabajos no productivos superan el 5%.

**Figura 72.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador



**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 29% de trabajos no contributivos, 71% de trabajos contributivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 48% de trabajos no contributivos, 23% de trabajos contributivos y un 29% de trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 60% de trabajos no contributivos, 3% de trabajos contributivos, y un 37% de trabajos productivos, la productividad del trabajador es preocupante, ya que ocupa más de la mitad los trabajos no contributivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 46% de trabajos no contributivos, 17% de trabajos contributivos y un 37% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cinco un 46% de trabajos no contributivos, 17% de trabajos contributivos y un 37% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 54% de trabajos no contributivos, 46% de trabajos contributivos, la productividad del trabajador es preocupante, ya que ocupa más de la mitad los trabajos no contributivos.
- Se observa en el trabajador número seis un 51% de trabajos no contributivos, 49% de trabajos contributivos, la productividad del trabajador es preocupante, ya que ocupa más de la mitad los trabajos no contributivos.

#### 4.4.12 Concreto en losa aligerada.

##### 4.4.12.1 Reconocimiento de los trabajos productivos, contributorios y no contributorios

Para la realización del análisis de la carta balance se deberá de reconocer los trabajos a realizar y clasificarlos como trabajos productivos, trabajos contributorios y trabajos no contributorios.

Teniendo como objetivo principal distribuir los tiempos de las cuadrillas, ya sea grupal como individual, con la finalidad de identificar en que actividad y en que trabajo la productividad es baja, para luego aplicar alguna mejora o solución a los resultados de las muestras obtenidas.

**Tabla 69.** Reconocimiento de los trabajos

	<b>TRABAJO PRODUCTIVO:</b>
<b>VC</b>	VACIADO DE CONCRETO
<b>VB</b>	VIBRADO
<b>VA</b>	VERIFICACION DE NIVEL /RECUBRIMIENTO
	<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>MV</b>	MOVILIZACION DE VIBRADORA
<b>TME</b>	TRANSPORTE DE MATERIALES DE MATERIALES, EQUIPOS Y HERRAMIENTAS
<b>CV</b>	COLOCACION DE ARNES Y LINEA DE VIDA
<b>RI</b>	RECIBIR INSTRUCCIONES
<b>PCO</b>	PREPARACION DE CONCRETO EN OBRA
<b>DI</b>	DAR INSTRUCCIONES
	<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO:</b>
<b>TR</b>	TRABAJOS REHECHOS
<b>UC</b>	USAR EL CELULAR
<b>DH</b>	DESCANSAR O HACER HORA
<b>E</b>	ESPERAS

Elaboración: Los autores

#### 4.4.12.2 Distribución del personal

**Tabla 70.** Cuadrilla de obreros

	Actividad	Nombre	Código
I	CONCRETO	HUANCAS PUSE WILIAM	CAPATAZ
II	CONCRETO	ESCARSINA HUAMAN JOEL	OPERARIO
III	CONCRETO	TORRES MELENDEZ JUAN	OPERARIO
IV	CONCRETO	ZAMUDIO MENDIETA MIGUEL	OFICIAL
V	CONCRETO	FLORES ASCUE ROBIN	OFICIAL
VI	CONCRETO	CAMPOS ESPINO AGUSTIN	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO
VII	CONCRETO	HUAMAN RIOS BRAULIO	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO
VIII	CONCRETO	ZAMORA ROJAS DILMER	PEON
IX	CONCRETO	ASTUQUIPAN CABRERA CARLOS	PEON

**Elaboración:** Los autores

#### 4.4.12.3 Resultados de muestras-Carta balance

Con fecha 30 de abril del presente año se tomaron 39 muestras a cada cuadrilla en un periodo de 2 min. Las muestras tomadas fueron de las diferentes actividades que los trabajadores realizaron para la ejecución de la partida de colocado de acero en columnas. Tomando como muestra las columnas del pabellón 1A.

Muestra N° (3505/21)

Tabla 71. Lectura de la carta balance en concreto de losa aligerada

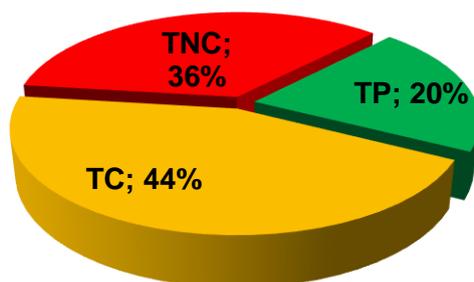
MED	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
1	DI	TME	RI	TME	RI	RI	RI	TME	TME
2	DI	TME	RI	TME	E	RI	RI	TME	DH
3	DI	UC	E	UC	TME	TME	TME	TME	UC
4	DI	UC	E	UC	TME	TME	TME	TME	E
5	UC	TME	TME	DH	DH	TME	TME	UC	E
6	UC	E	TME	E	CV	PCO	PCO	UC	TME
7	DI	E	UC	E	E	PCO	PCO	TME	TME
8	DI	VC	DH	DH	E	PCO	PCO	TME	TME
9	DI	VC	VC	VC	VC	PCO	DH	TME	TME
10	DI	VC	VC	VC	VC	PCO	PCO	TME	E
11	DI	TR	VC	VC	VC	DH	PCO	TME	E
12	UC	TR	E	UC	VC	DH	PCO	UC	MV
13	UC	TR	E	VC	UC	PCO	PCO	UC	MV
14	DI	TR	VC	TR	VA	PCO	UC	TME	VA
15	DI	UC	VC	TR	E	UC	PCO	TME	VC
16	DI	E	VC	TR	E	UC	PCO	TME	VC
17	DI	VC	UC	VC	UC	PCO	UC	TME	DH
18	DI	UC	TR	VC	VC	PCO	PCO	TME	VC
19	RI	UC	TR	E	VA	PCO	PCO	E	DH
20	RI	VC	DH	E	TR	PCO	PCO	VC	VC
21	RI	VC	UC	E	TR	PCO	PCO	VC	VC
22	RI	UC	VC	VC	VC	PCO	UC	VC	VC
23	RI	DH	VC	VC	VC	PCO	PCO	DH	VC
24	DH	VC	VC	TME	TME	PCO	PCO	VC	VC
25	DH	VC	RI	TME	TME	PCO	PCO	VC	VC
26	DI	TME	RI	TME	E	RI	RI	TME	TME
27	DI	UC	E	UC	TME	TME	TME	TME	UC
28	DI	UC	UC	UC	TME	TME	TME	TME	E
29	UC	TME	TME	DH	DH	TME	TME	UC	E
30	UC	E	E	E	CV	PCO	PCO	UC	TME
31	DI	E	DH	E	E	PCO	PCO	TME	TME
32	DI	VC	VC	DH	E	TME	DH	TME	DH
33	DH	VC	UC	VC	VC	PCO	PCO	TME	TME
34	DH	E	VC	VB	VC	PCO	UC	TME	E
35	DI	TR	VC	VC	VC	TME	PCO	TME	E
36	UC	VB	E	VC	VC	PCO	PCO	UC	MV
37	UC	TR	VB	VC	UC	UC	PCO	DH	MV
38	DI	TR	TR	TR	VA	PCO	UC	TME	VA
39	DI	UC	VC	TR	VA	PCO	PCO	TME	VB
40	DI	UC	VC	TR	VA	PCO	PCO	TME	VB

Elaboración: Los autores

**Tabla 72.** Distribución del trabajo general

<b>TRABAJO PRODUCTIVO</b>	<b>20%</b>
<b>TRABAJO CONTRIBUTORIO</b>	<b>44%</b>
<b>TRABAJO NO CONTRIBUTORIO</b>	<b>36%</b>
	<b>100%</b>

**Elaboración:** Los autores



**Figura 73.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

Se observa que las cuadrillas obtuvieron 20% de trabajos productivos, 44% de trabajos contributivos y 36% trabajos no contributivos.

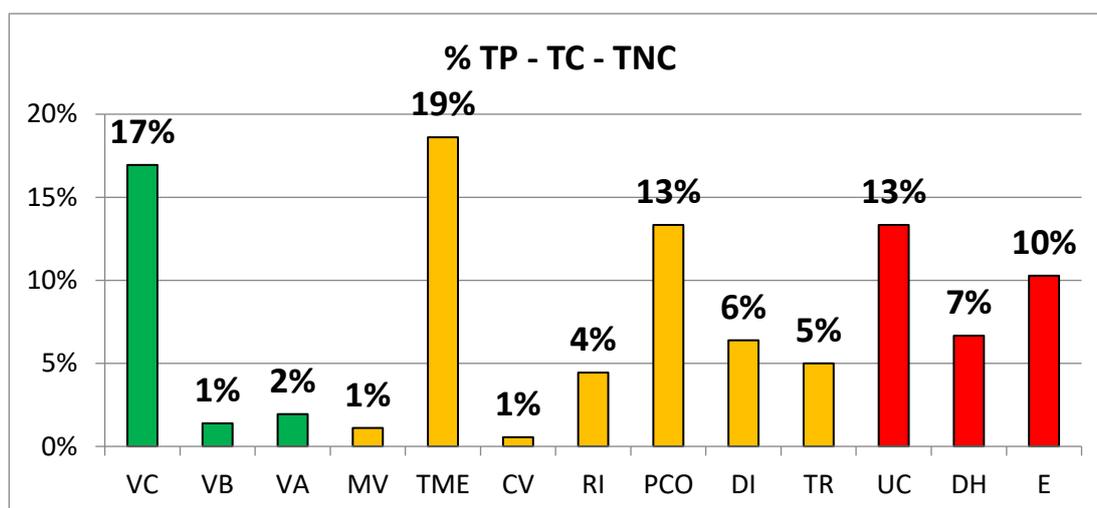
Las cuadrillas obtuvieron un rendimiento de 4 kg/día. Rendimiento que está en un 33.33% por debajo del rendimiento programado.

Posteriormente se pasó a cuantificar de forma general los resultados en la cuarta muestra. Ver figuras y tablas.

**Tabla 73.** Cuantificación y porcentaje de los trabajos analizados

	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	TOTAL	%
VC	-	10	14	12	11	-	-	5	9	61	17%
VB	-	1	1	1	-	-	-	-	2	5	1%
VA	-	-	-	-	5	-	-	-	2	7	2%
MV	-	-	-	-	-	-	-	-	4	4	1%
TME	-	5	3	5	6	8	6	25	9	67	19%
CV	-	-	-	-	2	-	-	-	-	2	1%
RI	5	-	4	-	1	3	3	-	-	16	4%
PCO	-	-	-	-	-	24	24	-	-	48	13%
DI	23	-	-	-	-	-	-	-	-	23	6%
TR	-	7	3	6	2	-	-	-	-	18	5%
UC	8	10	5	5	3	3	5	7	2	48	13%
DH	4	1	3	4	2	2	2	2	4	24	7%
E	-	6	7	7	8	-	-	1	8	37	10%
<b>TOTAL</b>										<b>360</b>	<b>100%</b>

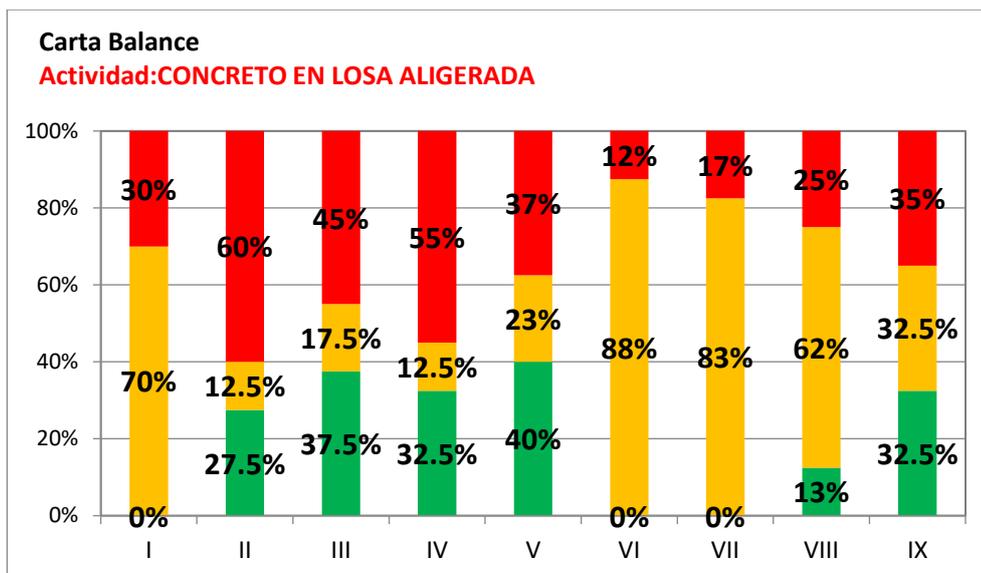
Elaboración: Los autores



**Figura 74.** Porcentaje de trabajos

Elaboración: Los autores

- Por lo general se observa que en esperas innecesarias y uso del celular en obra presentan el mayor porcentaje de trabajos no productivos.



**Figura 75.** Porcentaje de distribución de trabajos por trabajador

**Elaboración:** Los autores

- Se observa que el trabajador número uno tiene un 30% de trabajos no contributorios, 70% de trabajos contributorios, lo indica que tiene un alto porcentaje de trabajos contributorios, pero no trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número dos tiene un 60% de trabajos no contributorios, 12.5% de trabajos contributorios y 27.5% de trabajos productivos.
- Se observa que el trabajador número tres tiene un 45% de trabajos no contributorios, 17.5% de trabajos contributorios, y un 37.5% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cuatro un 55% de trabajos no contributorios, 12.5% de trabajos contributorios y un 32.5% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número cinco un 37% de trabajos no contributorios, 23% de trabajos contributorios y un 40% de trabajos productivos, lo cual indica un alto porcentaje de trabajos no contributorios.

- Se observa en el trabajador número seis un 12% de trabajos no contributivos, 88% de trabajos contributivos lo cual indica un porcentaje elevado de trabajos contributivos.
- Se observa en el trabajador número siete un 17% de trabajos no contributivos, 83% de trabajos contributivos lo cual indica un porcentaje elevado de trabajos contributivos.
- Se observa en el trabajador número ocho un 25% de trabajos no contributivos, 62% de trabajos contributivos y un 13% de trabajos productivos.
- Se observa en el trabajador número ocho un 35% de trabajos no contributivos, 32.5% de trabajos contributivos y un 32.5% de trabajos productivos.

#### **4.5 Implementación de la herramienta diagrama de análisis de restricciones**

Es fundamental la implementación de la herramienta análisis de restricciones ya que en el estado situacional de la obra y mediante las primeras medidas de la aplicación de la herramienta carta balance en las partidas de casco estructural se encontraron problemas como falta de stock de materiales, incompatibilidad de los planos de arquitectura con los planos de estructura, herramientas en mal estado, todas estas restricciones afectan la productividad de la obra.

Al aplicar la herramienta de análisis de restricciones, se estará adelantando semana por semana las actividades que se realizarán en la etapa de casco estructural, cumpliendo con lo programado en el análisis de restricciones no se estaría afectado la productividad de las partidas a ejecutar y de esa forma no hubiera impedimento ni obstáculos en la ejecución de partidas futuras.

Tabla 74. Diagrama de análisis de restricciones

GESTIÓN DE PROYECTOS																		
ANÁLISIS DE RESTRICCIONES																		
ITEM	DESCRIPCIÓN DE ACTIVIDADES	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN	MAYO				JUNIO			JULIO				TIPO	RESP	FECHA MAX	ESTADO	
			03 al 09 May. 2021	10 al 16 May. 2021	17 al 23 May. 2021	24 al 30 May. 2021	31 de May. al 06 Jun. 2021	07 al 13 Jun. 2021	14 al 20 Jun. 2021	21 al 27 Jun. 2021	28 de Jun al 04 Jul. 2021	05 al 11 Jul. 2021	12 al 18 Jul. 2021					19 al 25 Jul. 2021
	<b>ESTRUCTURAS</b>																	
	<b>CONCRETO ARMADO</b>	sáb 27/02/21																
	ZAPATAS	sáb 27/02/21													MAT	ROPP/AMO	1-Mar	ALERTA
	VIGAS DE CIMENTACION	sáb 27/02/21													MAT	ROPP/AMO	1-Mar	ALERTA
	SOBRECIMIENTO REFORZADO	dom 14/03/21													MAT	ROPP/AMO	16-Mar	ALERTA
	PLACAS	jue 04/03/21													MAT	ROPP/AMO	5-Mar	CONFORME
	COLUMNAS	jue 04/03/21													MAT	ROPP/AMO	5-Mar	CONFORME
	COLUMNETAS	dom 14/03/21													MAT	ROPP/AMO	15-Mar	CONFORME
	VIGAS	lun 29/03/21													MAT	ROPP/AMO	30-Mar	CONFORME
	VIGAS DE CONFINAMIENTO	lun 03/05/21																
	LOZAS MACIZAS	lun 29/03/21													MAT	ROPP/AMO	30-Mar	CONFORME
	LOSA ALIGERADA	lun 29/03/21													MAT	ROPP/AMO	30-Mar	CONFORME
	ESCALERAS	lun 29/03/21																
II	<b>OBRAS EXTERIORES</b>	vie 08/01/21																
	<b>ESTRUCTURAS</b>																	
	<b>CONCRETO ARMADO</b>	vie 02/04/21																
	CIMENTOS REFORZADOS	vie 02/04/21													MAT	ROPP/AMO	4-Abr	CONFORME
	ZAPATAS	vie 02/04/21													MAT	ROPP/AMO	4-Abr	CONFORME
	VIGAS DE CIMENTACION	vie 02/04/21													MAT	ROPP/AMO	4-Abr	CONFORME
	SOBRECIMIENTO REFORZADO	sáb 17/04/21													MAT	ROPP/AMO	19-Abr	CONFORME
	PLACAS	mié 14/04/21													MAT	ROPP/AMO	15-Abr	CONFORME
	COLUMNAS	mié 14/04/21													MAT	ROPP/AMO	15-Abr	CONFORME
	COLUMNETAS	sáb 17/04/21																
	TANQUE CISTERNA	vie 02/04/21													MAT	ROPP/AMO	5-Abr	CONFORME
	VIGAS	mié 28/04/21													MAT	ROPP/AMO	29-Abr	CONFORME
	VIGAS DE CONFINAMIENTO	vie 28/05/21													MAT	ROPP/AMO	20-May	ALERTA
	TANQUE ELEVADO	vie 07/05/21													MAT	ROPP/AMO	4-May	ALERTA
	LOZAS MACIZAS	mié 28/04/21													MAT	ROPP/AMO	23-Abr	CONFORME
	LOSA ALIGERADA	mié 28/04/21													MAT	ROPP/AMO	23-Abr	CONFORME
	ESCALERAS	mié 28/04/21													MAT	ROPP/AMO	23-Abr	CONFORME
	GRADAS ARMADAS EN PISO	lun 31/05/21																
III	<b>CERCO PERIMETRICO</b>	lun 17/05/21																
	<b>ESTRUCTURAS</b>																	
	<b>CONCRETO ARMADO</b>	lun 31/05/21																
	SOBRECIMIENTO REFORZADO	lun 31/05/21													MAT	ROPP/AMO	25-May	ALERTA
	COLUMNAS	mar 22/06/21													MAT	ROPP/AMO	20-Jun	ALERTA
	VIGAS	dom 04/07/21													MAT	ROPP/AMO	1-Jul	ALERTA

Elaboración: Los autores

**Tabla 75.** Responsables de levantar las restricciones

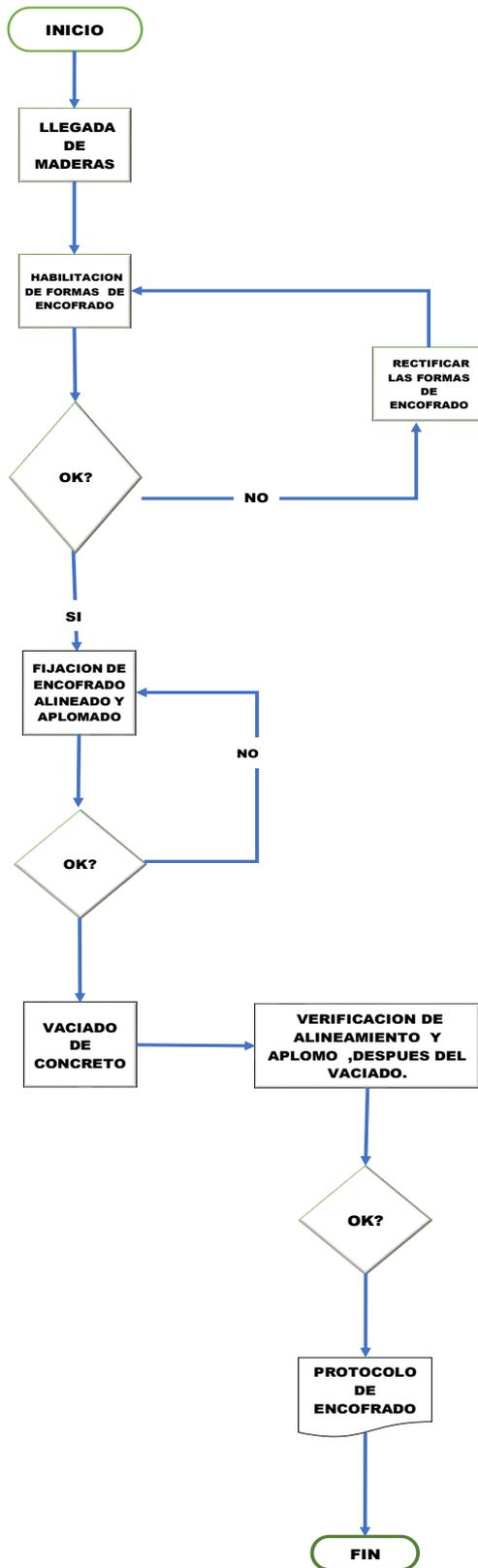
<b>RESPONSABLES DEL LEVANTAMIENTO DE RESTRICCIONES</b>		
RESIDENTE DE OBRA	RONALD OMAR PAREDES PRIETO	MO
INGENIERO ESPECIALISTA EN VALORIZACIONES	EDGARD WILLIANS PAREDES PRIETO	MAT
INGENIERO ESTRUCTURAL	HUGO CESAR PARRA ZURITA	EQ
INGENIERO SANITARIO	GILMER CALDERON ABANTO	SCMO
INGENIERO ELECTRICISTA	MARIO JESUS QUISPE CORIMAYA	SCTC
ADMINISTRADOR DE OBRA	JOSE PÉREZ PEZO	CLI
ALMACENERO DE OBRA	JUAN VARGAS FLORES	ING
INGENIERO PREVENCIÓNISTA DE SEGURIDAD	CESAR SEBATIAN SEMINARIO DIAZ	QA/QC

**Elaboración:** Los autores

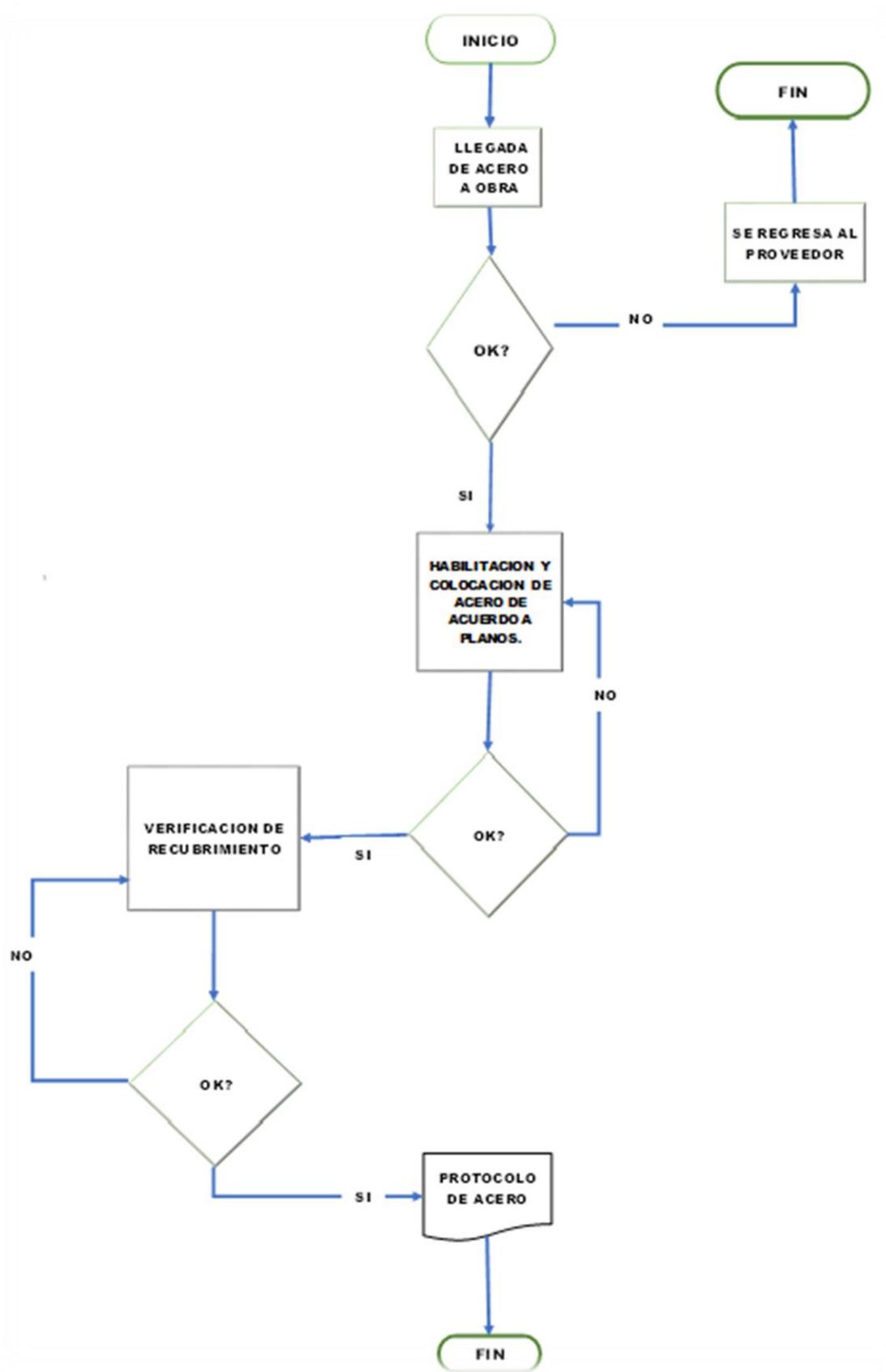
#### **4.6 Implementación de la herramienta de calidad diagrama de flujo**

Se identificó un mal proceso constructivo y tren de trabajo en las actividades a ejecutar, produciendo así retraso en la ejecución de las partidas. Estos retrasos conllevan a que la productividad no sea eficiente en la obra.

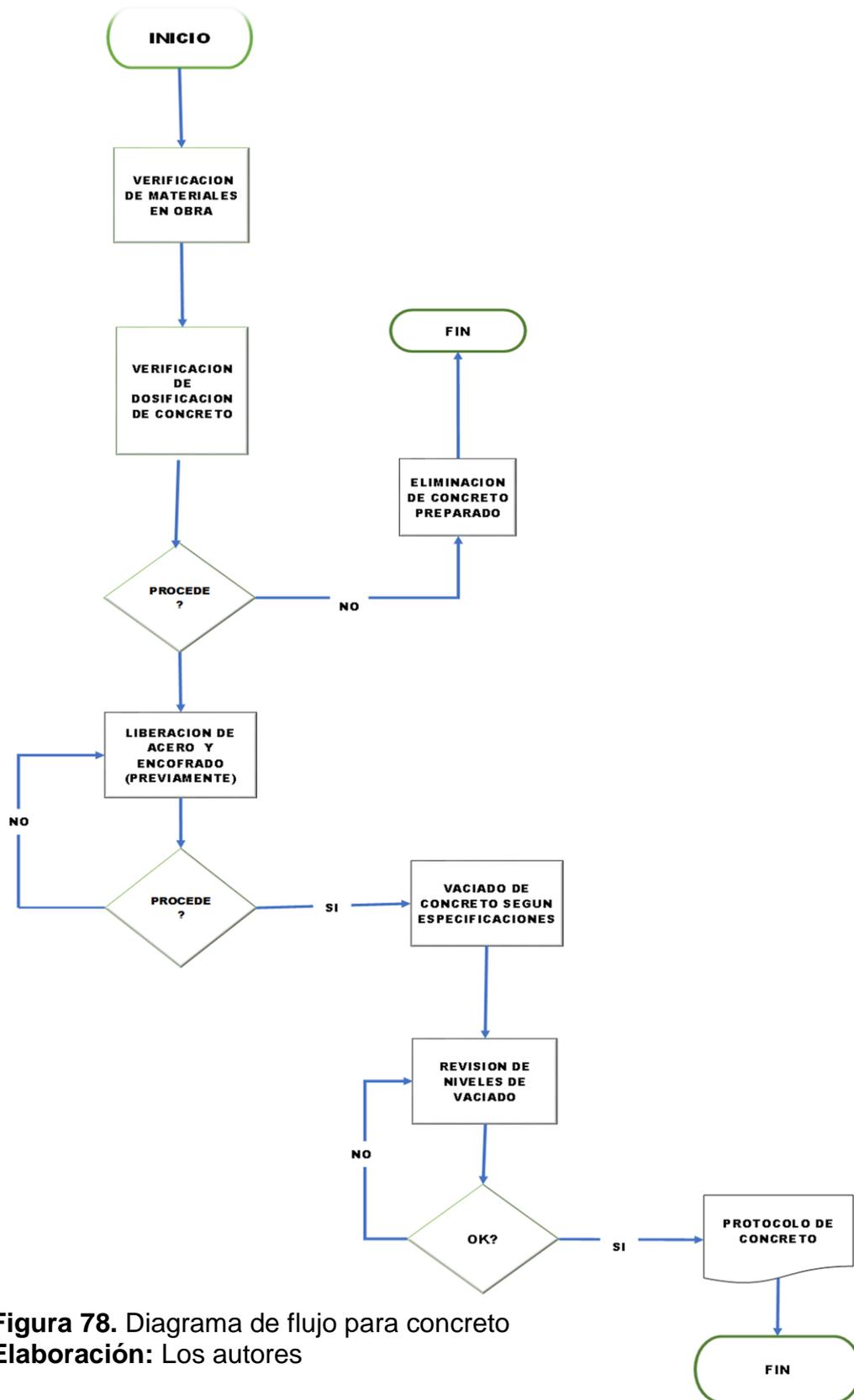
La implementación del diagrama de flujo permite que los trabajos se realicen mediante un proceso constructivo correcto y con el control de calidad correspondiente.



**Figura 76.** Diagrama de flujo para encofrados  
**Elaboración:** Los autores



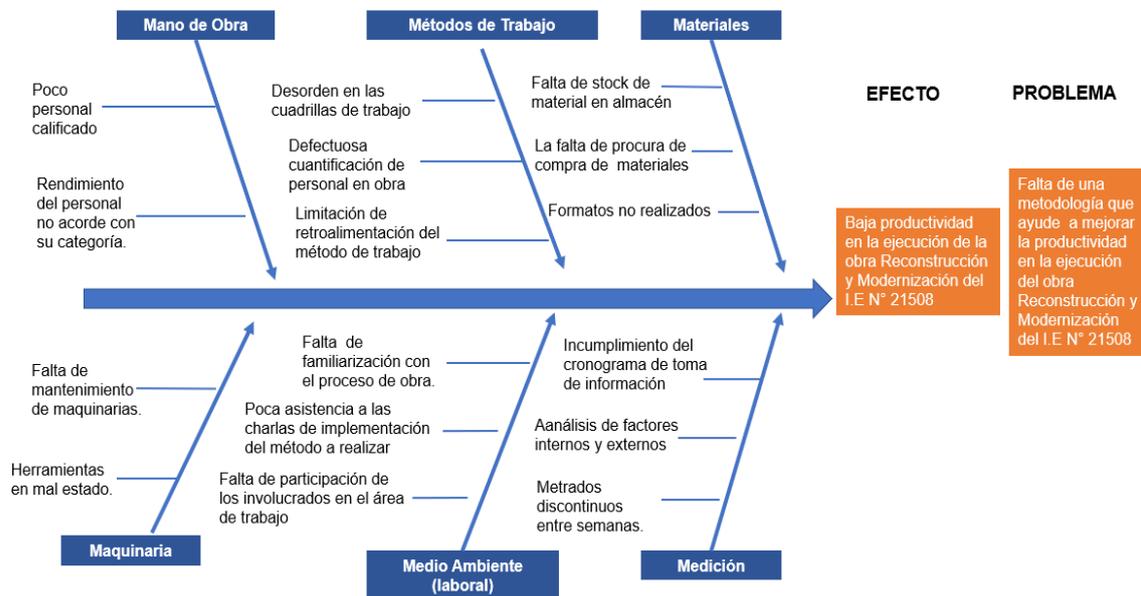
**Figura 77.** Diagrama de flujo para acero  
**Elaboración:** Los autores



**Figura 78.** Diagrama de flujo para concreto  
 Elaboración: Los autores

## 4.7 Implementación de la herramienta de la calidad diagrama de Ishikawa

Mediante un análisis realizado en campo se determinó el problema principal que afecta la productividad de la obra, analizando y definiendo el obstáculo de manera objetiva, y de forma secuencial se determinó el efecto que genera este problema y las posibles causas que fueron planteados bajo la estructura de las seis M.



**Figura 79.** Identificación de las causas que ocasionan baja productividad  
**Elaboración:** Los autores

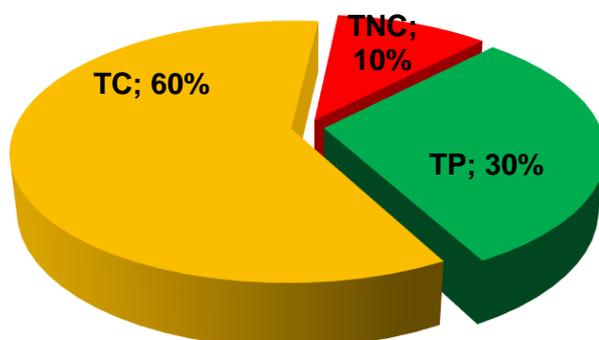
## CAPÍTULO V

### RESULTADOS

#### 5.1 Resultados de la implementación de la herramienta carta balance

Una vez aplicado las medidas correctivas a las distintas partidas y análisis que se hizo a cada trabajador, se procedió a recopilar los datos obtenidos en campo, para verificar en cuanto fue el mejoramiento de cada partida.

##### a) Resultados de encofrado en zapatas



**Figura 80.** Distribución del trabajo general  
**Elaboración:** Los autores

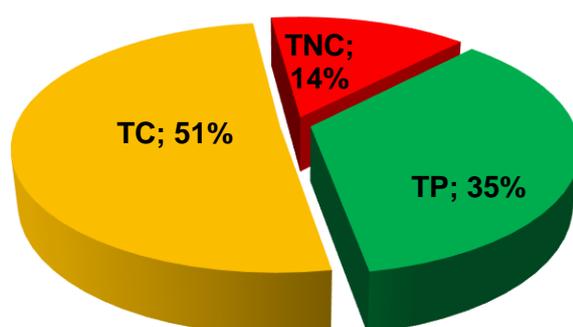
**Tabla 76.** Resultados de encofrado en zapatas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	14%	30%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	31%	60%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	55%	10%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 16%, los trabajos contributivos mejoraron en un 29%, mientras que los trabajos no contributivos disminuyeron en un 45%.

#### b) Resultados de acero en zapatas



**Figura 81.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

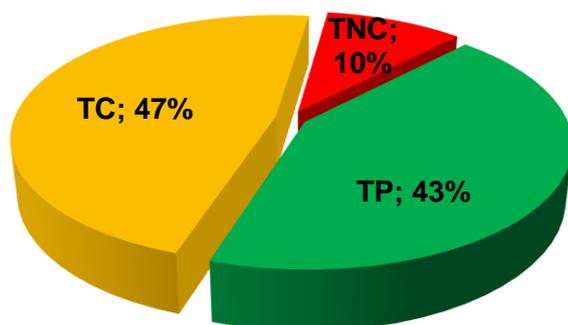
**Tabla 77.** Resultados de acero en zapatas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	18%	35%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	41%	51%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	41%	14%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 17%, los trabajos contributivos mejoraron en un 10%, mientras que los trabajos no contributivos disminuyeron en un 27%.

c) Resultados de concreto en zapatas



**Figura 82.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 78.** Resultados de concreto en zapatas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	19%	43%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	48%	47%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	33%	10%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 24%, los trabajos contributorios disminuyó en un 1%, mientras que los trabajos no contributorios disminuyeron en un 23%.

d) Resultados de acero en columnas

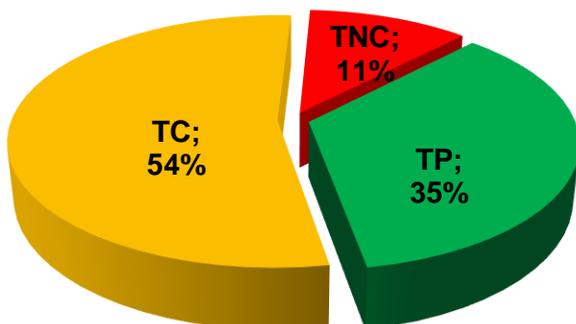


Figura 83. Distribución del trabajo general

Elaboración: Los autores

Tabla 79. Resultados de acero en columnas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	19%	35%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	25%	54%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	56%	11%

Elaboración: Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 16%, los trabajos contributorios aumentaron en un 29%, mientras que los trabajos no contributorios disminuyeron en un 45%.

e) Resultados de encofrado en columnas

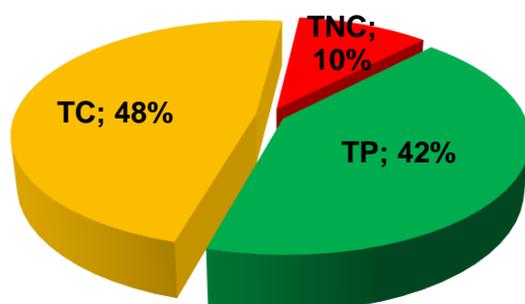


Figura 84. Distribución del trabajo general

Elaboración: Los autores

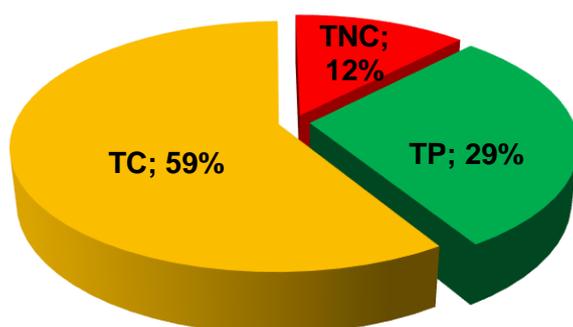
**Tabla 80.** Resultados de encofrado en columnas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	19%	40%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	51%	51%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	30%	8%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 21%, los trabajos contributivos se mantuvieron en 51%, mientras que los trabajos no contributivos disminuyeron en un 22%.

**f) Resultados de concreto en columnas**



**Figura 85.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

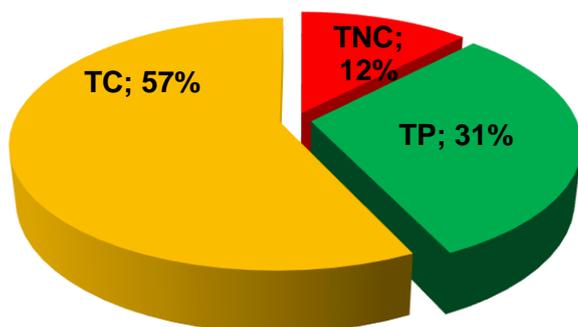
**Tabla 81.** Resultados de concreto en columnas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	21%	29%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	51%	59%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	28%	12%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 7%, los trabajos contributorios aumentaron en 8%, mientras que los trabajos no contributorios disminuyeron en un 16%.

**g) Resultados de encofrado en vigas**



**Figura 86.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

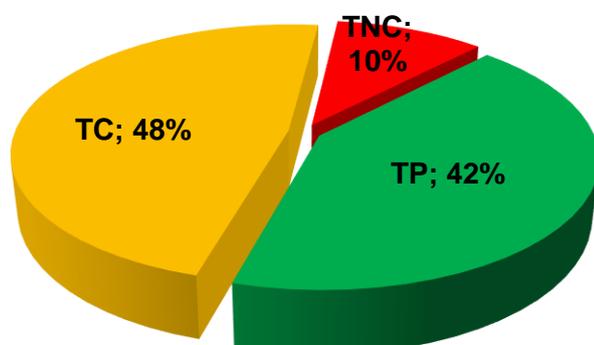
**Tabla 82.** Resultados de encofrado en vigas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	18%	31%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	50%	57%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	32%	12%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 13%, los trabajos contributorios aumentaron en 7%, mientras que los trabajos no contributorios disminuyeron en un 20%.

## h) Resultados de acero en vigas



**Figura 87.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

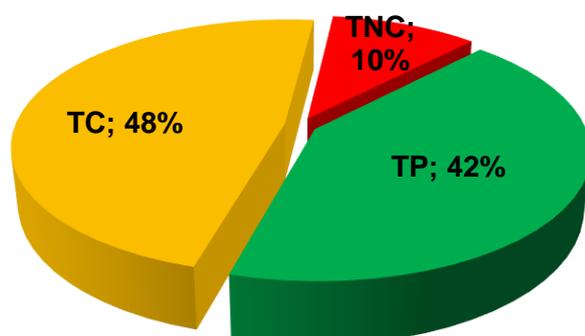
**Tabla 83.** Resultados de acero en vigas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	18%	38%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	50%	51%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	32%	11%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 20%, los trabajos contributorios aumentaron en 1%, mientras que los trabajos no contributorios disminuyeron en un 21%.

i) Resultados de concreto en vigas



**Figura 88.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

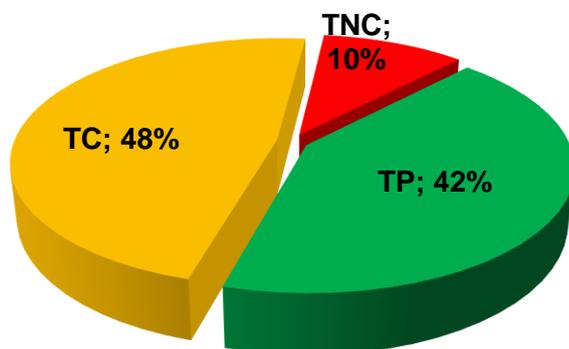
**Tabla 84.** Resultados de concreto en vigas

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	21%	41%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	49%	49%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	30%	10%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 20%, los trabajos contributorios se mantiene en 49%, mientras que los trabajos no contributorios disminuyeron en un 20%.

j) Resultados de encofrado en losa aligerada



**Figura 89.** Distribución del trabajo general  
**Elaboración:** Los autores

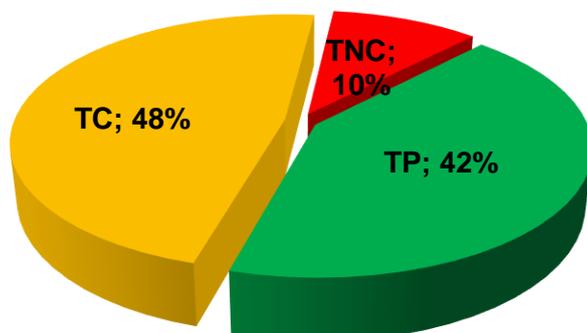
**Tabla 85.** Resultados de encofrado en losa aligerada

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	27%	49%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	49%	43%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	24%	8%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 22%, los trabajos contributivos disminuyó en 6%, mientras que los trabajos no contributivos disminuyeron en un 16%.

### k) Resultados de acero en losa aligerada



**Figura 90.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

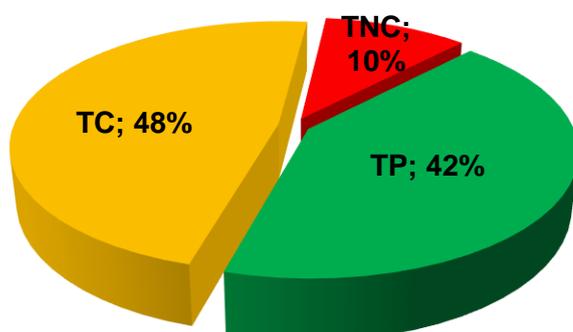
**Tabla 86.** Resultados de acero en losa aligerada

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	20%	44%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	32%	41%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	48%	15%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 24%, los trabajos contributorios aumentaron en 9%, mientras que los trabajos no contributorios disminuyeron en un 33%.

### I) Resultados de concreto en losa aligerada



**Figura 91.** Distribución del trabajo general

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 87.** Resultados de concreto en losa aligerada

ITEM	TRABAJO	MUESTRA	RESULTADO
1	TRABAJO PRODUCTIVO	20%	42%
2	TRABAJO CONTRIBUTORIO	44%	48%
3	TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	36%	10%

**Elaboración:** Los autores

Se observa una mejora de los trabajos productivos en un 22%, los trabajos contributorios aumentaron en 4%, mientras que los trabajos no contributorios disminuyeron en un 26%.

## 5.2 Resultados de la implementación de la herramienta diagrama de restricciones

Mediante la implementación de la herramienta diagrama de restricciones se ha prevenido la falta de materiales y herramientas como el uso de andamios para la ejecución de los trabajos en obra, permitiendo que la ejecución de los trabajos se dé de forma constante, cumpliendo así con lo programado en más del 80% como se observará más adelante en el diagrama de porcentaje de plan cumplido (PPC).



**Figura 92.** Stock de materiales en obra  
**Elaboración:** Los autores



**Figura 93.** Andamios nuevos en obra  
**Elaboración:** Los autores



**Figura 94.** Llegada de cemento a obra  
**Elaboración:** Los autores

### 5.3 Resultados de la implementación de la herramienta diagrama de flujo

Mediante la implementación del diagrama de flujo de las partidas de acero, encofrado y concreto, correspondiente a la ejecución de los elementos de casco estructural mejoró la productividad de las cuadrillas, obteniendo un buen tren de trabajo, mejor control de calidad por medio de protocolos de liberación, optimización de los tiempos, mejor proceso constructivo y orden en las áreas de trabajos.

La finalidad del diagrama de flujo es plasmar en campo el desarrollo del proceso constructivos esquematizado en el diagrama, evitando segregaciones al momento de realizar la ejecución de las partidas de vaciado de concreto en los elementos, desplome y cumpliendo con el recubrimiento de acero en los elementos conforme mande el expediente técnico.



**Figura 95.** Verificación de recubrimiento en columnas  
**Elaboración:** Los autores

Elementos estructurales ejecutados con el proceso constructivo correspondiente, aplomados y sin presencia de segregaciones.



**Figura 96.** Elemento estructural sin segregación  
**Elaboración:** Los autores



**Figura 97.** Elementos estructurales sin segregación y cangrejas  
**Elaboración:** Los autores

Área de trabajo ordenado, limpio, respetando las dimensiones indicadas en el plano de estructuras, mediante el proceso constructivo correspondiente y con el control de calidad adecuado.



**Figura 98.** Acero alineado, distribuido de forma correcta y respetando el recubrimiento conforme indique el plano  
**Elaboración:** Los autores

#### **5.4 Resultados de la implementación de la herramienta diagrama de Ishikawa**

La implementación de la herramienta diagrama de Ishikawa ayudó en gran medida con el desarrollo de las partidas a ejecutar. Habiéndose identificado las causas que generan bajo rendimiento en la ejecución de los trabajos y teniendo como consecuencia baja productividad.

La finalidad del diagrama de Ishikawa es identificar de forma panorámicas las causas que generan baja productividad en la ejecución de la obra. Una vez identificado las causas se procedió a realizar las medidas correctivas.

El plantel de profesional es capacitado de forma constante con la finalidad de mejorar constantemente en la ejecución de las partidas.



**Figura 99.** Solución de incompatibilidad de planos  
**Elaboración:** Los autores



**Figura 100.** Capacitación al plantel profesional  
**Elaboración:** Los autores

Charla de retroalimentación e instrucciones al personal de obra antes de realizar la ejecución de las partidas.



**Figura 101.** Charla de retroalimentación sobre el correcto proceso constructivo  
**Elaboración:** Los autores



**Figura 102.** Instrucciones antes de realizar los trabajos  
**Elaboración:** Los autores

Área de trabajo limpio y ordenado, tener el área de trabajo limpio y ordenado ayuda en gran medida a realizar la ejecución de los trabajos de forma correcta, permitiendo mayor flujo al tren de trabajo y optimiza los tiempos de ejecución.



**Figura 103.** Área de trabajo limpio y ordenado

**Elaboración:** Los autores



**Figura 104.** Área de trabajo limpio y ordenado

**Elaboración:** Los autores

## 5.5 Porcentaje de plan cumplido (PPC) y curva “S”

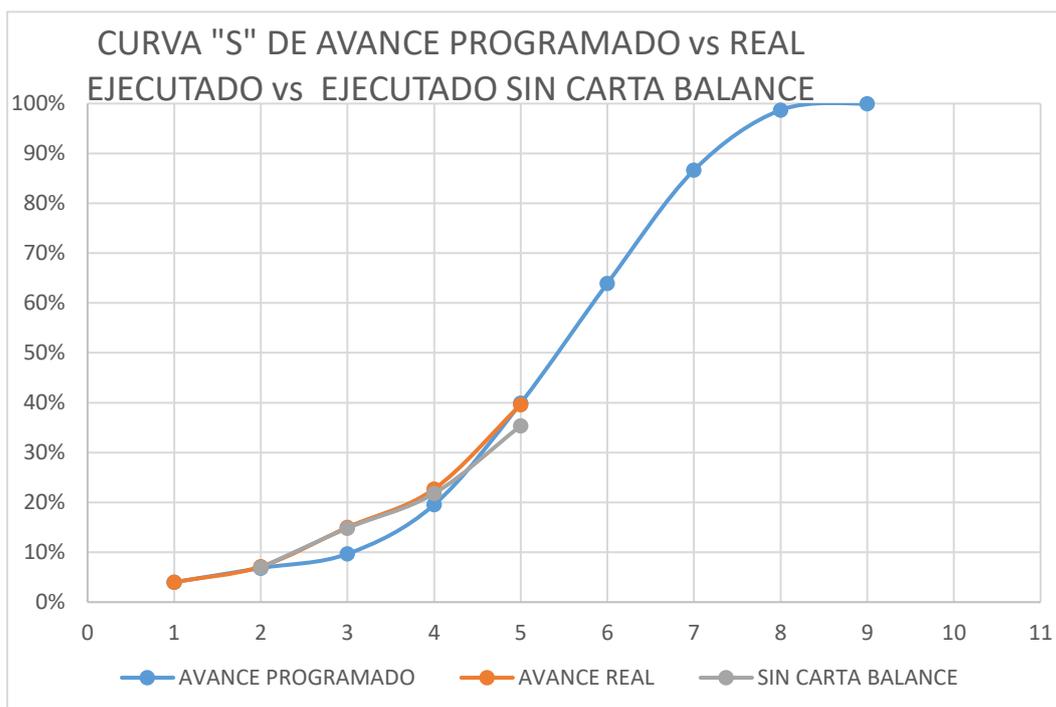
Mediante la implementación de la herramienta PPC se verificó el avance real semanal de la productividad de la obra con respecto al avance programado. La implementación de esta herramienta ayudó a verificar si el avance porcentual de la obra entra en programación acelerada o no, ya que según las bases del contrato de la obra en el cual indica: si el contratista tiene retrasos injustificados y su porcentaje de avance está por debajo del 80% del avance programado, entonces estaría entrando en calendario acelerado, siendo causante de una penalidad y si entra en acelerado por segunda vez se procederá a una resolución de contrato.

Fecha	Semana	PROGRAMADO				EJECUTADO				ESTADO DE OBRA	
		S/IGV	ACUM SIN IGV	PARCIAL %	ACUMUL %	S/IGV	ACUM S/IGV	PARCIAL %	ACUMUL %		
8/01/2021	0	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00	0.00	0.00%	0.00%		ATRASADO
15/01/2021	1	77,406.15	77,406.15	1.34%	1.34%	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	ATRASADO
22/01/2021	2	77,406.15	154,812.31	1.34%	2.67%	0.00	0.00	0.00%	0.00%	0.00%	ATRASADO
29/01/2021	3	77,406.15	232,218.46	1.34%	4.01%	232,218.46	232,218.46	4.01%	4.01%	100.00%	ATRASADO
ENERO	VAL-01	<b>232,218.46</b>	232,218.46	4.01%	4.01%	232,218.46	232,218.46	4.01%	4.01%	100.00%	ADELANTADO
5/02/2021	4	40,902.28	273,120.74	0.71%	4.72%	44,597.00	276,815.46	0.77%	4.78%	101.35%	ADELANTADO
12/02/2021	5	40,902.28	314,023.03	0.71%	5.42%	59,745.00	336,560.46	1.03%	5.81%	107.18%	ADELANTADO
19/02/2021	6	40,902.28	354,925.31	0.71%	6.13%	42,500.00	379,060.46	0.73%	6.55%	106.80%	ADELANTADO
26/02/2021	7	40,902.28	395,827.59	0.71%	6.84%	23,153.82	402,214.28	0.40%	6.95%	101.61%	ADELANTADO
FEBRERO	VAL-02	<b>163,609.13</b>	395,827.59	2.83%	6.84%	169,995.82	402,214.28	2.94%	6.95%	101.61%	ADELANTADO
5/03/2021	8	41,196.51	437,024.10	0.71%	7.55%	90,000.76	492,215.04	1.55%	8.50%	112.63%	ADELANTADO
12/03/2021	9	41,196.51	478,220.61	0.71%	8.26%	95,645.68	587,860.72	1.65%	10.16%	122.93%	ADELANTADO
19/03/2021	10	41,196.51	519,417.11	0.71%	8.97%	136,453.58	724,314.30	2.36%	12.51%	139.45%	ADELANTADO
26/03/2021	11	41,196.51	560,613.62	0.71%	9.69%	134,356.14	858,670.44	2.32%	14.83%	153.17%	ADELANTADO
MARZO	VAL-03	<b>164,786.03</b>	560,613.62	2.85%	9.69%	456,456.16	858,670.44	7.89%	14.83%	153.17%	ADELANTADO
2/04/2021	12	114,036.62	674,650.24	1.97%	11.66%	52,598.18	911,268.62	0.91%	15.74%	135.07%	ADELANTADO
9/04/2021	13	114,036.62	788,686.87	1.97%	13.63%	45,457.21	956,725.83	0.79%	16.53%	121.31%	ADELANTADO
16/04/2021	14	114,036.62	902,723.49	1.97%	15.60%	41,479.92	998,205.75	0.72%	17.24%	110.58%	ADELANTADO
23/04/2021	15	114,036.62	1,016,760.12	1.97%	17.57%	99,152.33	1,097,358.08	1.71%	18.96%	107.93%	ADELANTADO
30/04/2021	16	114,036.62	1,130,796.74	1.97%	19.54%	163,687.83	1,261,045.91	2.83%	21.79%	111.52%	ADELANTADO
ABRIL	VAL-04	<b>570,183.12</b>	1,244,833.36	9.85%	19.54%	402,375.47	1,261,045.91	6.95%	22.69%	101.30%	ADELANTADO
7/05/2021	17	294,859.22	1,539,692.59	5.09%	24.63%	200,646.38	1,461,692.29	3.47%	25.25%	94.93%	ATRASADO
14/05/2021	18	294,859.22	1,834,551.81	5.09%	29.72%	250,642.16	1,712,334.45	4.33%	29.58%	93.34%	ATRASADO
21/05/2021	19	294,859.22	2,129,411.03	5.09%	34.82%	270,336.97	1,982,671.42	4.67%	34.25%	93.11%	ATRASADO
28/05/2021	20	294,859.22	2,424,270.25	5.10%	39.92%	300,000.00	1,561,045.91	5.18%	26.97%	64.39%	ATRASADO
MAYO	VAL-05	<b>1,179,436.89</b>	2,424,270.25	20.39%	39.92%	1,021,625.51	2,282,671.42	17.65%	40.34%	94.16%	ATRASADO

**Figura 105.** Porcentaje de plan cumplido (PPC)

**Elaboración:** Los autores

Se observa que la obra se encuentra ligeramente atrasado, pero por encima del 80% de lo programado, al no haberse implementado las medidas correctivas era muy probable que la obra cayera en acelerado.



**Figura 106.** Curva “S” mensual  
**Elaboración:** Los autores

**Tabla 88.** Monto en soles y porcentaje de avance mensual

VALORIZACIÓN		AVANCE REAL				SIN APLICAR LAS MEDIDAS CORRECTIVAS			
		MENSUAL		ACUMULADO		MENSUAL		ACUMULADO	
N.º	MES	S/	%	S/	%	S/	%	S/	%
	INICIO								
1	08 al 31 Ene. 2021	232,218.46	4.01%	232,218.46	4.01%	232,218.46	4.01%	232,218.46	4.01%
2	01 al 28 Feb. 2021	180,522.44	3.12%	412,740.90	7.13%	180,522.44	3.12%	412,740.90	7.13%
3	01 al 31 Mar. 2021	456,456.16	7.89%	869,197.06	15.02%	456,456.16	7.89%	869,197.06	15.02%
4	01 al 30 abr. 2021	402,375.47	6.95%	1,271,572.53	22.69%	402,375.47	6.95%	1,271,572.53	22.69%
5	01 al 31 May. 2021	1,021,625.51	17.65%	2,293,198.04	39.62%	786,651.64	13.59%	2,047,697.55	35.38%

**Elaboración:** Los autores

Se observa el avance mensual de la obra en porcentaje según lo programado, ya sea mensual y acumulado en porcentaje y soles (s/.)

El monto a valorizar en el mes de mayo, en donde se aplicó las medidas correctivas, es de S/. 1,021,625.51 que representa el 17.65% de avance total de la obra y el monto a valorizar sin aplicar las medidas correctivas sería de S/. 786,651.64 que representaría el 13.59% del avance total de la obra.

El monto proyectado aproximado sin aplicar las medidas correctivas se determinó por medio del rendimiento de las distintas cuadrillas, ya que mediante el análisis de la carta balance se observó un rendimiento del 25% por debajo del rendimiento programado.

Mediante una fórmula básica se puede calcular en cuanto con respecto a porcentaje mejoró la productividad

Porcentaje de mejora de la productividad = Pmp

$$Pmp = 1 - \frac{786,651.64}{1,021,625.51}$$

$$Pmp = 23\%$$

Hubo una mejoraría del 23% al implementar la metodología lean construcción y las herramientas de la calidad.

## CAPÍTULO VI

### DISCUSIÓN DE RESULTADOS

#### 6.1. Contrastación de hipótesis

Hipótesis general menciona que la implementación de la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad utilizadas en la reconstrucción y modernización de la Institución educativa N°21508 mejora la productividad de 20% a más. Luego de realizar la implementación, se determinó que, al implementar las herramientas, mejora la productividad en 23% durante la ejecución de la obra, es por eso que el nivel de implementación fue conforme, finalmente se concluye que la hipótesis es **VÁLIDA**.

**Hipótesis específica 1** menciona que aplicando de forma correcta la herramienta Carta Balance de la metodología Lean Construction, contribuye con el mejoramiento de los trabajos productivos, optimización de los procesos y costos, es el apropiado. Luego de realizar la implementación de la herramienta Carta Balance, se obtiene una mejora de los trabajos productivos mayor o igual al 20%. Concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.

**Tabla 89.** Análisis de ahorro en los trabajos productivos

ITEM	TRABAJO PRODUCTIVO	MUESTRA	RESULTADO
1	ENCOFRADO EN ZAPATAS	14%	34%
2	ACERO EN ZAPATAS	18%	39%
3	CONCRETO EN ZAPATAS	19%	43%
4	ACERO EN COLUMNAS	19%	39%
5	ENCOFRADO EN COLUMNAS	19%	42%
6	CONCRETO EN COLUMNAS	21%	44%
7	ENCOFRADO EN VIGAS	18%	41%
8	ACERO EN VIGAS	18%	38%
9	CONCRETO EN VIGAS	21%	41%
10	ENCOFRADO EN LOSA ALIGERADA	27%	49%
11	ACERO EN LOSA ALIGERADA	20%	44%
12	CONCRETO EN LOSA ALIGERADA	20%	42%

**Elaboración:** Los autores

**Hipótesis específica 2** menciona que aplicando de forma correcta la herramienta Análisis de Restricciones de la metodología Lean Construction, contribuye con el mejoramiento de los trabajos productivos, optimización de los procesos constructivos y costos, es el apropiado. Luego de realizar la implementación de la herramienta Análisis de Restricciones, se obtiene un porcentaje mensual mayor del 80% de actividades cumplidas, concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.

**Tabla 90.** Análisis de porcentaje de productividad

NÚMERO DE SEMANAS	PROGRAMADO	REAL	PORCENTAJE DE AVANCE
SEMANA 21	5.09%	3.47%	68%
SEMANA 22	5.09%	4.33%	85%
SEMANA 23	5.09%	4.67%	92%
SEMANA 24	5.10%	5.18%	102%
TOTAL, ACUMULADO	20.37%	17.65%	87%

**Elaboración:** Los autores

**Hipótesis específica 3** menciona que aplicando de forma correcta la herramienta de la Calidad Diagrama de Flujo, contribuye con el mejoramiento de los trabajos productivos, optimización de los procesos constructivos y costos, es el apropiado. Luego de realizar la implementación de la herramienta Diagrama de Flujo, se obtiene un porcentaje de rendimiento

diario mayor al 20% de actividades por partidas cumplidas, concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.

**Tabla 91.** Análisis de ahorro de rendimientos por día

RENDIMIENTO				
PARTIDA	ANTES	DESPUES	AHORRO	AHORRO %
ENCOFRADO	31.35 m2/día	38.28 m2/día	6.93 m2/día	22%
ACERO	735.00 kg/día	890.95 kg/día	155.95 kg/día	21%
CONCRETO	26.30 m3/día	32.14 m3/día	5.84 m3/día	22%

**Elaboración:** Los autores

**Hipótesis específica 4** menciona que aplicando de forma correcta la herramienta de la Calidad Diagrama de Ishikawa, contribuye con el mejoramiento de los trabajos productivos, optimización de los procesos constructivos y costos, es el apropiado. Luego de realizar la implementación de la herramienta Diagrama de Ishikawa, se obtiene un porcentaje de rendimiento diario mayor al 20% por partidas y un porcentaje mensual mayor al 80% de productividad en actividades cumplidas, concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.

**Tabla 92.** Mejora de rendimiento

PARTIDA	ENCOFRADO	ACERO	CONCRETO
MEJORA DE RENDIMIENTO	22%	21%	22%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 93.** Cumplimiento de avance en el mes de mayo

MES	PROGRAMADO	REAL	AVANCE CUMPLIDO %
MAYO	20.37%	17.65%	87%

**Elaboración:** Los autores

## **6.2. Contrastación de antecedentes**

### **6.2.1 Contrastación de antecedentes internacionales**

- **Pérez, G. & Del Toro, H. & López, A. (2019)**

Según la tesis presentada, al implementar conceptos de la Metodología Lean Construction y Metodología BIM (Building Information Modeling) a la gestión administrativa del proceso constructivo de vivienda popular (hasta 42.50 m<sup>2</sup> y 200 salarios mínimos) llevado a cabo en Torreón - Coahuila - México, tuvieron una mejora de los trabajos productivos del 17%, los trabajos contributorios se mantuvieron en 25% y los trabajos no contributorios disminuyeron en 17%. En contraste la presente tesis de investigación que al implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad, se obtiene una mejora de los trabajos productivos mayor al 20%.

- **Maldonado, J. (2018)**

Según la tesis presentada, al implementar la Herramienta Time-Lapse y el Software Fotográfico de tomas continuas en el análisis de la productividad en la construcción en Ecuador, tuvo una mejora de los trabajos productivos de 35.79% a 46.65%, mejorando en 10.86% en trabajos productivos. En contraste la presente tesis de investigación al implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad, se obtiene una mejora de los trabajos productivos mayor al 20%.

### **6.2.2 Contrastación de antecedentes nacionales**

- **Llerena, D. (2019)**

La presente tesis sostiene que la implementación de la Metodología Lean Construction en la construcción del edificio multifamiliar Liberty, aplicando las Herramientas Carta Balance, Análisis de Restricciones y Diagrama de Flujo, obtuvo una mejora de los trabajos productivos de 7.69%. En contraste la Presente investigación recurre a tener una mejora de

rendimientos en encofrado de 22%, acero de 21% y concreto de 22%, concluyendo que se obtuvo una mejora de la productividad mayor al 20%, cumpliendo con lo programado en 87%.

- **Marín, N. & Correa, L. (2020)**

La presente tesis sostiene que la implementación de la Metodología Lean Construction para el mejoramiento de la productividad en la red de alcantarillado en la AV. Cieza De León La Purísima, Lima, aplicando la Herramienta Carta Balance, Herramienta de Porcentaje de Plan Cumplido (PPC) y encuestas, tuvo una mejora en el aumento de la mano de obra en 10.5% y una reducción de las pérdidas de productividad del 13.83%. En contraste la presente tesis de investigación al implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad, se obtiene una mejora de rendimientos de la mano de obra en encofrado de 22%, acero de 21% y concreto de 22%, concluyendo que se obtuvo una mejora de la productividad mayor al 20%, teniendo como porcentaje de plan cumplido (PPC) un 87%.

## CONCLUSIONES

- 1 La aplicación de manera constante de la metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad en una obra de edificación incrementa de manera significativa la confiabilidad de su planificación, ya que fue corroborado en el incremento de los trabajos productivos, pese a que al inicio la productividad se encontraba por debajo del programado. Mediante la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la calidad se pudo tener un rendimiento superior al 20% y un avance programado de 87% del avance mensual.
- 2 El uso de la herramienta Carta Balance permite detectar las actividades improproductivas generando así baja productividad en la ejecución de las partidas, una vez detectados estas actividades y habiéndose aplicado las medidas correctivas se obtuvo una mejora en la optimización de las partidas de zapata de (17% TP, 40% TC, 43% TNC) a (36% TP, 52.67% TC, 11.33% TNC), columna de (17% TP, 40% TC, 43% TNC) a (36% TP, 52.67% TC, 11.33% TNC), viga de (19% TP, 49.67% TC, 31.33% TNC) a (36.67% TP, 52.33% TC, 11% TNC), losa aligerada de (22.33% TP, 41.67% TC, 36% TNC) a (45% TP, 44% TC, 11% TNC), obteniendo una mejora de la productividad mayor al 20% en la ejecución de las partidas.

- 3 La implementación de la herramienta Análisis de Restricciones permitió identificar con anticipación las restricciones que impide o genere un retraso en la ejecución de las partidas, permitiendo levantar estas observaciones mediante un responsable designado, obteniendo así un porcentaje de plan cumplido de 87% con respecto a las actividades programadas.
- 4 Mediante la implementación de la herramienta Diagrama de Flujo y luego de haber realizado las medidas correctivas en las partidas de casco estructural se obtuvo un rendimiento de 6.93 m<sup>2</sup>/día en encofrado, 155.95 kg/ día en acero y 5.84 m<sup>3</sup>/día en concreto, permitiendo generar un mayor flujo en el proceso constructivo y un mayor control de calidad mediante protocolos de liberación en las partidas mencionadas.
- 5 Se concluye que mediante la implementación del Diagrama de Ishikawa se pudo identificar las causas que generaron una baja productividad en la ejecución de la obra, pudiendo así aplicar las medidas correctivas y obteniendo un rendimiento mayor al 20% y un porcentaje superior al 80% en actividades cumplidas.
- 6 Mediante la implementación de la herramienta de Porcentaje de Plan Cumplido, se pudo hacer un seguimiento de forma semanal al cumplimiento de las actividades ejecutadas con respecto a las actividades programadas, identificando las actividades con bajo rendimiento para luego aplicar las medidas correctivas, obteniendo un porcentaje de actividades cumplidas de 87% .
- 7 Mediante la implementación de la curva "S", se pudo observar el avance de la productividad con respecto al avance programado de forma mensual, permitiendo tener un mejor panorama de cómo es el avance de la productividad en obra.

## RECOMENDACIONES

- 1 Al aplicar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad reduce perdidas en la construcción e identificas las actividades improductivas optimizando así la productividad; el área de producción junto con el residente de obra que es quien lidera el equipo de trabajo deben aplicar las herramientas metodológicas y hacer un seguimiento riguroso a las partidas a ejecutar, con la finalidad de obtener una mejora continua. Cabe mencionar que hay herramientas que no se aplicaron en este informe, pero es muy importantes a la hora de identificar los factores que generan pérdidas en la productividad, la Herramienta de la Calidad Diagrama de Pareto ayuda a clasificar de forma gráfica de mayor a menor relevancia las actividades reportadas que generan perdida en la productividad, generando así buenos resultados.
- 2 Analizar la herramienta Carta Balance en las diferentes actividades de trabajo con la finalidad llevar un registro estadístico sobre el rendimiento de las cuadrillas correspondiente a cada actividad. Se aplicó esta herramienta a las cuadrillas de casco estructural, logrando así buenos resultados.

- 3 Analizar la herramienta Análisis de Restricciones de forma semanal y en todas las actividades de trabajo, para así tener un mayor control del cumplimiento de las actividades programadas, junto al porcentaje de plan cumplido que cuantifica la información para su medición y control. Realizando estas actividades se optimizan los costos y se genera ahorro.
- 4 Analizar la herramienta Diagrama de Flujo junto con el análisis de rendimientos en el sector de la construcción. Se recomienda el uso en todas las actividades a ejecutar, ya que esta herramienta genera orden, mayor flujo en la realización de las actividades, buen cumplimiento en el tren de trabajo minimiza los tiempos improductivos, aportando así en el control de la programación y avances en obra. Realizando estas actividades se optimizan los costos y se genera ahorro.
- 5 Analizar la herramienta Diagrama de Ishikawa en el rubro de la construcción. Se recomienda el uso de esta herramienta de forma estandarizada en todas las actividades, ya que identifica los factores involucrados que generan baja productividad para luego plantear soluciones de forma inmediata. El aporte de esta herramienta genera mejora en los rendimientos de las cuadrillas, incremento del porcentaje de plan cumplido, aumento de la productividad y optimización de los costos y tiempos.
- 6 Se recomienda implementar la herramienta de Porcentaje de Plan Cumplido ya que permite cuantificar y plasmar de forma específica el avance de la producción de la obra, generando buenos resultados a la hora de identificar las partidas que no cumplen con el avance programado.
- 7 Se recomienda hacer un comparativo de la curva real ejecutada con respecto a la curva programada, evitando así retrasos y controlando el avance acumulado logrando cumplir con lo planificado.

## FUENTES DE INFORMACIÓN

### Bibliográficas:

Cano, S. & Botero, L. & Rivera, L. (2017). Evaluación del desempeño de Lean Construction. Revista Espacios, 38(39), 30. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a17v38n39/a17v38n39p30.pdf>

Cortés, M. & Herrera, R. & Muñoz, F. (2020). Principales requerimientos de una herramienta TI basada en last planner® system. Revista Ingeniería de Construcción, 35(2), 126-134. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/345775014\\_Principales\\_requerimientos\\_de\\_una\\_herramienta\\_TI\\_basada\\_en\\_last\\_plannerR\\_system](https://www.researchgate.net/publication/345775014_Principales_requerimientos_de_una_herramienta_TI_basada_en_last_plannerR_system)

El Peruano (08 de febrero de 2021). FMI eleva a 9% proyección de crecimiento de economía peruana para este año. Recuperado de <https://elperuano.pe/noticia/114954-fmi-eleva-a-9-proyeccion-de-crecimiento-de-economia-peruana-para-este-ano>

Hernández, A. (2018). Manual de buenas prácticas para incrementar la productividad en procesos de construcción. Recuperado de <https://revistaconstruir.com/wp-content/uploads/2018/12/manual-de-buenas-pr%C3%A1cticas.pdf>

Herrera, G. & Campo, J. & Bernal, J. & Richard, T. (2017). Modelo de teoría de restricciones con consideraciones de optimización y simulación - Un caso de estudio. Revista Espacios, 39(03), 10. Recuperado de <https://www.revistaespacios.com/a18v39n03/a18v39n03p10.pdf>

- Investigación y desarrollo, Diagnóstico organizacional, Procesos constructivos, Implementación LC. Lean Construction Enterprise - LCE. (2016). Recuperado de <http://www.leanconstructionenterprise.com>
- koskela, L. (1992). Application of the new production philosophy to construction. CIFE Technical Report #72. Stanford University. Recuperado de <https://www.leanconstruction.org/media/docs/Koskela-TR72.pdf>
- Marín, N. & Correa, L. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza De León - La Purísima. Revista Pakamuros, 8(3), 13-24. Recuperado de <http://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/135/115>
- Ñaupas, H. & Valdivia, M. & Palacios, J. & Romero, H. (2018). Metodología de la investigación Cuantitativa - Cualitativa y Redacción de la Tesis. 5a ed. Bogotá: Ediciones de la U. Recuperado de <https://corladancash.com/wp-content/uploads/2020/01/Metodologia-de-la-inv-cuanti-y-cuali-Humberto-Naupas-Paitan.pdf>
- Pulakka S. & Vares S. & Nykänen E. & Saari M. & Häkkinen T. (2016). Lean production of cost optimal wooden nZEB. Energy Procedi, 96, 202-211. Recuperado de <https://n9.cl/nbkgp>
- Porras, H. & Sánchez, O. & Galvis, J. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual. Avances: Investigación en Ingeniería, 11(1), 32-53. Recuperado de <https://doi.org/10.18041/1794-4953/avances.1.298>
- Pons, J. (2014). Introducción a Lean Construction. Fundación Laboral de la Construcción, 1a edición. Recuperado de <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>

Zambrano, B. & Caballero, S. & Ponce, E. (2018). Estado actual de la aplicación de la Metodología Lean Construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniare*, 2(25), 39-65. Recuperado de <https://revistas.unilibre.edu.co/index.php/ingeniare/article/view/5968/5503>

### **Electrónicas:**

Alpízar, G. (2017). Aplicación de Lean Construction a través de la metodología Last Planner a proyectos de vivienda social de FUPROVI. (Proyecto de grado, Instituto Tecnológico de Costa Rica, Costa Rica). Recuperado de [https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7272/Aplicacion%20lean\\_construction\\_metodologia\\_last\\_planner.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositoriotec.tec.ac.cr/bitstream/handle/2238/7272/Aplicacion%20lean_construction_metodologia_last_planner.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Alpuche, R. (2004). El impacto de la calidad total y la productividad en empresas de construcción. (Tesis de grado, Universidad de Las Américas Puebla, México). Recuperado de [http://catarina.udlap.mx/u\\_dl\\_a/tales/documentos/lic/alpuche\\_s\\_r/](http://catarina.udlap.mx/u_dl_a/tales/documentos/lic/alpuche_s_r/)

Cano, H. & Nieto, N & Arango, K. (2017). Implementación de la Metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa Gramar S.A. (Tesis de grado, Universidad Católica de Colombia, Colombia). Recuperado de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14785/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%202017%20JUNIO%20-%20GRAMAR.pdf>

- Castillo, C. & Flores, M. (2016). Optimización de la mano de obra utilizando la Carta Balance en edificaciones multifamiliares (caso: “cerezos de surco”) Santiago de surco-lima. (Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres, Perú). Recuperado de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2636/castillo\\_flores.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/2636/castillo_flores.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Cerqueira, M. (2018). A aplicação da filosofia Lean Construction em empresas baianas: um estudo comparativo com o cenário brasileiro. (Mestrado Em Engenharia Industrial, Universidade Federal Da Bahia, Salvador). Recuperado de <https://repositorio.ufba.br/ri/bitstream/ri/25940/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O%20VERS%C3%83O%20FINAL%2002%2005.pDf>
- Choo, H. & Tommelein, I. (2001). Requirements and Barriers to Adoption of Last Planner Computer Tools. ResearchGate. Recuperado de [https://www.researchgate.net/publication/228907101\\_Requirements\\_and\\_Barriers\\_to\\_Adoption\\_of\\_Last\\_Planner\\_Computer\\_Tools](https://www.researchgate.net/publication/228907101_Requirements_and_Barriers_to_Adoption_of_Last_Planner_Computer_Tools)
- Cosi, J. (2017). Diagnóstico y evaluación de los niveles de productividad en la construcción mediante la Filosofía Lean Construction en la ciudad de Tacna. (Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna, Tacna). Recuperado de <http://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/UPT/338/1/Cosi-Guzm%C3%A1n-Jean-Fritz.pdf>
- Ccorahua, E. (2016), Estudio del rendimiento y productividad de la mano de obra en las partidas de asentado del muro de ladrillo, enlucido de cielo raso con yeso y tarrajeo de muros en la construcción del condominio residencial Torre del Sol. (Tesis de grado, Universidad Andina del Cusco, Perú). Recuperado de [http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/351/3/Elizeo\\_Tesis\\_bachiller\\_2016.pdf](http://repositorio.uandina.edu.pe/bitstream/UAC/351/3/Elizeo_Tesis_bachiller_2016.pdf)

- Flores, D. (2016). Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la Una - Puno. (Tesis de grado, Universidad Nacional del Altiplano, Perú) Recuperado de [http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2208/Flores\\_Cervantes\\_Dianet.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.unap.edu.pe/bitstream/handle/UNAP/2208/Flores_Cervantes_Dianet.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Formoso, C. & Tzotzopoulos, P. & Jobim, M. & Liedtke, R. (1998). Developing a Protocol For Managing the Design Process in the Building Industry. (Tesis de grado, University of Rio Grande do Sul, Brasil) Recuperado de <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.484.9758&rep=rep1&type=pdf>
- Llerena, D. (2019). Mejora de la productividad aplicando las herramientas Lean Construction en la ejecución del edificio liberty de 20 pisos en la etapa de casco estructural ubicado en el distrito de Pueblo Libre. (Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres, Perú). Recuperado de [https://repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5904/llerena\\_vdm.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorioacademico.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5904/llerena_vdm.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Locher, D. (2017). Metodología LEAN en servicios generales, comerciales y administrativos. Lean Office, 1era edición. Recuperado de [https://books.google.com.pe/books?id=W5UUDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](https://books.google.com.pe/books?id=W5UUDgAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false)
- Maldonado, J. (2018). Utilización de la herramienta Time-Lapse para el análisis de la productividad en la construcción. (Tesis de grado, Pontificia Universidad Católica del Ecuador, Ecuador). Recuperado de <http://repositorio.puce.edu.ec/handle/22000/15728>

Muñoz, S. & Chinchay, B. & Gonzáles, A. (2020). Beneficios de la aplicación de Lean Construction en la industria de la construcción. (Tesis de grado, Universidad Señor de Sipan, Colombia). Recuperado de <https://rci.cujae.edu.cu/index.php/rci/article/view/767/pdf>

Muñoz, C. (2013). Cómo elaborar y asesorar una investigación de Tesis. México: Pearson Prentice Hall. Recuperado de <https://profmariajosesiezar.files.wordpress.com/2013/01/como-elaborar-una-y-asesorar-una-investigacion-de-tesis.pdf>

Paliari, J. (2008). Método para prognóstico da Produtividade da Mão-De-Obra e Consumo Unitário de materiais: Sistemas Prediais Hidráulicos. V.1. (Tesis de grado, Universidade de São Paulo, Brasil) Recuperado de [https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01042008-184805/publico/Tese\\_JCPaliari\\_2008\\_v1.pdf](https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/3/3146/tde-01042008-184805/publico/Tese_JCPaliari_2008_v1.pdf)

Pérez, G. & Del Toro, H & López, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de Lean Construction y Building information modeling: caso estudio. (Tesis de grado, Universidad Autónoma de Coahuila, México). Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7242765>

Polanco, L. (2009). Análisis de rendimientos de mano de obra para actividades de construcción - estudio de caso edificio J UPB - (Tesis de grado, Universidad Pontificia Bolivariana, Bolivia). Recuperado de [https://www.academia.edu/10947845/%C3%81NALISIS\\_DE\\_RENDIMIENTOS\\_DE\\_MANO\\_DE\\_OBRA\\_PARA\\_ACTIVIDADES\\_DE\\_CONSTRUCCION\\_ESTUDIO\\_DE\\_CASO\\_EDIFICIO\\_J\\_UPB](https://www.academia.edu/10947845/%C3%81NALISIS_DE_RENDIMIENTOS_DE_MANO_DE_OBRA_PARA_ACTIVIDADES_DE_CONSTRUCCION_ESTUDIO_DE_CASO_EDIFICIO_J_UPB)

Rojas, M. & Henao, M. & Valencia, M. (2016). Lean construction – LC bajo pensamiento Lean. Revista Ingenierías Universidad de Medellín,

16(30), 115-128. Recuperado de [file:///C:/Users/CARLOS/Downloads/Lean\\_construction\\_LC\\_bajo\\_pensamiento\\_Lean.pdf](file:///C:/Users/CARLOS/Downloads/Lean_construction_LC_bajo_pensamiento_Lean.pdf)

Romero, T. & Uribe, C. (2017). Relación de la calidad dentro del Last Planner System aplicado en la construcción de tres edificios multifamiliares. (Tesis de grado, Universidad de San Martín de Porres, Perú). Recuperado de [https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/3077/romero\\_uribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/3077/romero_uribe.pdf?sequence=1&isAllowed=y)

Sarhan, S. (2015). The Concept of Waste as Understood in Lean Construction. Lean Construction Blog. Recuperado de <https://leanconstructionblog.com/The-Concept-of-Waste-as-Understood-in-Lean-Construction.html>

Sánchez, A. & Rosa, D. & Benavides, P. (2014). Implementación del Sistema Lean Construction para la mejora de productividad en la ejecución de los trabajos de estructuras en obras de edificación de viviendas. (Tesis de grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Perú). Recuperado de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/566982/TesisFinal.pdf?sequence=2&isAllowed=y>

Serpell, A. & Verbal R. (1990). Análisis de operaciones mediante cartas de balance. Revista de Ingeniería y Construcción, N°9. Recuperado de [https://www.academia.edu/6407679/An%C3%A1lisis\\_de\\_operaciones\\_mediante\\_cartas\\_de\\_balance](https://www.academia.edu/6407679/An%C3%A1lisis_de_operaciones_mediante_cartas_de_balance)

Serpell, A. (2002). Administración de operaciones de construcción. 2a ed. México: Alfaomega. Recuperado de <https://es.scribd.com/doc/73178615/Administracion-de-Operaciones-de-Construccion>

- Tullume, F. (2019). Mejora de la productividad por medio de la herramienta Cartas Balance en un edificio multifamiliar en la ciudad y provincia de Chiclayo, departamento de Lambayeque. (Tesis de grado, Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo, Perú). Recuperado de [http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/2083/TL\\_TullumeUcedaFelix.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://tesis.usat.edu.pe/xmlui/bitstream/handle/20.500.12423/2083/TL_TullumeUcedaFelix.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Tezel, A. & Nielsen, Y. (2013). Lean Construction Conformance among Construction Contractors in Turkey. *Journal of Management in Engineering*, 29(3). Recuperado de [https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000145](https://ascelibrary.org/doi/abs/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000145)
- Virgilio, G. (2001). Productividad en Obra de Reconstrucción. Recuperado de [https://www.academia.edu/36844625/PRODUCTIVIDAD\\_EN\\_OBRAS\\_DE\\_CONSTRUCCION\\_VIRGILIO\\_GHIO\\_CASTILLO\\_pdf](https://www.academia.edu/36844625/PRODUCTIVIDAD_EN_OBRAS_DE_CONSTRUCCION_VIRGILIO_GHIO_CASTILLO_pdf)

## **ANEXOS**

### 1. Matriz de consistencia

**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título de la investigación						
IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION Y LAS HERRAMIENTAS DE LA CALIDAD PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA OBRA DE RECONSTRUCCIÓN Y MODERNIZACIÓN DE LA INSTITUCIÓN EDUCATIVA N°21508 UBICADO EN EL DISTRITO DE IMPERIAL - PROVINCIA DE CAÑETE- DEPARTAMENTO DE LIMA						
Elaborado por						
Huapaya Escudero, Carlos Xavier Torres Perez, Hesmayer						
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	VARIABLES			METODOLOGÍA
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables Independientes	Dimensiones	Indicadores	Diseño
¿De qué manera la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad influyen en la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?	Implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.	Al implementar la Metodología Lean Construction y las Herramientas de la Calidad, mejora la productividad en más del 20% en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.	Metodología Lean Construction.  Herramientas de la Calidad.	Herramienta Carta Balance	Formato de campo para el muestreo de las partidas a ejecutar.	<p><b>Tipo de la Investigación aplicada</b> Se aplica los conceptos teóricos, prácticos y científicos para lograr los objetivos planteados.</p> <p><b>Nivel de la investigación explicativo, descriptivo y correlacional.</b> Se explica, describe y se mide el proceso secuencial de la elaboración de la tesis y la relación entre la variable independiente y dependiente.</p> <p><b>Enfoque de la investigación Cuantitativo</b> Se recolecta datos numéricos, los resultados están expresados en números y se realiza un análisis estadístico.</p> <p><b>Diseño de la investigación no experimental, longitudinal y prospectiva</b> No experimental no se altera ninguna variable. Longitudinal se investiga de manera continua a la misma cuadrilla durante la jornada laboral. Prospectiva se recolecta información aplicando criterios técnicos.</p>
					Registro de datos e identificación de pérdidas por partidas.	
					Análisis de información de las partidas identificadas y una propuesta de mejora.	
				Análisis de Restricciones	Análisis de incumplimientos.	
				Diagrama de Flujo.	Análisis de rendimientos.	
	Diagrama por partida.					
	Análisis de causa- efecto y problema principal.					
Diagrama de Ishikawa.	Evaluación de propuesta de mejora una vez identificadas las partidas afectadas.					
						<b>Muestra</b>
						Las partidas de Casco Estructural en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508, ubicado en el distrito de Imperial - provincia de Cañete - departamento de Lima; lo cual comprende las partidas de zapata, columna, viga y losa aligerada. Se procedió a tomar 480 muestras de medición de los tipos de trabajo desempeñados por las cuadrillas a analizar por un periodo de cada 2 minutos.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable dependiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
¿De qué manera la implementación de la herramienta Carta Balance influye en el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?	Implementar la herramienta Carta Balance para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.	Al Implementar la herramienta Carta Balance, mejora en más del 20% la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.	Productividad	Trabajo Productivo.	Porcentaje estadístico de la productividad de los trabajos productivos.	Libros. Microsoft Project. Guías de Observación. Microsoft Excel. Microsoft Word.
					Análisis y evaluación de propuesta de mejora de la partida evaluada.	
¿De qué manera la implementación del Análisis de Restricciones influye en el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?	Implementar el Análisis de Restricciones para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.	Al Implementar el Análisis de Restricciones, mejora en el cumplimiento de las actividades en más del 80% con respecto a las actividades programadas en la obra de reconstrucción y modernización de la Instituto Educativa N°21508.		Trabajo Contributorio.	Porcentaje estadístico de la productividad de los trabajos contributorios.	<b>Procedimiento</b>
¿De qué manera la implementación del Diagrama de Flujo influye en el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?	Implementar el Diagrama de Flujo para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución educativa N°21508.	Al Implementar el Diagrama de Flujo, mejora en más del 20% la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.		Trabajo Contributorio.	Análisis y evaluación de propuesta de mejora de la partida evaluada.	
¿De qué manera la implementación del Diagrama de Ishikawa influye en el mejoramiento de la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508?	Implementar el Diagrama de Ishikawa para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución educativa N°21508.	Al Implementar el Diagrama de Ishikawa, mejora en más del 20% la productividad y en más del 80% de actividades cumplidas en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508.		Trabajo no Contributorio.	Porcentaje estadístico de la productividad de los trabajos no contributorios	
					Análisis y evaluación de propuesta de mejora de la partida evaluada.	Revisión bibliográfica. Análisis y mediciones de la productividad de las cuadrillas analizadas dentro del calendario y cronograma organizado. Registro y clasificación de los tipos de trabajo que desarrollan las cuadrillas. Aplicación de metodología Lean Construction y herramientas de la calidad. Recolección de datos, análisis, elaboración de tablas estadísticas y gráficos descriptivos. Descripción de todos los procesos contemplando desde el inicio del desarrollo de la investigación hasta su culminación.