

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

**“APLICACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA
CONSTRUCCION DE UN HOSPITAL EN LA CIUDAD DE TACNA - 2018”**

PARA OPTAR:
TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:
Bach. CARLOS ALBERTO SANCHEZ GAMBOA

TACNA - PERÚ
2019

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS:

**“APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LA
CONSTRUCCION DE UN HOSPITAL EN LA CIUDAD DE TACNA-2018”**

Tesis sustentada y aprobada el jueves 24 de Octubre del 2019; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTA

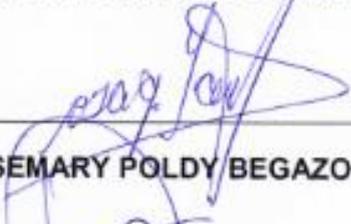
:



MTRO. MARIA ETELVINA DUARTE LIZARZABURO

SECRETARIO

:



ING. ROSEMARY POLDY BEGAZO SALAS

VOCAL

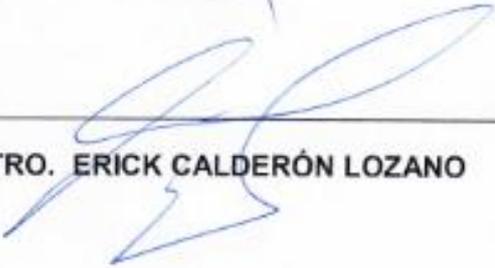
:



ING. CESAR ARMANDO URTEAGA ORTIZ

ASESOR

:



MTRO. ERICK CALDERÓN LOZANO

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo **Carlos Alberto Sanchez Gamboa** en calidad de: Grado Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI **71230984** .

Declaro bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis titulada: **“APLICACIÓN DE LA FILOSOFIA LEAN CONSTRUCTION EN LA CONSTRUCCIÓN DE UN HOSPITAL EN LA CIUDAD DE TACNA -2018”**, el mismo que se presenta para optar: **EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.**

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.

3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.

4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.

5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumo frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada. En consecuencia, me hago responsable frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones

o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis, libro y/o invento.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven,

Sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

TACNA, 24 de Octubre del 2019



.....
BACH. CARLOS ALBERTO SANCHEZ GAMBOA
DNI 71230984

DEDICATORIA

A mis familiares más cercanos por ser
apoyo incondicional a lo largo de mi
carrera y vida profesional
A Camilo por apoyarme en el desarrollo
de mi tesis.
Carlos Alberto Sanchez Gamboa

AGRADECIMIENTO

A Dios por apoyarme en cada situación que se me presentara. A la facultad de ingeniería por ser ejemplo de facultad con sus normativas y a la escuela de ingeniería civil por la formación que me permitió concluir satisfactoriamente la malla curricular.

La presente tesis es el fruto de la investigación, quiero agradecer a mi asesor el Ing. Erick Calderón Lozano por apoyarme constantemente desde el principio ayudándome con su experiencia y conocimientos en el campo de gestión de proyectos.

SANCHEZ GAMBOA, Carlos Alberto

RESUMEN

La presente tesis de investigación denominada: “Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de un hospital en la ciudad de Tacna-2018 ”; tiene como objetivo optimizar la producción mediante el uso de herramientas Lean Construction , se realizara una evaluación y diagnóstico de los procesos constructivos en estructuras de concreto armado así se detectaran las pérdidas en la ejecución en un hospital en la provincia de Tacna con métodos como nivel general de actividad, carta balance y programación lookahead. Obteniéndose para la medición de carta balance un promedio de tiempo productivo 36.0%, tiempo contributorio 38.8% y tiempo no contributivo 25.2 % y para el nivel general de actividad 39.15% de tiempo productivo, 28.95 % para el tiempo contributorio y 31.9% para el tiempo no contributorio.

ABSTRACT

This recommended research thesis: "Application of the Lean Construction philosophy in the construction of a hospital in the city of Tacna-2018"; Its objective is the production through the use of Lean Construction tools, it carries out an evaluation and diagnosis of the construction processes in reinforced concrete structures, thus detecting the losses in execution in a hospital in the province of Tacna with methods such as general level of activity, balance sheet and advance programming. Obtaining for the measurement of the balance sheet an average of productive time 36.0%, contributory time 38.8% and non-contributory time 25.2% and for the general level of activity 39.15% of productive time, 28.95% for the contributory time and 31.9% for the non-contributory time.

ÍNDICE DE CONTENIDO

DEDICATORIA.....	IV
AGRADECIMIENTO.....	V
RESUMEN.....	VI
ABSTRACT.....	VII
ÍNDICE.....	VIII
ÍNDICE DE TABLAS.....	X
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIV
ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS.....	XVI
INTRODUCCIÓN.....	XVII
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	18
1.1 Descripción del problema	18
1.2 Formulación del problema.....	19
1.3 Justificación e importancia.....	19
1.4 Objetivos.....	21
1.4.1 Objetivo general.....	21
1.4.2 Objetivo específico.....	21
1.5 Hipótesis.....	22
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	23
2.1 Antecedentes del estudio.....	23
2.2 Bases teóricas	29
2.3 Definición de términos	41
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	47
3.1 Tipo y Nivel de la investigación	47

3.2 Población y/o muestra de estudio.....	47
3.3 Operacionalización de variables.....	48
3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos	49
3.5 Procesamiento y análisis de datos	50
CAPÍTULO IV: RESULTADOS.....	62
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN.....	109
CONCLUSIONES.....	114
RECOMENDACIONES.....	115
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	117
ANEXOS.....	120

INDICE DE TABLAS

Tabla N°1: Distribución general de las categorías de trabajo en 50 obras de Lima.....	18
Tabla N°2: Diferencias entre proyecto Tradicional y Proyecto Lean.....	36
Tabla N°3: Principios de la construcción Lean Asociadas a cada herramienta.....	37
Tabla N°4: Operacionalización de las variables estructurales.....	48
Tabla N°5: Carta Balance primera medición -Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G 21 de enero 2019	52
Tabla N°6: Carta Balance segunda medición -Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A,B 22 de enero 2019.....	53
Tabla N°7: Carta Balance tercera medición -Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B 23 de enero 2019	54
Tabla N°8: Carta Balance cuarta medición -Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A,B, 24 de enero de 2019	55
Tabla N°9: Carta Balance quinta medición -Encofrado de viga techo de segundo piso sector A , 25 de enero 2019	56
Tabla N°10: Carta Balance sexta medición -Vaciado de concreto losa maciza sector A, 30 de enero 2019	57
Tabla N°11: Carta Balance séptima medición – Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A , 4 de febrero 2019	58
Tabla N°12: Carta Balance octava medición -Armado de losa maciza sector D,E, 14 de febrero 2019	59
Tabla N°13: Carta Balance novena medición -Armado de losa maciza sector F,G , 16 de febrero 2019	60
Tabla N°14: Carta Balance novena medición -Armado de losa maciza sector F ,G ,21 de febrero 2019	61
Tabla N°15: Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F ,G , 21 de enero 2019	62
Tabla N°16: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.....	63

Tabla N°17: Ocupación del Tiempo No Contributorio por subcategorías primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.....	64
Tabla N°18: Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) segunda medición de carta balance - Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A,B , 22 de enero 2019	66
Tabla N°19: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías segunda medición de carta balance - Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A,B 22 de enero 2019	67
Tabla N°20: Ocupación del Tiempo No Contributorio por subcategorías segunda medición- Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A, B, 22 de enero 2019.....	68
Tabla N°21: Total horas según ocupación (TP, TC, TNP) tercera medición de carta balance - Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019.....	70
Tabla N°22: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías tercera medición de carta balance - Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019.....	71
Tabla N°23: Ocupación del Tiempo no Contributorio tercera medición por subcategorías tercera medición de carta balance - Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019.....	72
Tabla N°24: Total, horas según ocupación (TP, TC, TNP) cuarta medición de carta balance - Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.....	74
Tabla N°25: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías cuarta medición- Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019	75
Tabla N°26: Ocupación del Tiempo no Contributorio cuarta medición por subcategorías cuarta medición de carta balance - Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.....	76
Tabla N°27: Total, horas según ocupación (TP, TC, TNP) quinta medición de carta balance- Encofrado de viga techo de segundo piso sector A, 25 de enero 2019.....	78
Tabla N°28: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías quinta medición de carta balance - Encofrado de viga techo de segundo piso sector A, 25 de enero 2019.....	79
Tabla N°29: Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías quinta medición de carta balance - Encofrado de viga techo de segundo piso sector A , 25 de enero 2019.....	80
Tabla N°30: Total horas según ocupación (TP, TC, TNP) sexta medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza sector A , 30 de enero 2019	82
Tabla N°31: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías sexta medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza sector A , 30 de enero 2019	83

Tabla N°32: Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías sexta medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza sector A , 30 de enero 2019.....	84
Tabla N°33: Total horas según ocupación (TP, TC, TNP) séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A , 4 de febrero 2019	86
Tabla N°34: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A ,4 de febrero 2019.....	87
Tabla N°35: Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A , 4 de febrero 2019	88
Tabla N°36: Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D , E , 14 de febrero 2019.....	90
Tabla N°37: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D , E , 14 de febrero 2019.....	91
Tabla N°38: Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D, E, 14 de febrero 2019.....	92
Tabla N°39: Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F,G , 16 de febrero 2019	94
Tabla N°40: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F, G ,16 de febrero 2019.....	95
Tabla N°41: Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F, G, 16 de febrero 2019.....	96
Tabla N°42: Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) decima medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F ,G, 21 de enero 2019.....	98
Tabla N°43: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías decima medición de carta balance -. Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.....	99
Tabla N°44: Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías decima medición de carta balance -. Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.....	100
Tabla N°45: Resumen – promedio de la ocupación del tiempo (TP , TC ,TNC) durante los 10 días de	101
Tabla N°46: Frecuencia de actividades en las subcategorías de Trabajo contributorio (TC) y Trabajo no contributorio (TNC)	102
Tabla N°47: Resumen ocupación del tiempo nivel general de actividad 11/02/2019-16/02/2019.....	103

Tabla N°48: Resumen TP , TC Y TNC nivel general de actividad.....	104
Tabla N°49: Porcentaje de actividades cumplidas SEMANA 34, 35 Y 36.....	107
Tabla N°50: ANALISIS DE RESTRICCIONES 16/08/2018.....	107
Tabla N°51: Clasificación de niveles de grasa según el porcentaje de trabajo productivo.....	109
Tabla N°52: Porcentajes de TP , TC y TNC de diferentes estudios nacionales e internacionales.....	110

INDICE DE FIGURAS

Figura N°1. Curva S Programado vs Ejecutado.....	20
Figura N°2. Productividad laboral en diferentes sectores industriales de Chile	31
Figura N°3. Formato Carta Balance para recolección de datos.....	51
Figura N°4. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.....	63
Figura N°5. Porcentajes de ocupación del Tiempo No Contributorio por subcategorías primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G - 21 de enero 2019	64
Figura N°6. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías segunda medición de carta balance - Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A, B, 22 de enero 2019.....	67
Figura N°7. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías segunda medición - Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A, B, 22 de enero 2019.....	68
Figura N°8. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías tercera medición de carta balance -Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019.....	71
Figura N°9. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías tercera medición de carta balance - Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019	72
Figura N°10. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías cuarta medición de carta balance - Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.....	75
Figura N°11. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías cuarta medición de carta balance - Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.....	76
Figura N°12. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías quinta medición de carta balance - Encofrado de viga techo de segundo piso sector A, 25 de enero 2019.....	79
Figura N°13. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías quinta medición carta balance - Encofrado de viga techo de segundo piso sector A ,25 de enero 2019.....	80

Figura N°14. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías sexta medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza sector A ,30 de enero 2019.....	83
Figura N°15. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías sexta medición- Vaciado de concreto losa maciza sector A ,30 de enero 2019.....	84
Figura N°16. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A , 4 de febrero 2019	87
Figura N°17. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A ,4 de febrero 2019	88
Figura N°18. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D , E , 14 de febrero 2019 .	91
Figura N°19. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D, E, 14 de febrero 2019..	92
Figura N°20. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F, G ,16 de febrero 2019.....	95
Figura N°21. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F, G, 16 de febrero 2019..	96
Figura N°22. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías decima medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.....	99
Figura N°23. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías decima medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.....	100
Figura N°24. Variabilidad de trabajo productivo TP , tiempo Contributorio TC , tiempo no contributorio TNC durante los 10 días	102
Figura N°25. Lookahead 16/08/2018-06/09/2018.....	106
Figura N°26. Restricciones por área	108
Figura N°27. Estudios nacionales e internacionales.....	110

INDICE DE FOTOGRAFIAS

Fotografía N°01: Análisis observatorio de ocupación del tiempo en colado de concreto	121
Fotografía N°02: Análisis observatorio de ocupación del tiempo en armado de columnas	121
Fotografía N°03: Análisis observatorio de ocupación del tiempo en armado de vigas	122
Fotografía N°04: Observación prensado de conectores post montaje de columnas	122
Fotografía N°05: Sobreproducción de fierro de apoyo para la maya superior de losa	123
Fotografía N°06: Observación de tiempo no contributorio en vaciado de columnas	123
Fotografía N°07: Toma de datos primera medición –vaciado de concreto	124
Fotografía N°08: Toma de datos segunda medición – tiempo contributorio	124
Fotografía N°09: Toma de datos sexta medición – esperas	125
Fotografía N°10: Toma de datos decima medición – instalación de conectores	125
Fotografía N°11: Observación de la partida más productiva el armado losa	126
Fotografía N°12: Control de calidad y producción de planta de concreto pre mezclado	126
Fotografía N°13: Observación de la actividad colado de concreto turno noche sector F Y	127
G edificio principal	

INTRODUCCION

La productividad de la construcción en el Perú es baja comparado con otros países de Latinoamérica debido a que no se aplican herramientas enfocadas a la producción disponibles actualmente. La presente tesis pretende evaluar, hacer uso de la filosofía Lean Construction y sus herramientas en una construcción hospitalaria en la provincia de Tacna analizando las partidas estructurales más relevantes e incidentes en el edificio principal de la construcción usando la herramienta de nivel general de actividad y carta balance a partir de estas herramientas se tendrá la gráfica de distribución del tiempo, variabilidades de la ocupación del tiempo. Luego a partir de los resultados proponer como mejorar la productividad en construcciones del tipo hospitalario en la provincia de Tacna proponer una mejora para que pueda ser implementada a futuro.

En el primer capítulo se hace la justificación de la tesis, planteamiento del problema de la productividad en Perú y en la provincia de Tacna. En el segundo capítulo se explica el marco teórico obtenido a partir de antecedentes, evolución y aportes que la filosofía lean quiere aportar a los proyectos. El tercer capítulo da a conocer la herramienta usadas, también las partidas a contemplar en la investigación. El cuarto capítulo contiene los resultados obtenido por el nivel general de actividad de las cuadrillas, donde los gráficos y tablas muestran el nivel de productividad; el quinto capítulo plantea y hace propuestas sobre cómo mejorar el nivel de productividad en el proyecto bajo el enfoque Lean Construction. Luego se dan las conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados al principio. Finalizando con las referencias bibliográficas y el panel fotográfico de la investigación en campo.

El Autor

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. Descripción del Problema

La industria de la construcción es una de las que mayores desperdicios y baja productividad presenta, debido a que generalmente no existe una supervisión completa en todos los procesos constructivos que se involucran en la producción. Debido a esto, el tiempo que no se use correctamente tiene repercusión en el costo de proyecto.

Como ejemplo de esto la tabla N°01 muestra la productividad en el Perú evidenciando que el trabajo productivo tiene un promedio del 28% esto quiere decir que del 100% del tiempo solo el 28% se usa para actividades productivas:

TABLA N°1

Distribución general de las categorías de trabajo en 50 obras de Lima

DISTRIBUCION GENERAL DE CATEGORIAS DE TRABAJO			
CATEGORIAS DE TRABAJO	PROMEDIO	MINIMO	MAXIMO
TRABAJOS PRODUCTIVOS	28%	20%	37%
CONTRIBUTIVOS	36%	35%	36%
TRABAJOS NO CONTRIBUTIVOS	36%	26%	45%
MEDICION REALIZADA EN 50 OBRAS DE LIMA			

Fuente: Virgilio Guio (2001, p.45)

La filosofía Lean construcción introduce principios que cambian el marco conceptual de la administración para mejorar la productividad y enfoca todos los esfuerzos a la estabilidad del flujo de trabajo, es así que el enfoque Lean construcción ha desarrollado diversas herramientas para mejorar la ocupación del tiempo con el fin de reducir las pérdidas a través del proceso productivo.

La ejecución de las obras en la ciudad de Tacna presenta retrasos en el plazo de ejecución de obra en uno del componente más importante del proyecto como es el casco gris del edificio principal teniendo este un valor presupuestado de aproximadamente 50 millones de soles debido a diversos factores los cuales se pretenden identificar, analizar y proponer una mejora.

El desarrollo de esta investigación comienza con la necesidad de optimizar la producción de los procesos de construcción de un hospital en la provincia de Tacna ya que no se cuenta con estudios similares de la aplicación de esta filosofía a un hospital en la provincia de Tacna debido a la falta de inversión en materia de infraestructura hospitalaria por lo que se espera que esta tesis sirva de apoyo para los ejecutores de proyectos similares en la provincia de Tacna. Porque se espera que haya nuevas inversiones en infraestructura hospitalaria ya que el actual gobierno tiene un programa de inversiones en salud y es prioridad para el poder ejecutivo.

1.2. Formulación del Problema

1.2.1. Problema General:

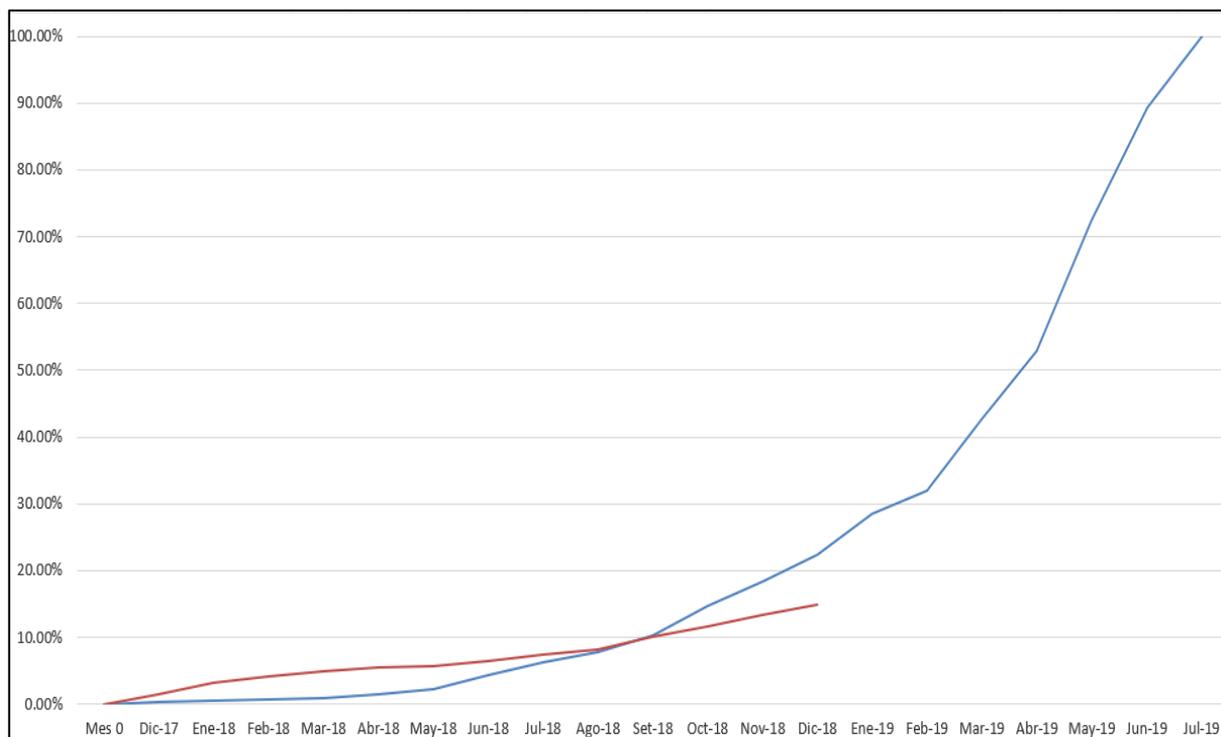
- ¿En qué medida la aplicación de la metodología Lean Construction influye en el nivel de productividad en la construcción de un hospital en la provincia de Tacna?

1.2.2. Problemas Específicos:

- ¿Cuáles son los factores que afectan la producción en la construcción de un hospital en Tacna?
- ¿Qué nivel de productividad se tiene en la construcción de un hospital en la provincia de Tacna?

1.3. Justificación e Importancia

La presente tesis se enfoca en la obra del hospital Hipólito Unanue en la provincia de Tacna, la cual presenta un leve retraso en el plazo de su ejecución según muestra la siguiente figura N°01:



	CURVA DE AVANCE PROGRAMADO VS EJECUTADO													
	Mes 0	Dic-17	Ene-18	Feb-18	Mar-18	Abr-18	May-18	Jun-18	Jul-18	Ago-18	Set-18	Oct-18	Nov-18	Dic-18
PROGRAMADO	0.00%	0.33%	0.58%	0.71%	0.95%	1.57%	2.21%	4.29%	6.20%	7.76%	10.25%	14.64%	18.29%	22.40%
EJECUTADO	0.00%	1.54%	3.19%	4.14%	4.87%	5.44%	5.70%	6.41%	7.32%	8.11%	10.03%	11.73%	13.33%	14.81%

Figura 1 Curva S programado vs ejecutado.

Fuente: Consorcio Hospital Tacna (2019).

Observamos en el anterior gráfico lo programado vs lo ejecutado y vemos que a partir del mes de setiembre hasta diciembre del 2018 la obra sufre un retraso acumulado de 7.59 %, debido a este problema surge la necesidad de analizar bajo la filosofía Lean Construction, para la incorporación de las herramientas y finalmente evaluar los resultados obtenidos.

El presente trabajo tiene como proyección ser un apoyo para la construcción de hospitales en la ciudad de Tacna para que las empresas constructoras, cuenten con estudios previos que muestre la manera de implementación de las herramientas Lean, como parte de un nuevo modelo productivo para el área de calidad y producción de una empresa; que busca la maximización del valor para los propietarios y a su vez minimizar las pérdidas generadas por la mala planificación del proyecto.

También a partir de los resultados se harán críticas constructivas, viéndose como una oportunidad de mejora. Quedando como responsabilidad por parte del ejecutor, y a su vez la parte encargada que es el área de producción cuya función es controlar y velar para la implementación de las propuestas.

Asimismo, con la estandarización de la filosofía Lean Construction en los proyectos de construcción de la provincia de Tacna se promueve la productividad en ejecución de infraestructuras .

Una vez que la implementación del Lean Construction se halla estandarizado en la ejecución de proyectos a nivel local regional y nacional, el crecimiento de la industria de la construcción estará de acorde al crecimiento económico del País, que durante el año 2018 lideró el crecimiento con una variación positiva de 6.7 % revelando un avance por tercer año consecutivo. Y también superior respecto al 2.4% del año 2017 Cámara de Comercio de Lima (2019). Recuperado de <https://camaralima.org.pe/principal/categoria/boletin-virtual-la-camara-al-dia/>

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo general

- Aplicar la filosofía Lean Construction en la construcción de un hospital para mejorar el nivel de productividad en la construcción.

1.4.2. Objetivos específicos

- Realizar una evaluación y diagnóstico de los factores que afectan la producción de las partidas estructurales en la construcción de un hospital en Tacna para plantear una propuesta de mejora bajo para las posteriores construcciones hospitalarias en la provincia de Tacna.
- Dar a conocer el nivel de productividad e identificar las pérdidas que se generan en las partidas de concreto armado.

1.5. Hipótesis

- Con la utilización de la filosofía Lean Construction se aumentará la productividad en la construcción de un hospital.
- Los procedimientos constructivos estructurales de concreto armado presentan un bajo nivel de productividad en su ejecución.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes del estudio

En el ámbito nacional existen diversos estudios que evidencian los beneficios de la metodología Lean Construction en la implementación de diversos proyectos:

Collachagua. I. (2017) en su tesis: “Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”, como herramienta de mejora de la productividad”, da como resultado lograr incrementar progresivamente la eficiencia con que se ejecutan los trabajos en obra, esto se da por el proceso de especialización de los trabajadores en las labores que realizan durante todo el periodo de ejecución de la obra.

Castro, P. & Ruiz, P. (2014), en su tesis: “Optimización del desempeño del proyecto de edificación nuevo centro de salud a desarrollarse en el distrito de Luya - Luya - Amazonas, aplicando la metodología Lean Construction”, se logró mediante sus hipótesis y comprobación de uso de la metodología Lean Construction ejecutar el 72% de lo programado semanalmente.

Cosi, J. (2017), en su tesis : “Diagnóstico Y Evaluación De Los Niveles De Productividad En La Construcción Mediante La Filosofía Lean Construction En La Ciudad De Tacna” , concluyo mediante la herramienta de la carta balance que en 3 proyectos de infraestructura educativa evaluados , la ciudad de Tacna cuenta con un nivel de 41% de trabajo productivo , 34 % de trabajo contributorio y 25 % de trabajo no contributorio, esto quiere decir que cuenta con perdida superficial y alta presencia de perdida interna.

Cervantes, C. (2016), en su tesis: “Aplicación De La Filosofía Lean Construction En La Planificación, Programación, Ejecución Y Control De La Construcción Del Estadio De La Una – Puno” concluyo que mediante la aplicación de la carta balance y nivel general de actividad en la obra se obtuvo un TP = 36%, TC= 43% y TNC = 21% siendo el nivel muy por encima del promedio obtenido por Virgilio Ghio en 50 obras de Lima-Perú.

Igualmente, en el marco internacional en los países de Sudamérica se presentan algunas investigaciones de implementación Lean Construction:

Villamizar, D. & Ortiz, L. (2016), en su proyecto de grado “Implementación de los principios Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el municipio de Villa Rosario”, demostró que al diseñar e implementar los formatos se obtuvo como resultado tener mejor organizadas las etapas del ciclo productivo secuencialmente de las actividades en obra, se identificó y se cuantificó fácilmente las pérdidas evidenciando oportunidades de mejoramiento de las actividades.

Baladrón, C. (2017), en su tesis para obtener el grado de magister “Evaluación De Impactos De La Implementación De Metodologías Lean En Proyectos De Desarrollo Minero En Construcción”, mejora de manera estadísticamente significativa (nivel de confianza del 95%) la media de indicadores asociados al avance, cumplimiento del programa y desempeño. Esto se cumple para todas las variables medidas en esta investigación que fueron sometidas a este tipo de análisis estadístico. Por otro lado, los resultados de esta investigación indicaron que, para algunos de los indicadores estudiados, la implementación de metodologías lean en proyectos de desarrollo minero en etapa de construcción redujo, de manera estadísticamente significativa (nivel de confianza del 95%), la variabilidad de estos. Si bien esto no se demostró para todos los indicadores estudiados, sí se observó una reducción considerable del coeficiente de variabilidad, factor que indica procesos más estables y confiables.

Martínez, J. (2011), en sus tesis para obtener el grado de magister con su tesis “Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción”, concluye que la implementación y aplicación de la Filosofía Lean al proyecto de construcción arrojó resultados favorables en cuanto a la gestión administrativa, proceso de planeación y ejecución del proyecto, se evidenció una reducción considerable en las pérdidas generadas durante el proceso constructivo y por consiguiente una mejora en la productividad. Lo anterior se dio gracias al compromiso de la Gerencia y de las partes interesadas en el proyecto, a la aplicación de la

metodología y al avance del mejoramiento continuo en los procesos; resultado de la planeación realizada en las reuniones programadas semanalmente.

Según las investigaciones antes citadas en la gran mayoría recalcan que se debe involucrar comprometiéndolo a todo el personal de oficina técnica tanto proyectistas, ejecutores, supervisores y proveedores.

Así también hacen énfasis en los trenes de trabajo enfocándose en las partidas críticas actividades sucesoras y antecesoras.

2.1.1 Origen del pensamiento Lean:

La filosofía Lean surge en el grupo Toyota ante la economía en bajada tras la segunda guerra mundial en Japón, esta industria tenía que competir con gigantes de la producción de automóviles americanos.

En resumen, tenían 3 problemas para competir con estos gigantes de la producción:

- El mercado japonés era limitado y tenía una exigencia variada.
- La ley laboral de trabajo en Japón impedía el despido del trabajador.
- El grupo Toyota tenía presupuesto limitado para implementar tecnología occidental y no podían competir con la producción a escala.
- La Toyota Motor Company fundada por sus creadores en 1937 hasta 1950 en 13 años produjo la suma de 2685 automóviles una cifra insignificante comparada a los 7000 diarios producidas en Rouge por Ford clara desventaja frente a la planta de producción japonesa en ese entonces.

Entonces conociendo estos limitantes Kiichiro Toyoda, Taiichi Ohno, y otros miembros de la compañía Toyota profundizaron sobre el pensamiento original de Ford después de la Segunda Guerra Mundial, copiando y adaptando a su realidad en Japón hicieron una serie de innovaciones simples inventando el Sistema de Producción Toyota (Toyota Production System, TPS). Máquinas hechas a medida de Toyota en línea con el volumen real que

se necesitaba, la introducción de prueba de errores para asegurar la calidad y un sistema de cambio rápido de proceso para producir pequeños volúmenes de piezas. (Quiles, 2014)

Lean Construction acepta los siguientes criterios de diseño de su sistema de producción, que propone como un standard la producción sin pérdidas. (Howell, 1999). What is Lean Construction.

- Tener objetivos claros para el desarrollo del proyecto.
- Enfocarse en maximizar el desempeño para el cliente a nivel del proyecto.
- Diseñar en forma simultánea tanto el producto como el proceso.
- Aplicar controles de producción a lo largo del ciclo de vida del proyecto.

Actualmente la Filosofía Lean se ha convertido en una filosofía de trabajo, cuyo foco es descubrir oportunidades de mejora continua y así optimizar y eliminar los desperdicios "waste".

2.1.2 Principios Lean Construction :

En su reporte "Application of the New Production Philosophy to Construction", Koskela (1992) sostiene estos 11 principios:

- Reducir las actividades que no aportan valor al cliente.
- Aumentar el valor del producto / servicio a partir de las consideraciones de los clientes externos /internos.
- Reducir la variabilidad.
- Reducir el tiempo de ciclo.
- Minimizar los pasos para simplificar el proceso.
- Aumentar la transparencia del proceso.
- Centrarse en el proceso global.
- Introducir mejoras continuas en el proceso.
- Introducir mejoramiento continuo en los procesos.
- Benchmarking.

Los cuales son explicados detalladamente a continuación:

- **Reducción de las actividades que no agregan valor:**

Es decir, de las actividades que generan pérdidas, o bien aquellas que generan tiempos no productivos en el proceso. Esto se puede deber al diseño en organizaciones jerárquicas entre procesos, el cual genera dependencia y variabilidad entre éstos, a la ignorancia en la realización del proceso y a la naturaleza misma de la producción, ya que es inevitable que, en cierto modo, existan actividades que no añadan valor al producto final. Koskela, L. (1992)

- **Aumentar el valor del producto / servicio a partir de las consideraciones de los clientes externos /interno:**

Finalmente, es el cliente final quien decida cuál es el valor que tendrá su producto. Depende de la apreciación que éste tenga del producto final. Es por esto que siempre se debe tener en cuenta los requerimientos del cliente, y si es que éstos han sido considerados o no. Koskela, L.(1992)

- **Reducir la variabilidad:**

Desde el punto de vista del cliente, un proceso que se lleva a cabo de manera uniforme es mejor. Hay que tener en cuenta además que la misma variabilidad hace que la propagación de pérdidas sea más común, por lo tanto, aumentaría el número de actividades que no añaden valor al producto final.

- **Reducir el tiempo de ciclo:**

Teniendo en cuenta que el tiempo de ciclo está formado por el tiempo de procesos, tiempo invertido en inspecciones, espera y movimiento, se debe de buscar la minimización de éste mediante una disminución de tiempo de las actividades que no agregan valor al producto final. Así, lo que se busca es:

- ✓ Realizar la entrega de manera más rápida al cliente.
- ✓ Reducir la necesidad de pronosticar acerca de la futura demanda.

- ✓ Disminuir las interrupciones en los procesos de producción.
- ✓ Facilitar la gestión, porque hay menos órdenes de clientes a las cuales hacer seguimiento.

- **Minimizar los pasos para simplificar el proceso:**

La reducción del número de componentes de un producto, la reducción del número de pasos en un flujo de material o de información, es decir, minimizando las actividades que no agregan valor al flujo productivo y, por ende, al producto final.

- **Incrementar la flexibilidad de las salidas:**

Por ejemplo: Minimizar el tamaño de los lotes de transferencia para atender mejor la demanda, personalización del producto o entrenar a trabajadores multi-habilidosos.

- **Aumentar la Transparencia del proceso:**

Ya que ésta incrementa la propensión a errar, reduce la visibilidad de los errores y disminuye la motivación para la mejora. Para esto, se debe de llevar un adecuado control de producción en calidad en los procesos bajo estudio. Para conseguir esto, es recomendable establecer una metodología de ordenamiento y limpieza básicos para eliminar lo inservible, como, por ejemplo, el método de las 5 "S" (organización, ordenamiento, limpieza, estandarización y disciplina).

- **Centrarse en el proceso global:**

Para esto, primero el proceso completo debe de ser identificado, para luego poder ser medido, interpretado y mejorado.

- **Mejoramiento continuo del proceso:**

El proceso de mejora continua en la construcción, busca la efectividad en el uso de los recursos mediante la aplicación de técnicas de análisis, para finalmente obtener mayores niveles de productividad y subsecuentes mejoras de los mismos en el tiempo.

- **Introducir mejoramiento continuo en los procesos:**

Hay que tener en cuenta que cuando mayor sea la complejidad del proceso de producción, mayor es el impacto del mejoramiento de los flujos. Asimismo, al mejorar el balance del flujo, se consiguen disminuir las pérdidas existentes dentro del mismo, lo cual trae como consecuencia un aumento de la productividad.

- **Benchmarking:**

Es un proceso para conseguir la mejora a través de la comparación para así conseguir una reconfiguración de los procesos. Mediante esta metodología, se busca descubrir los defectos lógicos fundamentales dentro del proceso bajo estudio.

2.2 Bases teóricas:

2.2.1 Sistema Lean:

El uso del término Lean obedece al hecho de que este sistema utiliza menos de todo comparado con la producción en masa: la mitad de esfuerzo humano en la fábrica, la mitad de espacio en la fabricación, la mitad de inversión en herramientas, la mitad de horas de ingeniería para desarrollar un nuevo producto en la mitad de tiempo. Además, requiere mantener mucho menos de la mitad del inventario necesario en el sitio, dando lugar a muchos menos defectos y produce una mayor e incluso creciente variedad de productos Womack, P , Jones, D. & Ross, D. (1990).

2.2.2 Lean Construction :

La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el ciclo de vida de un proyecto de construcción se conoce como Lean Construction o construcción sin pérdidas.

Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un proyecto desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio. Entendemos Lean como una filosofía de trabajo que busca la excelencia de la empresa, por lo tanto, sus principios pueden aplicarse en todas las fases de un proyecto: diseño, ingeniería, pre-comercialización, marketing y ventas, ejecución, servicio de postventa, atención al cliente, puesta en marcha y mantenimiento del edificio, administración de la empresa, logística y relación con la cadena de suministro. Pons J. (2014).

2.2.2.1 ¿Por qué la construcción es una industria diferente?:

La construcción siempre se ha diferenciado de las demás industrias y generalmente desde su implementación del Lean Construction ha sido reacia a incorporar sus principios. Según diferentes autores se singulariza debido a estos factores:

- ✓ En la industria de la construcción el producto está fijo y la industria se mueve. En la manufactura, la industria está fija y el producto avanza hasta alcanzar su característica última.
- ✓ En nuestro vecino país de Chile la industria manufacturera presenta mayor valor agregado por trabajador. Así tenemos la figura 2.

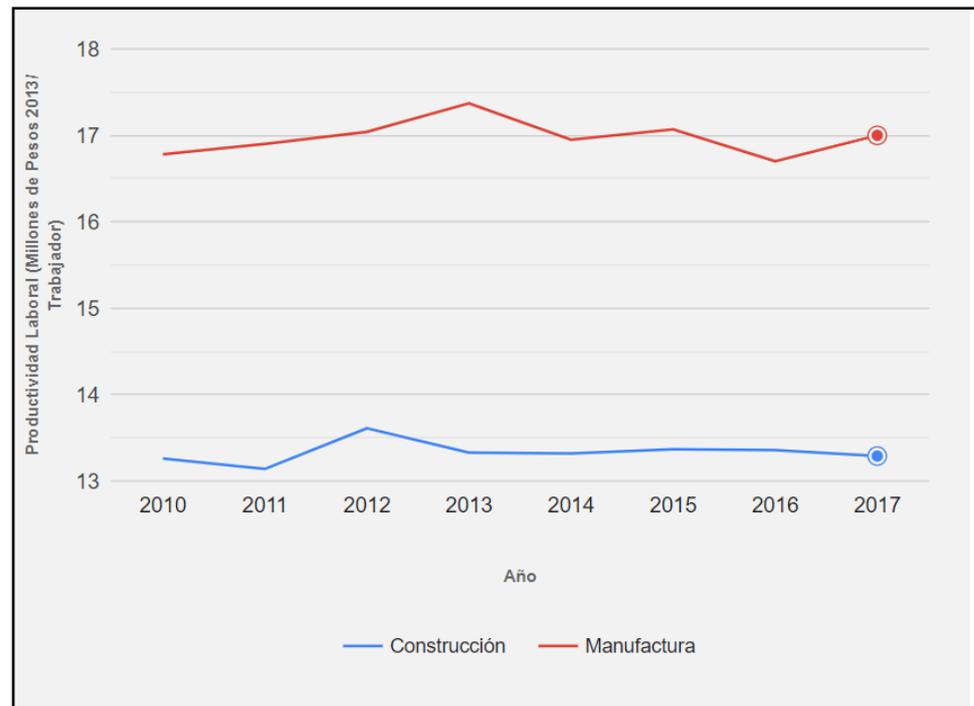


Figura 2. Productividad laboral en diferentes sectores industriales de Chile. Fuente: Solminihaç H. (2018).

Las razones que sostiene son:

- **Producción por etapas:** Generalmente los proyectos de construcción se desarrollan por etapas discretas de manera secuencial, dificultando una serie de producción continua.
- **Corta duración:** La mayoría de los proyectos de construcción tienen una duración relativamente corta. La presión de trabajo que se produce ante esta condición implica una necesidad de planificación y coordinación eficiente.
- **Cambios en la composición del trabajo:** La misma corta duración de los proyectos junto con los distintos requerimientos genera cambios constantes en la composición de la mano de obra en una faena de construcción.
- **Área de trabajo común:** Gran parte de las operaciones del proceso constructivo deben ser realizadas en el mismo espacio físico de construcción, es decir, en una misma faena. Esto obliga a las distintas especialidades compartir una misma área de trabajo.

- **Sensibilidad a las condiciones ambientales:** La ejecución de un proyecto de construcción se lleva a cabo al aire libre o a la intemperie. Esto genera que el proceso de trabajo esté sujeto a interrupciones asociadas a las condiciones ambientales (lluvia, nieve, calor, polvo, ruido, entre otros).
- **Variación del trabajo:** Todos los proyectos de construcción son diferentes. Cada obra tiene sus singularidades y particularidades. Asimismo, las operaciones dentro de una misma obra también difieren a medida que avanza su ejecución.
- **Movilidad en el lugar de trabajo:** El proceso de construcción involucra movimientos de la fuerza del trabajo dentro de la misma obra. Los trabajadores pueden moverse verticalmente (edificio en altura) y horizontalmente conforme avanza el proyecto.
- **Trabajo artesanal:** A pesar de los avances tecnológicos evidenciados en la industria de la construcción, aun existe un significativo aporte del trabajo artesanal en el sector.
- **Seguridad laboral:** El alto nivel de trabajo manual en obras de construcción produce que exista una alta exposición al riesgo de accidentes laborales. Estos pueden deberse a condiciones o actitudes inseguras.

Se concluye que el producto es fijo y la industria se mueve y genera variabilidad. En la manufactura, la industria esta fija y el producto avanza hasta alcanzar su característica última. Solminihaç , H.(2018) . Industria de la construcción ¿Por qué es menos productiva que la manufactura? Recuperado de <https://claseejecutiva.emol.com/articulos/hernan-desolminihaç/industria-de-la-construccion-por-que-es-menos-productiva-que-la-manufactura/>

Esta explicación coincide a la del profesor finlandés Lauri Koskela . Que sostiene que un proyecto es único y de carácter temporal por lo tanto necesita de medio y recursos diferentes y propios de cada Zona.

2.2.2.2 Cambios necesarios para incorporar Lean Construction:

Muchos empresarios de la industria de la construcción han manifestado su preocupación y también desconocimiento sobre la dificultad y el coste de implantar Lean Construction. Lean no está basado en inversiones caras de tecnología ni software. Las primeras etapas de implantación de Lean Construction se pueden llevar a cabo con los recursos propios que dispone actualmente la empresa, ya que las oportunidades de mejora al comienzo de la implantación son por regla general muy altas. No obstante, Lean abraza también la tecnología, pero la inversión debe venir acompañada de los resultados y beneficios obtenidos durante las primeras fases de implantación, y una vez se tome la decisión de adoptar una nueva tecnología, debemos asegurarnos de que sea fiable, que esté absolutamente probada y que dé servicio a los empleados y a sus procesos.

Por otra parte, el sector de la construcción necesita también un cambio de actitud, sobre todo a nivel de cultura, en cuanto a la gestión de la empresa y el negocio, ya que históricamente ha sido un sector muy tradicional. Invertir una parte de los beneficios en formación, innovación y servicios externos de consultoría también es una asignatura pendiente cuando hablamos de construcción. Saber adaptarse a los cambios rápidamente y ser flexible es uno de los aspectos que marcan la diferencia entre aquellas empresas que sobreviven y crecen, incluso durante las épocas de crisis, y aquellas que desaparecen. Si la empresa no dispone de muchos recursos, se puede empezar con un proyecto piloto en un área determinada para asegurar el éxito inicial y, a partir de ahí, replicar el sistema en las demás áreas y proyectos y más adelante extenderlo al resto de la cadena de suministro.

Una vez tomada la decisión de implantar Lean Construction, los cambios van a afectar a todos; a los diseñadores o proyectistas porque van a tener que adaptarse a las nuevas tecnologías, sobre todo aquellas que tengan que ver con el sistema BIM y las TIC o tecnologías de la información. La comunicación; a los promotores porque a su

papel ya, de por sí, relevante como impulsor y patrocinador del proyecto se le puede exigir un rol más participativo a la hora de concretar las necesidades reales del cliente y transmitir las a través de toda la cadena de valor, comprender mejor las dificultades del proyecto y participar más activamente en la mejora continua y la toma de decisiones; y a los constructores y sus proveedores porque su intervención va a comenzar en una etapa más temprana del proyecto y estos podrán participar en la toma de decisiones y la resolución de problemas de una manera más activa.

El uso de herramientas que tengan que ver con el uso de redes colaborativas a nivel global o de intercambio de datos e información entre socios y proveedores, entre diseñadores y constructores, o entre constructores y promotores, afectará también a todos.

Lean Construction es necesario para poder competir en el mercado de hoy, que es global y altamente competitivo. Con respecto a la velocidad del cambio, se plantean dos escenarios y dos velocidades:

- Inicialmente es necesario establecer una base de conocimiento y capacitación a través de formación y un poco de ayuda externa para arrancar la implementación. Se requiere la voluntad y el compromiso por parte de todos, pero especialmente de los gerentes de la empresa. Y una vez superada esta primera fase, debe ser la propia empresa la que impulse la mejora continua con su propia gente.

- Pero si realmente pretendemos un cambio acelerado y de alta velocidad que vaya más allá de mejorar unas cuantas empresas hace falta también la implicación política, de las diferentes organizaciones dentro de la industria de la construcción y de la universidad. Pons J. (2014)

2.2.3 Sistema Tradicional VS Sistema Lean:

Los problemas típicos del modelo tradicional de la gestión integral de proyectos, desde su fase inicial de diseño hasta su ejecución, uso y mantenimiento, incluyen:

- Escasa formación y experiencia en los nuevos sistemas de gestión y planificación de obras.
- Control de calidad ineficaz basado en métodos estadísticos que están lejos de garantizar el cien por cien de la calidad.
- Escaso rigor en el cumplimiento de las medidas de seguridad.
- Errores y omisiones en proyectos.
- Falta de interés en la formación y capacitación de los trabajadores.
- Falta de coordinación entre los actores intervinientes en las diferentes etapas del proyecto.
- Falta de transparencia y comunicación entre las partes interesadas y
- Baja productividad comparada con otras industrias.

Las principales consecuencias de todo ello son bien conocidas: ejecución de obras fuera de plazo, sobrecostes, reclamaciones derivadas de la escasa calidad, excesivo número de accidentes laborales y, en general, incertidumbre y variabilidad con respecto a las condiciones iniciales del contrato.

Las razones históricas de esta disfuncionalidad son muchas, entre ellas, la multiplicidad de participantes con intereses en conflicto, una cultura organizacional incompatible entre los miembros del equipo de proyecto y el acceso limitado a la información oportuna, en el momento preciso. Así pues, el objetivo de todos los actores en la industria de la construcción debería ser una mejor, más rápida y más eficaz gestión integral del proyecto –desde el diseño hasta el uso del edificio o infraestructura– creada por la formación de equipos totalmente integrados y colaborativos.

Un estudio de 2004 del Construction Industry Institute y el Lean Construction Institute indica que hasta el 57% del tiempo, el esfuerzo y el material de la inversión en proyectos de construcción no añade valor al producto final, mientras que en comparación en la industria de la fabricación la cifra es solo del 26%. Pons J. (2014)

TABLA N°2*Diferencias entre proyecto Tradicional y Proyecto Lean*

PROYECTO TRADICIONAL	PROYECTO LEAN
Sistema Operativo	
Gestión del camino crítico	
Sistema Push	Last planer System
Basado en la transformación de procesos e información	Sistema Pull
	Basado en la transformación , flujo de valor y generación de valor
Las actividades se llevan a cabo tan pronto como sea posible	Las actividades se llevan a cabo en el último momento responsable
Los buferes están dimensionados en la optimización local	Los buferes están dimesionados y localizados para realizar la fucion de absorber la variabilidad del sistema
Focalizado en las transacciones y contratos	Focalizado en el sistema de producción
Acuerdos y términos comerciales	
Transaccional, fomenta el esfuerzo unilateral, asigna y transfiere, no lo comparte	Anima, fomenta, promueve y apoya el intercambio abierto de información e ideas y la colaboración entre múltiples partes
Riesgo	
De gestión individual. Transferido a otros en la mayor medida posible	Gestionado en forma colectiva, compartido apropiadamente
Aprendizaje y transmisión del conocimiento	
El aprendizaje se produce de forma esporádica.	El aprendizaje se incorpora al proyecto, la empresa y la cadena de suministro
Conocimientos adquiridos solo los necesarios, información acaparada y retenida, silos de conocimiento y habilidades	
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 el proyecto está diseñado, entonces empieza el diseño de los procesos	El proyecto y los procesos se diseñan de manera conjunta

Fuente Pons J. (2014, p.58)

2.2.4 Herramientas Lean Construction:

Existen una amplia variedad de herramientas Lean Construction para las diferentes etapas por ello en la tesis de investigación Castillo I. (2014) elaboro la siguiente tabla donde separa las herramientas a utilizar según la fase del proyecto y su fin.

TABLA N°3

Principios de la construcción Lean Asociadas a cada herramienta

	FIRST RUN STUDIES	Reducir la variabilidad - Seleccionar un enfoque de control de producción apropiado , instituir la mejora continua , Utilizar gestion visual - Asegurar la comprensión de los requisitos
	NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD	Reducir ciclos de tiempo
	CARTA BALANCE	Reducir ciclos de tiempo
EJECUCION LEAN	CUADRO COMBINADO DE TRABAJO ESTANDARIZADO	Diseña el sistema de produccion para el flujo y valor
	POKA YOKE	Diseña el sistema de produccion para el flujo y valor
	MANUALES DE PROCESOS CONSTRUCTIVOS	Asegurar la comprensión de los requisitos
	ANDON	Diseña el sistema de produccion para el flujo y valor
	ONE TOUCH HANDLING	Reducir los ciclos de tiempo
	EVALUACION POST OCUPACION	Instituir la mejora continua
USO	MANUAL DEL CLIENTE	Asegurar la comprensión de los requisitos
	FORMULARIO DE ASISTENCIA TECNICA	Ir y mirar por uno mismo - Cultivar una extensa red de contactos
	PLAN DE INSPECCIONES PERIODICAS	Reducir los ciclos de tiempo
	DIAGRAMA DE FLUJO Y TIEMPO DE ENTREGA DE LAS ACTIVIDADES	Diseñar el sistema de produccion para el flujo y valor
	PLANIFICACION MAESTRA	Diseñar el sistema de produccion para el flujo y valor
	PLANIFICACION POR FASES	Diseñar el sistema de produccion para el flujo y valor
	PLANIFICACION LOOKAHEAD	Diseñar el sistema de produccion para el flujo y valor
CONTROL DE PRODUCCION	PLAN DE TRABAJO SEMANAL	Diseñar el sistema de produccion para el flujo y valor
	PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO (PPC)	Instituir la mejora continua
	RAZONES DE NO CUMPLIMIENTO	Instituir la mejora continua
	LINEAS DE BALANCE	Diseñar el sistema de produccion para el flujo y valor

Fuente Castillo I. (2014, p.122)

En la presente tesis se utilizarán herramientas de ejecución (Nivel General de Actividad, Carta Balance) y control de producción (LOOKAHEAD , Razones de no cumplimiento y análisis de restricciones) .

- **Nivel general de Actividad:**

La herramienta de nivel general de actividad permite saber cómo se reparte el tiempo durante la ejecución de una partida, y a partir de ello conocer el porcentaje de Trabajo productivo, contributorio y no contributorio de la partida que se quiera conocer. Con esto se tiene un indicador de la productividad con que se están realizando los trabajos en obra.

Para conocer el nivel general de actividad se hace una medición de los trabajos que permiten completar cada una de las partidas. Es preciso recordar que para completar cualquier partida se efectúan tres tipos de trabajo Serpell, (2002).

- Trabajo Productivo (TP): Es aquel trabajo que aporta de forma directa a la producción.
- Trabajo Contributorio (TC): Es aquel trabajo relacionado a las tareas necesarias, para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Trabajo de apoyo, pero que no aporta valor.
- Trabajo No Contributorio (TNC): Es todo aquel trabajo que no genera valor, son actividades que no son necesarias y que generan pérdidas.

Se tendrá información sobre la distribución del tiempo de las partidas analizadas, con la información obtenida se plantearán medidas para tener una mejor distribución de los tiempos, buscando aumentar el Trabajo Productivo, disminuir el Trabajo Contributorio y eliminar el Trabajo No Contributorio. Cabe mencionar que las mediciones para esta herramienta son puntuales. Según Serpell (1993) se debe hacer 384 mediciones puntuales como mínimo para tener una un nivel de confianza de un orden del 95%.

Con este número mínimo de muestra puede ser predicho las características de cada partida.

Antes de hacer las mediciones en campo, se debe definir las partidas que estarán consideradas en la evaluación, además se deberá clasificar los trabajos, en grupos de trabajo contributivo y trabajo no contributivo.

Las mediciones se efectuarán en los días en donde las labores se estén llevando con total normalidad (no situaciones atípicas), para así evitar resultados erróneos y que estén ajenos a la realidad.

Esta técnica requiere de observaciones hechas en forma aleatoria, puede ser aplicada a toda la obra o por frentes si se desea y su empleo permite establecer una base numérica para tomar decisiones de cómo aumentar la cantidad de trabajo productivo.

Para realizar las mediciones de Nivel General de Actividad se sugiere seguir los siguientes pasos:

- ✓ Establecer los tipos de trabajos (TP, TC, TNC), por cada una de las partidas que fueron incluidas en la evaluación.
- ✓ Ubicarse cerca de donde se está desarrollando los trabajos y en cuanto se visualiza a un trabajador, indicar en el formato de medición la partida que está ejecutando y el tipo de trabajo que está realizando para dicha partida en ese momento.
- ✓ Finalmente se computarizan el número de incidencias por cada tipo de trabajo, con lo que se llegará a conocer el porcentaje para cada tipo de trabajo.

- **Carta Balance:**

La herramienta de la carta Balance es una herramienta que, a partir de datos estadísticos, describe de forma detallada el proceso de una actividad para así buscar su optimización.

En una carta balance se toma un intervalo de tiempo corto la actividad que está realizando cada personal obrero. Estas actividades son divididas en los tres tipos de trabajo TP, TC y TNC.

- **Nivel de grasa:**

Nivel A: La grasa interna y superficial eliminada. Requiere de alta tecnología, capacitación y contribución, como lo que sucede alrededor de la obra. El trabajo productivo es mayor al orden del 50%

Nivel B y C: Los desperdicio que se pueden eliminar con la tecnología existentes. Los desperdicios más comunes son:

Sobreproducción: Producir con exceso o con demasiada antelación.

Transporte: Cualquier transporte no esencial es un desperdicio.

Inventario: Cualquier cantidad por encima del mínimo necesario para llevar a cabo el trabajo.

Esperas: Espera para piezas o documentos, espera para que una maquina termine el ciclo, tiempo.

Sobre proceso: Trabajo o servicio adicional no percibido por el cliente,

Retrabajos: Cualquier repetición de trabajo

Movimiento: Cualquier movimiento que no añada valor.

Lo que diferencia al nivel B y C está en los niveles de productividad Tr productivo menor a 50% y trabajo productivo menor a 40 % respectivamente.

- **Lookahead:**

Con el uso y la aplicación de esta herramienta se dara un respaldo a la planificación para que el flujo de trabajo no se estanque por algo que no se proveyó en su momento, y así lograr disminuir el TNC, durante la ejecución del proyecto. En esta programación podremos ver como se forman los trenes de actividades y como el trabajo va avanzando a través de los sectores para luego avanzar piso por piso.

Con la aplicación de esta herramienta no solo se busca conocer las tareas que se ejecutarán en un futuro cercano, sino también lograr identificar los materiales, mano de obra, trabajos pendientes, etc. Que serán necesarios para ejecutar cada una de las partidas, lo que permite que cuando llegue el momento de ejecutar determinada partida, no exista algo que nos impida cumplir con este propósito.

Estos requerimientos son presentados en un cuadro de análisis de restricciones, el cual forma parte del Lookahead y además es quien le permite crear una especie de escudo que ayuda a aislar y controlar los efectos de la variabilidad del entorno.

En palabras cortas es un corte en el cronograma para ver las restricciones y variabilidades que se tiene para que la programación no se cumpla.

- **Análisis de restricciones:**

A partir del lookahead, se hace un análisis de todas las partidas que se deberían realizar en las siguientes semanas según la programación. Hay que pensar en todo lo que se necesita para que la actividad se pueda realizar sin ninguna restricción. En se tiene en cuenta la restricción quien es el responsable y la fecha límite de su levantamiento, y si sucede una reprogramación del levantamiento ya que generalmente como veremos en el análisis hecho en la presente tesis se llega a presentar reprogramación por no cumplimiento. El levantamiento de las restricciones es vital para poder mantener un flujo constante de la ejecución del proyecto. Bracamonte L. (2015)

2.3 Definición de términos:

- **Cronograma:**

Técnica empleada para efectuar una estimación realista y verificable de los plazos necesarios para ejecutar un

proyecto, poniendo de relieve los puntos críticos.” (Kohli, K, 2003, p. 139, 140,141)

- **Desperdicios:**

Desperdicio se define como “cualquier pérdida producida por actividades que generan, directa o indirectamente, costos, pero no adicionan valor alguno al producto desde el punto de vista del cliente final” (Formoso, Issato, Hirota. Berkeley, California, Estados Unidos, 1999).

Tipos de desperdicios:

- Sobreproducción: Producción de cantidades mas grandes que las requeridas o mas pronto de lo necesario; planos adicionales (no esenciales, poco prácticos o excesivamente detallados).
- Esperas : Esperas, interrupciones del trabajo o tiempo de inactividad debido a la falta de datos, información, especificaciones u órdenes, planos, materiales, equipos, esperar a que termine la actividad precedente, aprobaciones, resultados de laboratorio, financiación, personal, área de trabajo inaccesible, iteración entre varios especialistas, contradicciones en los documentos de diseño, retraso en el transporte o instalación de equipos, falta de coordinación entre las cuadrillas, escasez de equipos, repetición del trabajo debido a cambios en el diseño y revisiones, accidentes por falta de seguridad .
- Transporte innecesario: Se refiere al transporte innecesario relacionado con el movimiento interno de los recursos (materiales, datos, etc.) en la obra. Por lo general, está relacionado con la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información. Sus principales consecuencias son: pérdida de horas de trabajo, pérdida de energía, pérdida de espacio en la obra y la posibilidad de pérdidas de material durante el transporte.

- Sobre procesamiento: Procesos adicionales en la construcción o instalación de elementos que causan el uso excesivo de materia prima, equipos, energía, etc. Monitorización y control adicional (inspecciones excesivas o inspecciones duplicadas).
- Exceso de inventario: Se refiere a los inventarios excesivos, innecesarios o antes de tiempo que conducen a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencias, pérdidas debidas a condiciones inadecuadas de stock en la obra, robo y vandalismo), personal adicional para gestionar ese exceso de material y costes financieros por la compra anticipada.
- Movimientos innecesarios: Se refiere a los movimientos innecesarios o ineficientes realizados por los trabajadores durante su trabajo. Esto puede ser causado por la utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, falta de estandarización o mal acondicionamiento del lugar de trabajo. Pérdida de tiempo y bajas laborales.
- Defectos de calidad: Errores en el diseño, mediciones y planos; desajuste entre planos de diseño y planos de estructura o instalaciones, uso de métodos de trabajo incorrectos, mano de obra poco cualificada. Las dos consecuencias principales de la mala calidad son: la repetición del trabajo y la insatisfacción del cliente.
- Talento: Se pierde tiempo, ideas, aptitudes, mejoras y se desperdician oportunidades de aprendizaje y de conseguir altos rendimientos por no motivar o escuchar a los empleados y por tener una mano de obra poco cualificada, poco formada, mal informada y con falta de estímulos y recursos para la mejora continua y la resolución de problemas.

- **Costo:**

Costo consiste en estimar los recursos necesarios humanos y materiales para completar una actividad en el proyecto, su estimación incluye la identificación y consideración de varias alternativas de costo, y esto es una decisión gerencial. Por ejemplo, realizar trabajo adicional durante la fase de diseño debido a que esto tiene el potencial de reducir el costo en la fase de ejecución. Esterkin , J.(2008) . *La estimación de costo de un proyecto*. Recuperado de <https://iaap.wordpress.com/2008/02/18/la-estimacion-del-costo-de-un-proyecto/>

- **Lean Construction:**

Filosofía que tiene como fin la eliminación de desperdicio de los procesos de flujo. como consiguiente también los principios de reducción del tiempo de entrega, reducción de la variabilidad y simplificación de los procesos son promovidos en el pensamiento Lean. Otro pilar de la Producción Lean es la visión de generación de valor, la cual radica en obtener desde la perspectiva del cliente el mayor valor posible. Martínez J. (2011)

- **Rendimiento:**

Cantidad de trabajo que se obtiene de los recursos de mano de obra y equipo por jornada.

- Rendimiento de mano de obra: Es la cantidad de obra de alguna actividad completamente ejecutada por una cuadrilla, compuesta por uno o varios operarios de diferente especialidad por unidad de recurso humano, normalmente expresada como unidad de medida de la actividad por hora Hombre - um/hh..
- Rendimientos para materiales: Es la relación entre cantidad de material y la unidad de medida

de la actividad, es decir que durante la ejecución de los trabajos se encuentra un desperdicio por cada material instalado, el rendimiento calculado depende de las características de la materia, transporte, acopio, calidad del producto, limpieza, organización, almacenamiento entre otros.

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

- **Productividad:**

Se entiende productividad como una relación entre lo que se gasta y lo que se produce para realizar una acción. Alfredo Serpell (1994) define la productividad en la construcción como la medición de la eficiencia con que los recursos son administrados para completar un proyecto específico, dentro de un plazo establecido y con un estándar de calidad dado.

- **Proyecto:**

Actividad de inversión a la que se destinan determinados recursos (costes) con vistas a crear activos que produzcan beneficios durante un prolongado periodo de tiempo. (Kohli, K, 2003)

- **Variabilidad:**

El diccionario define variabilidad como la capacidad de variar, en la construcción esta capacidad es muy grande, algunas causas que generan variabilidad son: se malogra una mezcladora de concreto, paralización de obra por el sindicato, etc. Koskela , L. (1992)

- **Trabajo contributorio:**

Trabajo de apoyo, que debe ser realizado para que pueda ejecutarse el trabajo productivo. Vilca M. (2014)

- **Trabajo no contributorio:**

Cualquier actividad que no aporta ningún valor y que es considerado como una perdida. Vilca M. (2014)

- **Cuadrilla:**

Grupo de trabajadores destinados a cumplir una tarea específica en la construcción. Vilca M. (2014)

- **Partida:**

Tarea específica en una obra de construcción. Vilca M. (2014)

- **Sistema Tradicional:**

Filosofía donde las activadas de producción son concebidas como un conjunto de operaciones individuales, son controladas una por una para reducir costos y las mejoras de producción se establecen de manera periódica, a través de implementación de nuevas tecnologías. Koskela, L. (1992).

CAPÍTULO III

MARCO METODOLOGICO

3.1 Tipo y nivel de la investigación:

TIPO DE INVESTIGACION:

APLICADO:

El de investigación está orientada a determinar el nivel de productividad de un hospital en la provincia de Tacna mediante el uso de herramientas de la filosofía Lean Contruction durante la ejecución y control de productividad en por lo tanto es del tipo aplicativo, ya que usa las herramientas de carta balance, nivel general de actividad, lookahead y PPC (porcentaje de plan cumplido).

DESCRIPTIVO:

Ya que implica observar y anotar lo que sucede, no influyendo en las actividades realizadas por los obreros durante la medición.

NIVEL DE INVESTIGACION:

COMPENSIVO:

El nivel de investigación es comprensivo ya que al final se decide proponer soluciones de acuerdo a los resultados obtenidos en el estudio .

3.2 Población y/o muestra de estudio:

POBLACION:

La población que se tomo fue los hospitales en la costa categoría II-2 en el Perú que están en la etapa de planeamiento o ejecución.

MUESTRA DE ESTUDIO:

Las actividades ejecutadas para llevar a cabo el casco gris del proyecto del hospital categoría II-2 en la provincia de Tacna , las muestras fueron la observación de las partidas más repetitivas en el casco gris como son vaciado de concreto en losa maciza, desencofrado de columnas, armado de fondo de viga, solaqueo de losa, vaciado de concreto en columnas, armado de acero para losa maciza y armado de acero para columnas.

Se tomo 384 observaciones para el nivel general de actividad y así mismo para la carta balance, ya que con este número de muestras se tiene una confiabilidad del 95% y un margen de error del 5% . Esto refleja una situación real pero no exacta. Thomas & Daily (1984) .

3.3 Operacionalización de variables:

En la siguiente tabla se muestra las variables y dimensiones establecidas con sus respectivos indicadores.

TABLA N°4

Operacionalización de las variables

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DIMENSIÓN	INDICADOR
DIRECTA			
MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD	Lograr una mejor ocupación del tiempo reduciendo los trabajos no contributorios	Medición y evaluación de la productividad .	Carta balance, nivel general de actividad
INDIRECTA			
APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN	Uso de herramientas de la filosofía Lean para la gestión en la planificación y ejecución de obras	LOOKAHEAD PLANING	Porcentaje de actividades cumplidas (PAC).

Fuente: Elaboración propia

3.4 Técnicas e instrumentos para la recolección de datos:

Carta Balance Y Nivel General De Actividad: Para las mediciones de las partidas evaluadas se consideró 3 tipos de trabajo.

Trabajo Productivo (Tp): Viene a ser todo lo que suma producción a la partida se consideró como trabajo productivo en cada una de las siguientes partidas:

- Vaciado de concreto: Vaciado, regleado, vibrado.
- Armadura de acero: Colocación de acero vertical y horizontal, amarre con alambre.
- Encofrado y desencofrado: Colocación de los paneles metálicos, los puntales, chavetas o grapas, amarre con alambre.
- Solaqueo: Pulido, acabado.

Trabajo Contributorio (Tc):

Se considera un trabajo de apoyo para el trabajo productivo. Según las subcategorías del formato de carta balance y nivel general de actividad tenemos:

Habilitación de material (H), Transportes (T), Limpieza (L), Instrucciones (I), Mediciones (M) y X (otros).

Trabajo No Contributorio (Tnp) :

Es la grasa aquella actividad que se considera que no agrega valor tales como:

Viajes (V), Tiempo ocioso (N), Esperas (E), Trabajos rehechos (R), Descanso (D), Necesidades fisiológicas (B), y (otros).

El formato define cada actividad durante la ocupación del tiempo clasificada como tiempo productivo (TP), tiempo no productivo (TNC) y tiempo contributorio (TC). Dentro de cada clasificación hay sub clasificaciones ya establecidas por la herramienta de carta balance o nivel general de actividad detalladas anteriormente así que son fijas y rígidas para una correcta toma de datos. Cabe resaltar que cuando una cuadrilla sea flexible se cambiara de actividad a la que les sea asignado según su ingeniero de producción, capataz o maestro de obra pudiéndose tener en un formato más de una actividad ejecutada durante la jornada laboral. Con esto mediremos el nivel general de productividad en los 2 formatos carta balance y nivel general de actividad.

LOOKAHEAD : Con la programación lookahead proveída por el ejecutor de obra en este caso Consorcio Salud Tacna se evaluará y analizará su porcentaje de cumplimiento, luego se indagará el porqué de las causas consultando en oficina técnica y contrastando con lo observado en campo con el análisis de restricciones y su relación con el nivel general de actividad y la carta balance.

3.5 Procesamiento y análisis de datos:

Para el procesamiento y la recolección de datos se tendrá en cuenta:

- Se tomará 384 mediciones ya que esto representa un nivel de confiabilidad del 95% aplicadas a cuadrillas de 12 obreros para la carta balance y para el nivel general de actividad un obrero en cada medición diferentes con un intervalo de tiempo de 15 minutos, se anotará en un formato impreso de la tabla N°06.
- Dar una inspección general al área de trabajo y reconocer los lugares estratégicos donde no se interrumpa la ejecución de los trabajos ni se exponga a algún peligro al tesista.
- Para las mediciones de nivel general de actividad y carta balance se tomarán fotografías representativas.
- Para la carta balance se tomarán 10 días no necesariamente consecutivos de partidas del casco estructural.
- Para el nivel general de actividad se tomará 6 días consecutivos de partidas del casco estructural.

Al tratarse de una investigación en principio descriptiva para su posterior diagnóstico se elaboraron tablas de frecuencia y variabilidad de las diferentes características del estudio y los gráficos respectivos de las restricciones indagadas, teniendo lo dicho se puede interpretar los datos tomados en los siguientes capítulos.

MEDICIÓN DE PRODUCTIVIDAD EN OBRA

FECHA :

OBRA:

ACTIVIDAD:

CUADRILLA:

ELABORADO:

DURACION DE LA MUESTRA:

HORA	CUADRILLA												TRABAJO
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	

Figura 3. Formato Carta Balance para recolección de datos

Fuente Elaboración propia.

Luego de las mediciones en campo se tuvieron las siguientes tablas especificadas en su descripción por partida, día y sector.

TABLA N°05

Carta Balance primera medición -Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G 21 de enero 2019.

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	E	E	E	TP	TP	TP	TP	E	TP	E	E	E	VACIADO DE CONCRETO
00:30	E	E	H	TP	TP	I	E	T	E	H	T	H	VACIADO DE CONCRETO
00:45	TP	E	TP	TP	TP	I	E	E	N	E	N	I	VACIADO DE CONCRETO
01:00	N	N	TP	TP	TP	I	E	E	TP	TP	H	TP	VACIADO DE CONCRETO
01:15	M	M	TP	TP	E	N	TP	TP	E	TP	TP	E	VACIADO DE CONCRETO
01:30	E	N	TP	TP	TP	I	M	M	E	H	E	E	VACIADO DE CONCRETO
01:45	E	E	E	TP	TP	H	E	E	TP	TP	TP	E	VACIADO DE CONCRETO
02:00	TP	H	E	TP	E	E	TP	E	E	TP	E	H	VACIADO DE CONCRETO
02:15	TP	TP	H	TP	N	N	TP	TP	E	E	H	N	VACIADO DE CONCRETO
02:30	M	M	TP	E	M	M	TP	M	E	E	E	E	VACIADO DE CONCRETO
02:45	TP	M	M	E	H	TP	E	E	TP	E	E	E	VACIADO DE CONCRETO
03:00	E	E	N	E	N	I	N	E	E	TP	E	E	VACIADO DE CONCRETO
03:15	E	E	TP	TP	H	TP	TP	TP	H	TP	H	N	VACIADO DE CONCRETO
03:30	TP	TP	E	TP	TP	E	R	TP	M	E	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
03:45	M	M	E	H	E	E	D	TP	N	E	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
04:00	E	E	TP	TP	TP	E	B	E	H	TP	E	H	VACIADO DE CONCRETO
04:15	TP	E	E	TP	E	H	B	TP	N	H	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
04:30	TP	TP	E	E	H	N	TP	H	TP	L	TP	T	VACIADO DE CONCRETO
04:45	TP	M	E	E	E	E	TP	E	TP	E	H	E	VACIADO DE CONCRETO
05:00	E	E	TP	E	E	E	TP	E	TP	E	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
05:15	N	E	E	TP	E	E	TP	TP	V	TP	X	T	VACIADO DE CONCRETO
05:30	TP	TP	H	TP	H	N	E	TP	TP	R	E	V	VACIADO DE CONCRETO
05:45	R	TP	M	E	TP	TP	E	T	E	H	T	H	VACIADO DE CONCRETO
06:00	D	TP	N	E	TP	TP	E	E	N	E	N	I	VACIADO DE CONCRETO
06:15	B	E	H	TP	E	H	E	E	TP	TP	H	TP	VACIADO DE CONCRETO
06:30	B	TP	N	H	TP	TP	TP	TP	E	TP	TP	E	VACIADO DE CONCRETO
06:45	T	TP	TP	H	E	E	M	M	E	H	E	E	VACIADO DE CONCRETO
07:00	TP	TP	TP	H	E	E	E	E	TP	TP	TP	E	VACIADO DE CONCRETO
07:15	TP	TP	TP	E	E	E	TP	E	E	TP	E	H	VACIADO DE CONCRETO
07:30	E	E	E	E	H	N	TP	TP	E	E	H	N	VACIADO DE CONCRETO
07:45	TP	TP	TP	H	TP	I	TP	M	E	E	E	E	VACIADO DE CONCRETO
08:00	TP	TP	E	TP	E	N	TP	E	TP	TP	TP	E	VACIADO DE CONCRETO

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°6

*Carta Balance segunda medición -Desenfofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A,B
22 de enero 2019.*

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	DESENFOFRADO COLUMNAS
00:30	R	TP	T	TP	TP	H	R	TP	TP	I	E	T	DESENFOFRADO COLUMNAS
00:45	N	T	R	TP	TP	TP	TP	TP	H	H	R	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
01:00	T	TP	T	TP	TP	TP	M	H	H	H	T	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
01:15	R	TP	TP	TP	E	TP	TP	H	H	TP	E	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
01:30	TP	T	I	T	E	TP	TP	H	H	TP	E	I	DESENFOFRADO COLUMNAS
01:45	E	I	T	R	T	TP	TP	E	E	E	I	TP	DESENFOFRADO COLUMNAS
02:00	T	T	R	T	TP	TP	E	H	H	T	TP	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
02:15	T	E	TP	TP	T	TP	TP	E	H	T	TP	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
02:30	E	E	E	TP	TP	I	E	TP	H	H	TP	I	DESENFOFRADO COLUMNAS
02:45	H	E	T	H	TP	I	TP	E	H	H	T	TP	DESENFOFRADO COLUMNAS
03:00	B	B	T	I	T	TP	B	B	TP	TP	TP	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
03:15	B	T	T	I	R	R	E	B	H	TP	E	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
03:30	T	T	T	TP	T	T	TP	E	TP	I	H	H	DESENFOFRADO COLUMNAS
03:45	TP	R	TP	I	TP	TP	TP	E	TP	I	I	TP	DESENFOFRADO COLUMNAS
04:00	E	TP	T	I	H	I	E	E	H	TP	TP	H	DESENFOFRADO COLUMNAS
04:15	T	TP	T	I	TP	E	TP	TP	H	H	R	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
04:30	TP	TP	T	T	T	T	M	H	H	H	T	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
04:45	R	R	T	T	R	R	TP	H	H	TP	E	E	DESENFOFRADO COLUMNAS
05:00	TP	M	T	TP	T	T	TP	H	H	TP	E	I	DESENFOFRADO COLUMNAS
05:15	TP	H	R	T	TP	TP	TP	E	E	E	I	TP	ARMADO DE FONDO DE VIGA
05:30	H	T	T	T	H	T	E	H	H	T	TP	E	ARMADO DE FONDO DE VIGA
05:45	TP	E	M	T	TP	E	TP	E	H	T	TP	E	ARMADO DE FONDO DE VIGA
06:00	M	TP	I	T	TP	M	E	TP	H	H	TP	I	ARMADO DE FONDO DE VIGA
06:15	TP	X	TP	T	T	T	TP	TP	T	T	T	T	ARMADO DE FONDO DE VIGA
06:30	X	T	TP	TP	T	T	R	R	T	T	R	R	ARMADO DE FONDO DE VIGA
06:45	H	H	H	TP	T	T	TP	M	T	TP	T	T	ARMADO DE FONDO DE VIGA
07:00	H	E	T	TP	TP	T	TP	H	R	T	TP	TP	ARMADO DE FONDO DE VIGA
07:15	E	I	T	E	TP	T	H	T	T	T	H	T	ARMADO DE FONDO DE VIGA
07:30	I	TP	H	TP	H	T	TP	E	M	T	TP	E	ARMADO DE FONDO DE VIGA
07:45	T	TP	TP	H	H	T	M	TP	I	T	TP	M	ARMADO DE FONDO DE VIGA
08:00	T	TP	TP	H	H	T	TP	X	TP	T	T	T	ARMADO DE FONDO DE VIGA

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°7

*Carta Balance tercera medición -Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B
23 de enero 2019.*

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	Y	SOLAQUEO LOSA
00:30	I	I	I	I	I	I	T	M	TP	TP	R	R	SOLAQUEO LOSA
00:45	H	H	T	T	TP	TP	R	R	R	H	H	T	SOLAQUEO LOSA
01:00	M	M	TP	R	R	TP	R	R	TP	H	H	M	SOLAQUEO LOSA
01:15	R	R	T	R	TP	TP	TP	R	R	R	H	M	SOLAQUEO LOSA
01:30	R	R	R	TP	E	T	TP	R	M	R	TP	M	SOLAQUEO LOSA
01:45	R	R	R	R	M	TP	TP	R	M	R	TP	M	SOLAQUEO LOSA
02:00	T	M	TP	TP	R	R	R	R	M	M	TP	TP	SOLAQUEO LOSA
02:15	R	R	R	H	H	T	TP	R	H	H	R	R	SOLAQUEO LOSA
02:30	R	R	TP	H	H	M	TP	R	H	H	R	R	SOLAQUEO LOSA
02:45	TP	R	R	R	H	M	T	TP	H	I	TP	X	SOLAQUEO LOSA
03:00	TP	R	M	R	TP	M	TP	TP	I	TP	T	T	SOLAQUEO LOSA
03:15	TP	R	M	R	TP	M	TP	TP	T	T	T	T	SOLAQUEO LOSA
03:30	R	R	M	M	TP	TP	TP	E	E	TP	TP	TP	SOLAQUEO LOSA
03:45	TP	R	H	H	R	R	M	H	T	TP	TP	TP	SOLAQUEO LOSA
04:00	TP	R	H	H	R	R	R	R	M	M	TP	TP	SOLAQUEO LOSA
04:15	T	TP	H	I	TP	X	TP	R	H	H	R	R	SOLAQUEO LOSA
04:30	TP	TP	I	TP	T	T	TP	R	H	H	R	R	SOLAQUEO LOSA
04:45	TP	TP	T	T	T	T	T	TP	H	I	TP	X	SOLAQUEO LOSA
05:00	TP	E	E	TP	TP	TP	TP	TP	I	TP	T	T	SOLAQUEO LOSA
05:15	M	H	T	TP	TP	TP	TP	TP	T	T	T	T	SOLAQUEO LOSA
05:30	TP	T	X	I	TP	TP	TP	E	E	TP	TP	TP	SOLAQUEO LOSA
05:45	TP	T	TP	TP	TP	TP	M	H	T	TP	TP	TP	SOLAQUEO LOSA
06:00	I	T	TP	TP	TP	I	TP	T	X	I	TP	TP	SOLAQUEO LOSA
06:15	TP	I	TP	T	T	TP	TP	T	TP	TP	TP	TP	SOLAQUEO LOSA
06:30	TP	T	TP	T	H	H	I	T	TP	TP	TP	I	SOLAQUEO LOSA
06:45	H	TP	I	I	T	T	TP	I	TP	T	T	TP	SOLAQUEO LOSA
07:00	T	T	H	H	TP	I	TP	T	TP	T	H	H	SOLAQUEO LOSA
07:15	H	TP	I	I	TP	H	H	TP	I	I	T	T	SOLAQUEO LOSA
07:30	TP	TP	H	H	T	T	H	TP	T	T	TP	T	SOLAQUEO LOSA
07:45	TP	H	I	TP	I	T	M	M	TP	R	TP	T	SOLAQUEO LOSA
08:00	TP	T	T	T	I	TP	R	TP	T	R	TP	T	SOLAQUEO LOSA

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°8

*Carta Balance cuarta medición – Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A , B
24 de enero 2019 .*

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
00:30	T	E	E	E	I	TP	E	TP	TP	E	E	H	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
00:45	T	H	T	T	TP	TP	H	L	I	H	H	M	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
01:00	I	T	TP	T	T	T	T	M	TP	TP	T	M	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
01:15	I	T	TP	T	T	P	T	H	T	T	TP	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
01:30	TP	T	TP	T	T	E	I	T	TP	T	TP	T	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
01:45	H	H	H	H	T	TP	H	TP	TP	TP	TP	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
02:00	H	T	T	L	TP	TP	I	V	TP	V	V	T	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
02:15	TP	TP	E	T	T	TP	TP	TP	E	E	T	I	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
02:30	T	TP	H	T	TP	TP	I	E	TP	T	TP	T	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
02:45	TP	T	TP	TP	H	T	E	TP	H	TP	I	I	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
03:00	H	TP	TP	TP	T	TP	TP	H	I	L	TP	H	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
03:15	E	E	TP	E	TP	TP	TP	M	TP	TP	D	D	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
03:30	E	E	E	E	E	TP	E	TP	H	H	TP	H	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
03:45	H	I	TP	TP	M	TP	E	H	H	TP	TP	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
04:00	T	T	T	TP	TP	TP	TP	TP	H	E	TP	D	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
04:15	T	M	TP	TP	T	M	T	TP	H	TP	TP	E	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
04:30	TP	TP	TP	E	M	TP	TP	TP	M	E	E	H	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
04:45	E	TP	M	E	T	TP	TP	TP	TP	E	H	E	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
05:00	E	E	T	M	M	T	D	D	D	D	D	D	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
05:15	E	E	T	H	M	T	E	E	TP	E	TP	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
05:30	T	H	T	T	TP	TP	E	E	E	E	E	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
05:45	I	T	TP	T	TP	T	H	I	TP	TP	M	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
06:00	I	T	TP	T	T	P	T	T	T	TP	TP	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
06:15	TP	T	TP	T	T	E	T	M	TP	TP	T	M	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
06:30	TP	H	H	H	T	TP	TP	TP	TP	E	M	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
06:45	H	T	T	L	TP	TP	E	TP	M	E	T	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
07:00	TP	TP	E	T	T	TP	TP	TP	E	T	T	E	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
07:15	T	TP	H	T	TP	TP	T	TP	H	T	TP	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
07:30	TP	T	TP	TP	H	T	TP	T	TP	TP	H	H	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
07:45	H	TP	TP	TP	T	TP	H	TP	TP	TP	T	TP	ENCOFRADO FONDO DE VIGA
08:00	E	E	TP	E	TP	TP	E	E	TP	E	TP	H	ENCOFRADO FONDO DE VIGA

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°9

*Carta Balance quinta medición – Encofrado de viga techo de segundo piso sector A
25 de enero 2019.*

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	ENCOFRADO DE VIGA
00:30	I	E	E	E	T	TP	TP	TP	TP	E	M	TP	ENCOFRADO DE VIGA
00:45	T	H	T	T	TP	TP	TP	T	TP	T	T	E	ENCOFRADO DE VIGA
01:00	T	T	TP	T	T	T	H	H	H	H	T	TP	ENCOFRADO DE VIGA
01:15	T	T	TP	T	TP	H	H	T	T	L	TP	TP	ENCOFRADO DE VIGA
01:30	TP	T	TP	T	T	E	TP	TP	E	T	T	TP	ENCOFRADO DE VIGA
01:45	H	H	H	H	T	TP	T	TP	H	T	TP	TP	ENCOFRADO DE VIGA
02:00	H	T	T	L	TP	TP	TP	T	TP	TP	H	T	ENCOFRADO DE VIGA
02:15	TP	TP	E	T	T	TP	H	TP	TP	TP	T	TP	ENCOFRADO DE VIGA
02:30	T	TP	H	T	TP	TP	T	M	TP	TP	T	M	ENCOFRADO DE VIGA
02:45	TP	T	TP	TP	H	T	TP	TP	TP	E	M	TP	ENCOFRADO DE VIGA
03:00	H	TP	TP	TP	T	TP	TP	T	TP	T	T	E	ENCOFRADO DE VIGA
03:15	E	E	TP	E	TP	TP	H	H	H	H	T	TP	ENCOFRADO DE VIGA
03:30	E	E	E	E	TP	TP	H	T	T	L	TP	TP	ENCOFRADO DE VIGA
03:45	H	I	TP	TP	M	TP	TP	TP	E	T	T	TP	ENCOFRADO DE VIGA
04:00	T	T	T	TP	TP	TP	T	TP	H	T	TP	TP	ENCOFRADO DE VIGA
04:15	T	M	TP	TP	T	M	M	M	TP	E	M	M	ENCOFRADO DE VIGA
04:30	TP	TP	TP	E	M	TP	TP	M	M	E	H	TP	ENCOFRADO DE VIGA
04:45	TP	T	TP	T	T	E	E	E	N	E	N	I	ENCOFRADO DE VIGA
05:00	H	H	H	H	T	TP	E	E	TP	TP	H	TP	ENCOFRADO DE VIGA
05:15	H	T	T	L	TP	TP	TP	TP	E	TP	TP	E	ENCOFRADO DE VIGA
05:30	TP	TP	E	T	T	TP	M	M	E	H	E	E	ENCOFRADO DE VIGA
05:45	T	TP	H	T	TP	TP	E	E	TP	TP	TP	E	ENCOFRADO DE VIGA
06:00	TP	T	TP	TP	H	T	TP	E	E	TP	E	H	ENCOFRADO DE VIGA
06:15	H	TP	TP	TP	T	TP	TP	TP	E	E	H	N	ENCOFRADO DE VIGA
06:30	E	E	TP	E	TP	TP	TP	M	E	E	E	E	ENCOFRADO DE VIGA
06:45	E	E	E	E	TP	TP	E	E	TP	E	E	E	ENCOFRADO DE VIGA
07:00	H	I	TP	TP	M	TP	N	E	E	TP	E	E	ENCOFRADO DE VIGA
07:15	T	T	T	TP	TP	TP	M	M	TP	TP	E	N	ENCOFRADO DE VIGA
07:30	T	M	TP	TP	T	M	E	N	TP	TP	TP	I	ENCOFRADO DE VIGA
07:45	TP	TP	TP	E	M	TP	E	E	E	TP	TP	H	ENCOFRADO DE VIGA
08:00	TP	M	T	T	T	T	TP	H	E	TP	E	E	ENCOFRADO DE VIGA

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°10

Carta Balance sexta medición – Vaciado de concreto losa maciza sector A
30 de enero 2019.

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBrero 1	OBrero 2	OBrero 3	OBrero 4	OBrero 5	OBrero 6	OBrero 7	OBrero 8	OBrero 9	OBrero 10	OBrero 11	OBrero 12	
00:15	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	VACIADO DE CONCRETO
00:30	E	E	E	TP	TP	E	TP	R	R	R	H	M	VACIADO DE CONCRETO
00:45	E	E	TP	TP	TP	E	TP	R	M	R	TP	M	VACIADO DE CONCRETO
01:00	E	E	E	TP	TP	E	TP	R	M	R	TP	M	VACIADO DE CONCRETO
01:15	E	E	TP	TP	TP	TP	R	R	M	M	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
01:30	M	M	TP	E	TP	TP	TP	R	H	H	R	R	VACIADO DE CONCRETO
01:45	M	E	TP	E	T	TP	TP	R	H	H	R	R	VACIADO DE CONCRETO
02:00	M	M	E	H	TP	T	T	TP	H	I	TP	X	VACIADO DE CONCRETO
02:15	E	E	TP	E	T	E	TP	TP	I	TP	T	T	VACIADO DE CONCRETO
02:30	E	TP	TP	TP	E	E	TP	TP	T	T	T	T	VACIADO DE CONCRETO
02:45	M	M	M	M	TP	TP	TP	E	E	TP	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
03:00	M	M	TP	TP	E	E	M	H	T	TP	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
03:15	M	E	E	TP	E	E	R	R	M	M	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
03:30	E	E	E	E	E	E	TP	TP	T	T	T	T	VACIADO DE CONCRETO
03:45	M	M	TP	TP	TP	E	TP	E	E	TP	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
04:00	M	M	TP	TP	TP	TP	M	H	T	TP	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
04:15	M	M	E	H	TP	T	TP	T	X	I	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
04:30	E	E	TP	E	T	E	TP	T	TP	TP	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
04:45	E	E	TP	TP	E	E	I	T	TP	TP	TP	I	VACIADO DE CONCRETO
05:00	E	E	M	M	TP	TP	TP	I	TP	T	T	TP	VACIADO DE CONCRETO
05:15	M	M	TP	TP	E	E	TP	T	TP	T	H	H	VACIADO DE CONCRETO
05:30	E	E	E	E	TP	TP	TP	R	M	R	TP	M	VACIADO DE CONCRETO
05:45	E	E	E	E	E	E	TP	R	M	R	TP	M	VACIADO DE CONCRETO
06:00	M	M	TP	TP	TP	T	R	R	M	M	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
06:15	X	L	TP	TP	I	H	TP	R	H	H	R	R	VACIADO DE CONCRETO
06:30	T	M	N	E	E	X	TP	R	H	H	R	R	VACIADO DE CONCRETO
06:45	M	M	TP	TP	TP	R	T	TP	H	I	TP	X	VACIADO DE CONCRETO
07:00	M	M	TP	TP	TP	H	TP	TP	I	TP	T	T	VACIADO DE CONCRETO
07:15	M	M	E	E	E	E	TP	TP	T	T	T	T	VACIADO DE CONCRETO
07:30	M	M	E	E	E	E	TP	E	E	TP	TP	TP	VACIADO DE CONCRETO
07:45	E	E	TP	TP	H	TP	H	H	TP	E	E	TP	VACIADO DE CONCRETO
08:00	T	M	TP	E	TP	E	TP	E	E	H	TP	H	VACIADO DE CONCRETO

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°11

*Carta Balance séptima medición – Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A
4 de febrero 2019.*

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	VACIADO DE COLUMNAS
00:30	TP	TP	TP	TP	H	X	T	TP	H	TP	H	TP	VACIADO DE COLUMNAS
00:45	TP	TP	TP	X	X	TP	E	E	T	V	TP	TP	VACIADO DE COLUMNAS
01:00	TP	TP	TP	X	X	TP	T	I	E	E	E	H	VACIADO DE COLUMNAS
01:15	TP	TP	TP	X	T	X	M	TP	E	E	H	T	VACIADO DE COLUMNAS
01:30	TP	TP	TP	X	T	T	E	E	E	E	H	H	VACIADO DE COLUMNAS
01:45	TP	TP	TP	X	TP	TP	E	E	T	T	H	H	VACIADO DE COLUMNAS
02:00	TP	TP	TP	X	H	TP	TP	H	E	T	TP	TP	VACIADO DE COLUMNAS
02:15	TP	TP	X	I	T	T	TP	I	I	H	TP	TP	VACIADO DE COLUMNAS
02:30	TP	TP	X	T	V	V	TP	TP	TP	X	H	TP	VACIADO DE COLUMNAS
02:45	I	E	E	TP	TP	TP	TP	TP	X	I	T	T	VACIADO DE COLUMNAS
03:00	T	I	E	E	E	H	TP	TP	X	T	V	V	VACIADO DE COLUMNAS
03:15	M	TP	E	E	H	T	I	E	E	TP	TP	TP	VACIADO DE COLUMNAS
03:30	E	E	E	E	H	H	T	I	E	E	E	H	VACIADO DE COLUMNAS
03:45	E	E	T	T	H	H	M	TP	E	E	H	T	VACIADO DE COLUMNAS
04:00	E	E	E	TP	TP	TP	TP	TP	E	E	H	H	VACIADO DE COLUMNAS
04:15	E	E	TP	TP	H	H	E	H	E	H	E	E	VACIADO DE COLUMNAS
04:30	T	T	T	E	E	E	E	H	E	E	E	E	VACIADO DE COLUMNAS
04:45	TP	TP	TP	X	H	TP	M	TP	E	TP	TP	TP	VACIADO DE COLUMNAS
05:00	TP	TP	X	I	T	T	T	E	H	H	H	E	VACIADO DE COLUMNAS
05:15	TP	TP	X	T	V	V	X	TP	H	TP	E	X	VACIADO DE COLUMNAS
05:30	I	E	E	TP	TP	TP	X	TP	H	H	H	E	VACIADO DE COLUMNAS
05:45	T	I	E	E	E	H	TP	TP	X	T	V	V	VACIADO DE COLUMNAS
06:00	M	TP	E	E	H	T	I	E	E	TP	TP	TP	VACIADO DE COLUMNAS
06:15	TP	TP	E	E	H	H	T	I	E	E	E	H	VACIADO DE COLUMNAS
06:30	TP	E	T	T	H	H	M	TP	E	E	H	T	VACIADO DE COLUMNAS
06:45	E	TP	E	TP	TP	TP	E	E	E	E	H	H	VACIADO DE COLUMNAS
07:00	E	E	TP	TP	H	H	E	E	T	T	H	H	VACIADO DE COLUMNAS
07:15	TP	T	T	E	E	E	TP	E	TP	E	E	E	VACIADO DE COLUMNAS
07:30	TP	TP	E	X	H	TP	E	T	E	H	T	H	VACIADO DE COLUMNAS
07:45	TP	TP	T	I	T	T	E	E	N	E	N	I	VACIADO DE COLUMNAS
08:00	TP	TP	T	T	E	E	E	E	TP	TP	H	TP	VACIADO DE COLUMNAS

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°12

*Carta Balance octava medición –Armado de losa maciza sector D , E
14 de febrero 2019.*

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	ARMADO DE LOSA MACIZA
00:30	I	M	I	TP	TP	I	I	TP	E	E	E	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
00:45	T	T	I	TP	TP	T	TP	T	H	T	TP	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
01:00	TP	TP	E	V	V	I	TP	L	H	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
01:15	T	T	TP	I	E	T	TP	TP	H	TP	TP	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
01:30	D	D	D	T	TP	TP	E	TP	TP	M	L	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
01:45	I	T	TP	TP	E	E	H	M	TP	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
02:00	I	TP	E	E	E	E	H	TP	TP	TP	TP	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
02:15	TP	T	H	T	TP	E	TP	TP	TP	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
02:30	TP	L	H	TP	TP	TP	T	T	TP	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
02:45	TP	TP	H	TP	TP	E	T	T	TP	TP	M	M	ARMADO DE LOSA MACIZA
03:00	E	TP	TP	M	L	TP	D	D	D	T	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
03:15	H	M	TP	TP	TP	TP	N	E	E	TP	E	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
03:30	H	TP	TP	TP	TP	E	TP	TP	H	TP	H	N	ARMADO DE LOSA MACIZA
03:45	TP	TP	TP	TP	TP	TP	R	TP	M	E	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
04:00	T	T	TP	TP	TP	TP	D	TP	N	E	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
04:15	T	T	TP	TP	M	M	B	E	H	TP	E	H	ARMADO DE LOSA MACIZA
04:30	D	D	D	T	TP	TP	B	TP	N	H	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
04:45	I	T	TP	TP	E	E	TP	H	TP	L	TP	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
05:00	I	TP	E	E	E	E	TP	E	TP	E	H	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
05:15	TP	T	H	T	TP	E	TP	E	TP	E	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
05:30	TP	L	H	TP	TP	TP	TP	TP	V	TP	X	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
05:45	T	T	T	TP	M	M	E	TP	TP	R	E	V	ARMADO DE LOSA MACIZA
06:00	D	D	D	T	TP	TP	E	T	E	H	T	H	ARMADO DE LOSA MACIZA
06:15	I	T	TP	TP	E	E	TP	E	TP	E	E	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
06:30	TP	TP	E	TP	E	T	E	T	E	H	T	H	ARMADO DE LOSA MACIZA
06:45	TP	T	H	T	TP	E	E	E	N	E	N	I	ARMADO DE LOSA MACIZA
07:00	TP	L	H	TP	TP	TP	E	E	TP	TP	H	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
07:15	TP	TP	H	TP	TP	E	TP	TP	E	TP	TP	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
07:30	E	TP	TP	M	L	TP	M	M	E	H	E	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
07:45	TP	TP	TP	TP	TP	TP	H	TP	TP	H	TP	H	ARMADO DE LOSA MACIZA
08:00	TP	E	E	TP	TP	TP	E	H	E	H	E	T	ARMADO DE LOSA MACIZA

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°13

Carta Balance novena medición –Armado de losa maciza sector F ,G
16 de febrero 2019.

HORA	CUADRILLA												TRABAJO
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	ARMADO DE LOSA MACIZA
00:30	I	M	I	TP	TP	I	TP	TP	TP	TP	E	M	ARMADO DE LOSA MACIZA
00:45	T	T	I	V	V	T	TP	TP	T	TP	T	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
01:00	TP	TP	E	V	V	T	T	H	H	H	H	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
01:15	T	T	TP	I	E	T	H	H	T	T	L	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
01:30	D	D	D	T	TP	TP	E	TP	TP	E	T	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
01:45	D	T	TP	TP	E	E	TP	T	TP	H	T	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
02:00	T	TP	E	E	E	E	TP	TP	T	TP	TP	H	ARMADO DE LOSA MACIZA
02:15	TP	T	H	T	TP	E	TP	H	TP	TP	TP	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
02:30	TP	L	H	TP	TP	TP	TP	T	M	TP	TP	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
02:45	TP	TP	H	TP	TP	E	TP	TP	I	TP	T	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
03:00	E	TP	TP	M	L	TP	TP	TP	T	T	T	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
03:15	H	M	TP	TP	TP	TP	TP	E	E	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
03:30	I	TP	TP	TP	TP	E	M	H	T	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
03:45	TP	T	X	I	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA						
04:00	D	T	TP	TP	E	E	TP	T	TP	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
04:15	T	TP	E	E	E	E	I	T	TP	TP	TP	I	ARMADO DE LOSA MACIZA
04:30	TP	T	H	T	TP	E	TP	I	TP	T	T	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
04:45	TP	L	H	TP	TP	TP	TP	T	TP	T	H	H	ARMADO DE LOSA MACIZA
05:00	TP	TP	H	TP	TP	E	I	TP	TP	TP	TP	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
05:15	E	TP	TP	M	L	TP	TP	TP	TP	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
05:30	H	M	TP	TP	TP	TP	D	T	TP	TP	E	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
05:45	TP	TP	TP	E	M	T	T	TP	E	E	E	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
06:00	TP	TP	TP	E	M	T	TP	T	H	T	TP	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
06:15	E	E	TP	TP	M	M	TP	L	H	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
06:30	TP	TP	H	TP	TP	E	TP	TP	H	TP	TP	E	ARMADO DE LOSA MACIZA
06:45	E	TP	TP	M	L	TP	E	TP	TP	M	L	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
07:00	H	M	TP	TP	TP	TP	H	M	TP	TP	TP	TP	ARMADO DE LOSA MACIZA
07:15	I	TP	TP	TP	TP	E	TP	TP	TP	E	M	T	ARMADO DE LOSA MACIZA
07:30	TP	E	M	T	ARMADO DE LOSA MACIZA								
07:45	D	T	TP	TP	E	E	E	E	TP	TP	M	M	ARMADO DE LOSA MACIZA
08:00	T	TP	E	E	E	E	TP	TP	H	TP	TP	E	ARMADO DE LOSA MACIZA

Fuente: Elaboración propia.

TABLA N°14

*Carta Balance novena medición –Armado de losa maciza sector F,G
21 de febrero 2019.*

HORA	CUADRILLA												TRABAJOS
	OBRERO 1	OBRERO 2	OBRERO 3	OBRERO 4	OBRERO 5	OBRERO 6	OBRERO 7	OBRERO 8	OBRERO 9	OBRERO 10	OBRERO 11	OBRERO 12	
00:15	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	ARMADO DE COLUMNAS
00:30	TP	T	E	T	I	V	H	H	H	H	H	H	ARMADO DE COLUMNAS
00:45	H	I	E	E	TP	TP	TP	I	M	TP	M	TP	ARMADO DE COLUMNAS
01:00	T	T	E	I	TP	TP	E	M	TP	E	M	E	ARMADO DE COLUMNAS
01:15	T	T	E	I	TP	TP	H	H	H	TP	TP	I	ARMADO DE COLUMNAS
01:30	H	H	M	M	TP	TP	R	TP	R	X	H	TP	ARMADO DE COLUMNAS
01:45	TP	TP	M	H	H	TP	D	M	X	TP	M	TP	ARMADO DE COLUMNAS
02:00	TP	H	TP	TP	TP	TP	B	B	M	M	TP	T	ARMADO DE COLUMNAS
02:15	TP	H	TP	TP	I	M	TP	T	I	L	D	B	ARMADO DE COLUMNAS
02:30	TP	T	T	I	H	M	M	TP	B	TP	TP	TP	ARMADO DE COLUMNAS
02:45	TP	T	TP	E	T	T	TP	L	TP	TP	T	I	ARMADO DE COLUMNAS
03:00	TP	TP	TP	E	T	T	I	M	TP	T	M	D	ARMADO DE COLUMNAS
03:15	TP	TP	TP	H	T	T	H	TP	D	B	TP	H	ARMADO DE COLUMNAS
03:30	T	TP	T	T	E	E	M	I	T	M	TP	TP	ARMADO DE COLUMNAS
03:45	TP	T	E	T	I	V	TP	TP	I	TP	X	TP	ARMADO DE COLUMNAS
04:00	H	I	E	E	TP	TP	R	R	T	R	TP	TP	ARMADO DE COLUMNAS
04:15	T	T	E	I	TP	TP	R	R	R	TP	E	T	ARMADO DE COLUMNAS
04:30	T	T	E	I	TP	TP	R	R	R	R	M	TP	ARMADO DE COLUMNAS
04:45	H	H	M	M	TP	TP	T	M	TP	TP	R	R	ARMADO DE COLUMNAS
05:00	TP	TP	M	H	H	TP	R	R	R	H	H	T	ARMADO DE COLUMNAS
05:15	TP	H	TP	TP	TP	TP	R	R	TP	H	H	M	ARMADO DE COLUMNAS
05:30	T	T	E	I	TP	TP	TP	R	R	R	H	M	ARMADO DE COLUMNAS
05:45	H	H	M	M	TP	TP	TP	R	M	R	TP	M	ARMADO DE COLUMNAS
06:00	TP	TP	M	H	H	TP	TP	R	M	R	TP	M	ARMADO DE COLUMNAS
06:15	TP	H	TP	TP	TP	TP	R	R	M	M	TP	TP	ARMADO DE COLUMNAS
06:30	TP	H	TP	TP	I	M	TP	R	H	H	R	R	ARMADO DE COLUMNAS
06:45	TP	T	T	I	H	M	TP	R	H	H	R	R	ARMADO DE COLUMNAS
07:00	TP	T	TP	E	T	T	T	R	H	I	TP	X	ARMADO DE COLUMNAS
07:15	TP	TP	TP	E	T	T	TP	R	I	TP	T	T	ARMADO DE COLUMNAS
07:30	E	E	TP	T	T	E	TP	R	T	T	T	T	ARMADO DE COLUMNAS
07:45	R	R	E	E	R	R	H	R	T	M	TP	TP	ARMADO DE COLUMNAS
08:00	R	R	R	R	E	R	T	R	X	D	M	TP	ARMADO DE COLUMNAS

Fuente: Elaboración propia.

CAPÍTULO IV RESULTADOS

La información obtenida mediante la medición realizada en obra fue procesada para obtener los porcentajes de participación del tiempo en Tiempo Productivos (TP), Trabajos Contributorios (TC) y Trabajos No Productivo (TNP).

Para un mejor entendimiento de los resultados obtenidos se usan gráficos los cuales muestran los porcentajes de TP, TC y TNP, así como también la participación de cada actividad que conforma el TC y TNC.

TABLA N°15

Total horas según ocupación (TP, TC, TNP) primera medición de carta balance -Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	13	4	15	32
2	TRABAJADOR 2	12	6	14	32
3	TRABAJADOR 3	12	6	14	32
4	TRABAJADOR 4	17	5	10	32
5	TRABAJADOR 5	12	6	14	32
6	TRABAJADOR 6	6	10	16	32
7	TRABAJADOR 7	15	2	15	32
8	TRABAJADOR 8	10	7	15	32
9	TRABAJADOR 9	11	3	18	32
10	TRABAJADOR 10	13	6	13	32
11	TRABAJADOR 11	10	9	13	32
12	TRABAJADOR 12	6	9	17	32
		137	73	174	384

HORAS	34.25	18.25	43.5	96
-------	-------	-------	------	----

Tiempo Productivo	35.68%
Tiempo Contributorio	19.01%
Tiempo no Productivo	45.31%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°16

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019

Tiempo Contributorio		18.25	HRS	
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum	
H Habilitación del material	37	50.7%	50.7%	
T Transportes	7	9.6%	60.3%	
L Limpieza	1	1.4%	61.6%	
I Instrucciones	10	13.7%	75.3%	
M Mediciones	17	23.3%	98.6%	
X Otros	1	1.4%	100%	
	73	100%		

Fuente: Elaboración propia

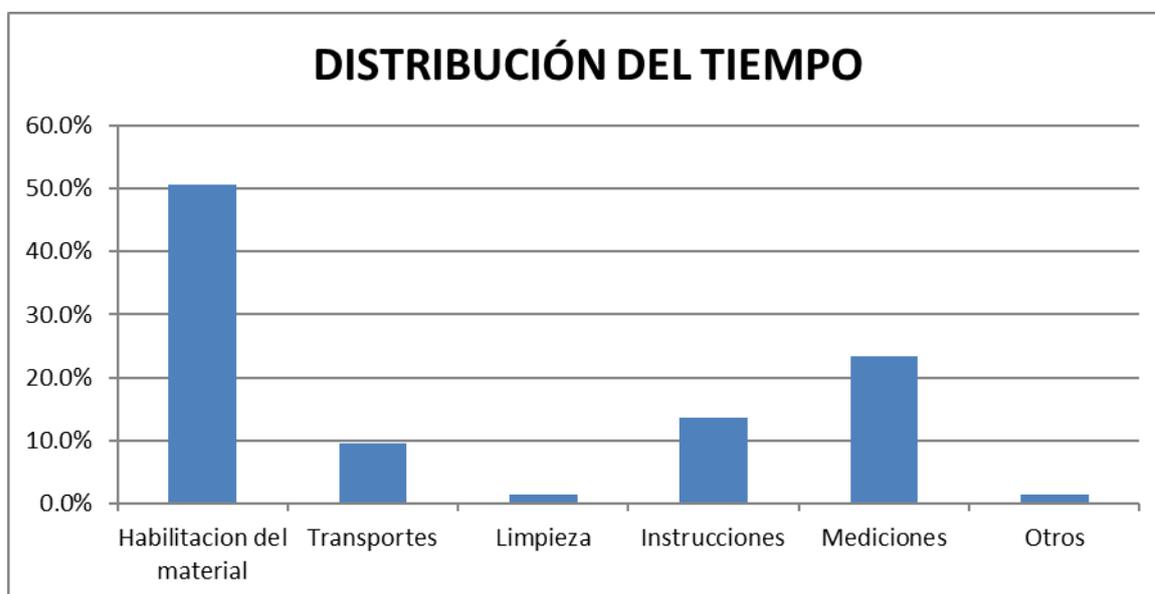


Figura 4. *Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°17

Ocupación del Tiempo No Contributorio por subcategorías primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.

Tiempo No Contributorio		43.50	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
V Viajes	2	1.1%	1.1%
N Tiempo ocioso	25	14.4%	15.5%
E Esperas	140	80.5%	96.0%
R Trabajos rehechos	3	1.7%	97.7%
D Descanso	2	1.1%	98.9%
B Neces. fisiológicas	2	1.1%	100.0%
Y Otros	0	0.0%	100%
	174	100%	

Fuente: Elaboración propia

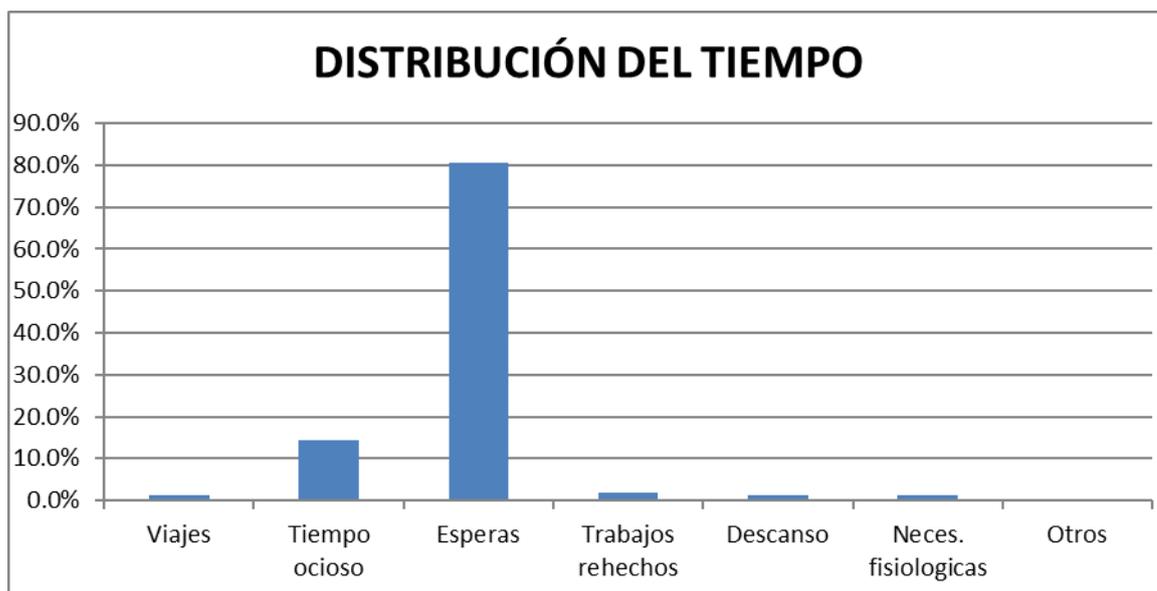


Figura 5. *Porcentajes de ocupación del Tiempo No Contributorio por subcategorías primera medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G - 21 de enero 2019*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La primera medición realizada en el día 21 de enero del 2019 se enfocó en la partida vaciado de concreto de losa armada.
- La actividad presenta un 35.68% de trabajo productivo, 19.01% de trabajo contributivo y un 45.31% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributivas son el vibrado de concreto y el regleado de concreto fresco, en menor porcentaje la toma de puntos de referencia para el regleo de la losa, así como el curado del concreto.
- Se ordeno por parte del ingeniero encargado de campo que demoraran más tiempo en la producción de concreto debido a la controversia de la ubicación y secciones de un ducto en la especialidad de instalaciones mecánicas.
- Se tuvo una espera considerable entre mixer y mixer para el vaciado la producción era de 2 a 3 mixer por hora lo cual genera mucho tiempo de espera.
- La supervisión ordeno el curado y la bomba aspersora manual tenía problemas en la boquilla de aspersion por lo cual se tuvo que optar por un curado con rodillo.
- Los regleros tuvieron problemas porque el concreto por estar en un ambiente muy cálido fragua rápido por lo tanto en ciertos momentos tenía problemas con la trabajabilidad del concreto los operarios albañiles con el regleado causando fatiga innecesaria.
- La medición presenta un bajo nivel de productividad por debajo de los estándares.

TABLA N°18

Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) segunda medición de carta balance - Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A,B , 22 de enero 2019 .

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	7	15	10	32
2	TRABAJADOR 2	10	14	8	32
3	TRABAJADOR 3	7	21	4	32
4	TRABAJADOR 4	12	18	2	32
5	TRABAJADOR 5	13	15	4	32
6	TRABAJADOR 6	16	10	6	32
7	TRABAJADOR 7	18	5	9	32
8	TRABAJADOR 8	7	13	12	32
9	TRABAJADOR 9	5	24	3	32
10	TRABAJADOR 10	8	22	2	32
11	TRABAJADOR 11	11	12	9	32
12	TRABAJADOR 12	5	13	14	32
		119	182	83	384

HORAS	29.75	45.50	20.75	96
-------	-------	-------	-------	----

Tiempo Productivo	30.99%
Tiempo Contributorio	47.40%
Tiempo no Productivo	21.61%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°19

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías segunda medición de carta balance - Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A,B 22 de enero 2019 .

Tiempo Contributorio		45.50	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitación del material	54	29.7%	29.7%
T Transportes	79	43.4%	73.1%
L Limpieza	0	0.0%	73.1%
I Instrucciones	33	18.1%	91.2%
M Mediciones	13	7.1%	98.4%
X Otros	3	1.6%	100%
	182	100%	

Fuente: Elaboración propia

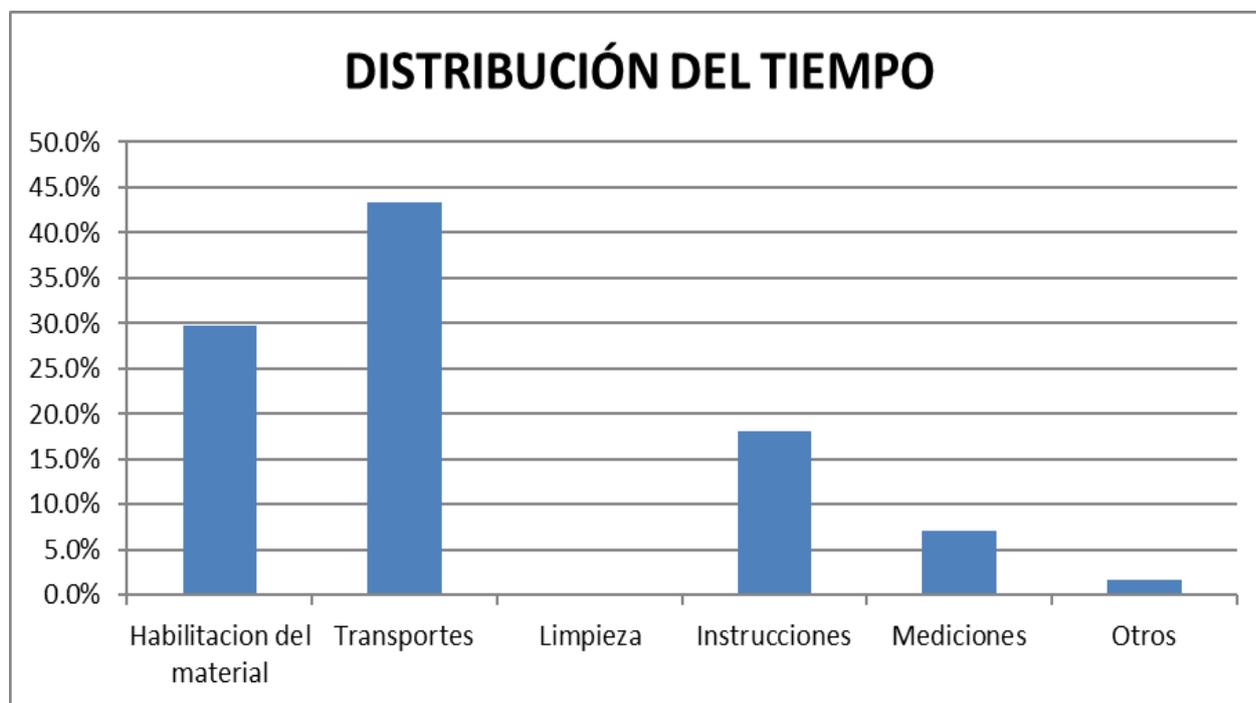


Figura 6. *Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías segunda medición de carta balance - Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A, B, 22 de enero 2019.*

TABLA N°20

Ocupación del Tiempo No Contributorio por subcategorías segunda medición- Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A, B, 22 de enero 2019.

Tiempo No Contributorio		20.75	HRS	
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	Acum	
V Viajes	2	2.4%	2.4%	
N Tiempo ocioso	1	1.2%	3.6%	
E Esperas	53	63.9%	67.5%	
R Trabajos rehechos	21	25.3%	92.8%	
D Descanso	0	0.0%	92.8%	
B Neces. fisiológicas	6	7.2%	100.0%	
Y Otros	0	0.0%	100%	
	83	100%		

Fuente: Elaboración propia

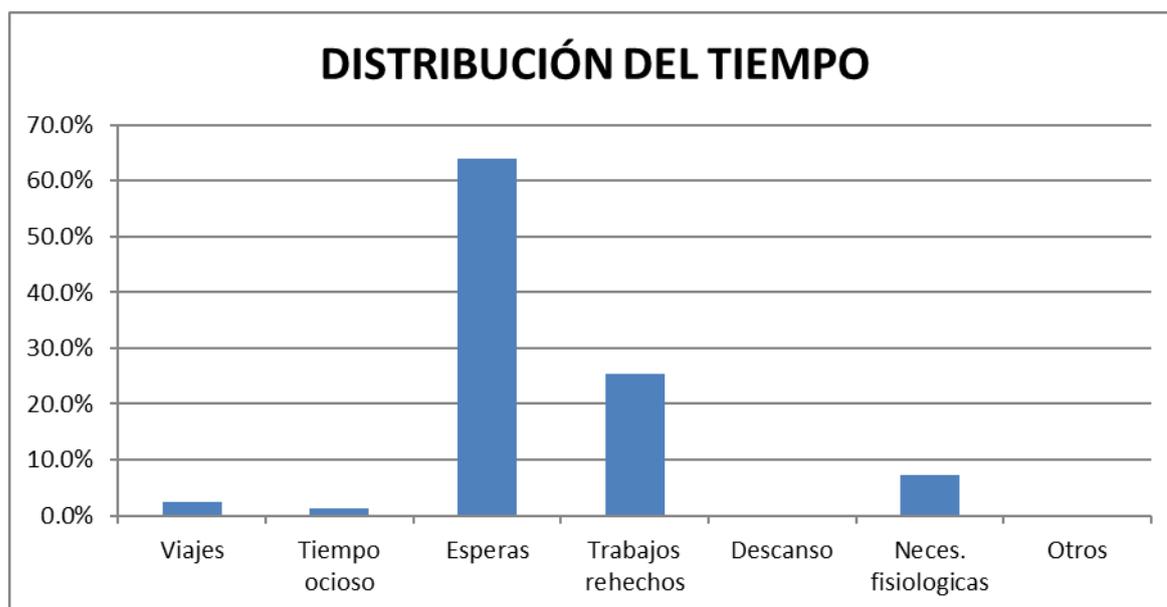


Figura 7. *Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías segunda medición - Desencofrado de columnas y armado de fondo de viga sector A, B, 22 de enero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La segunda medición realizada en el día 22 de enero del 2019 se enfocó en la partida desencofrado de columnas y armado de fondo de vigas para la losa.
- La actividad presenta un 30.99% de trabajo productivo, 47.4% de trabajo contributivo y un 21.61% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributivas son el transporte del encofrado tanto por los encofradores como de la torre grúa.
- Al tener material limitado para encofrar los fondos de viga se genera situaciones de pelea por los módulos de encofrado entre los encofradores ya que en su mayoría no fueron retirados de las losas ya vaciadas semanas antes, todo eso genera pérdida de tiempo por actitud del trabajador y no tener material disponible sabiendo que esa partida se ejecutaría ese día , el contratista no tomo medidas preventivas pese a tener conocimiento de ello en su programación semanal y siendo el edificio principal parte de la ruta crítica .
- Al momento de desencofrar se presentan segregaciones considerables que tienen un procedimiento de reparación presentado a la supervisión el cual demanda más tiempo y material en repararlo estos trabajos se podrían omitir si se tuviera un mejor vibrado y un encofrado sellado en las juntas de los módulos así se tendría un acabo de más calidad .
- También se tiene un trabajo no productivo cuando desencofran después de que las columnas hayan perdido su humedad ya habiendo pasado las 12 horas del vaciado y teniendo que humedecerlas de nuevo para posteriormente aplicar el curador.
- La torre grúa podría generar menos transporte si colocaba los módulos de los encofrados en un lugar más estratégico para los encofradores.
- La medición presenta un bajo nivel de productividad por debajo de los estándares.

TABLA N°21

Total horas según ocupación (TP, TC, TNP) tercera medición de carta balance - Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019.

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	15	10	7	32
2	TRABAJADOR 2	6	13	13	32
3	TRABAJADOR 3	7	19	6	32
4	TRABAJADOR 4	8	17	7	32
5	TRABAJADOR 5	13	13	6	32
6	TRABAJADOR 6	11	17	4	32
7	TRABAJADOR 7	17	9	6	32
8	TRABAJADOR 8	9	9	14	32
9	TRABAJADOR 9	7	20	5	32
10	TRABAJADOR 10	9	17	6	32
11	TRABAJADOR 11	16	10	6	32
12	TRABAJADOR 12	9	17	6	32
		127	171	86	384

HORAS	31.75	42.75	21.5	96
-------	-------	-------	------	----

Tiempo Productivo	33.07%
Tiempo Contributorio	44.53%
Tiempo no Productivo	22.40%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°22

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías tercera medición de carta balance - Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019.

Tiempo Contributorio	42.75	HRS
----------------------	-------	-----

ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitación del material	44	25.7%	25.7%
T Transportes	64	37.4%	63.2%
L Limpieza	0	0.0%	63.2%
I Instrucciones	30	17.5%	80.7%
M Mediciones	28	16.4%	97.1%
X Otros	5	2.9%	100%
	171	100%	

Fuente: Elaboración propia

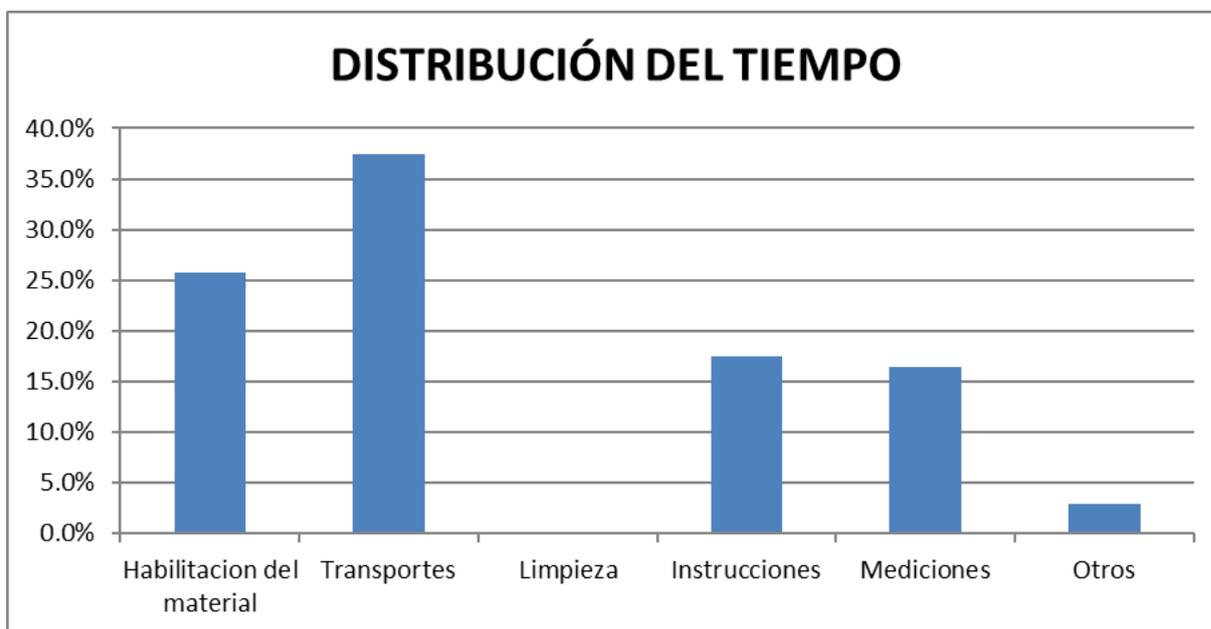


Figura 8. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías tercera medición de carta balance -Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019.

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°23

Ocupación del Tiempo no Contributorio tercera medición por subcategorías tercera medición de carta balance - Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019.

Tiempo No Contributorio		21.50	HRS	
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum	
V Viajes	0	0.0%	0.0%	
N Tiempo ocioso	0	0.0%	0.0%	
E Esperas	7	8.1%	8.1%	
R Trabajos rehechos	67	77.9%	86.0%	
D Descanso	0	0.0%	86.0%	
B Neces. fisiológicas	0	0.0%	86.0%	
Y Otros	12	14.0%	100%	
	86	100%		

Fuente: Elaboración propia

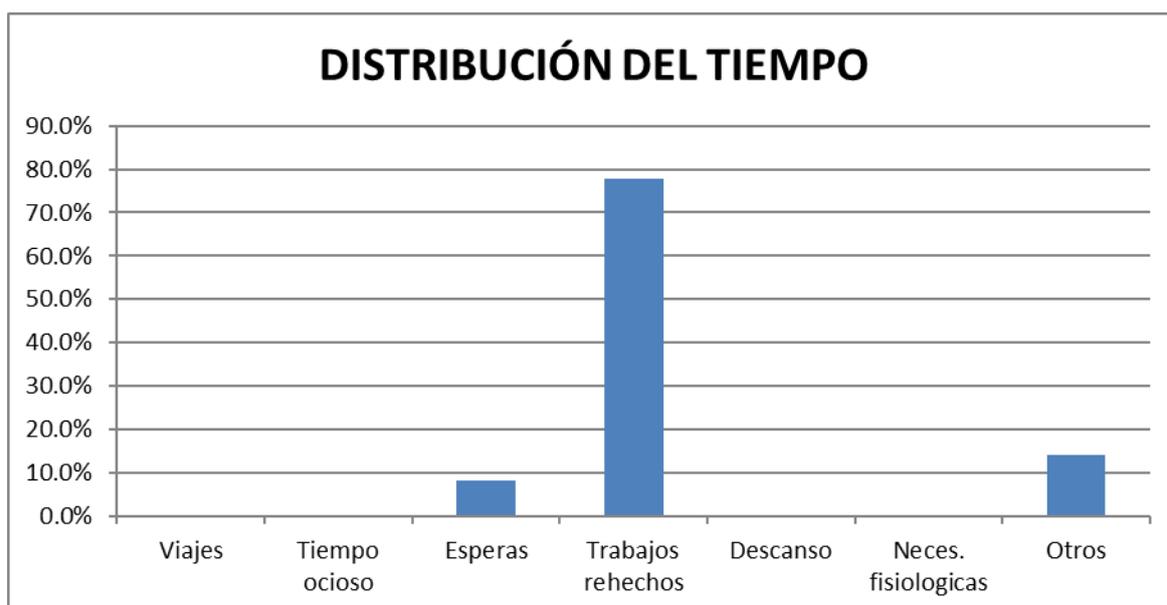


Figura 9. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías tercera medición de carta balance - Solaqueo losa maciza techo semisótano sector B, 23 de enero 2019 .

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La tercera medición realizada en el día 23 de enero del 2019 solaqueo en sótano.
- La actividad presenta un 33.07% de trabajo productivo, 44.53% de trabajo contributivo y un 22.4% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributivas son el solaqueo y resane de la losa.
- En esta actividad también se presenta problemas entre los obreros por falta de maquinaria esta vez las amoladoras ya que hay conflictos por el uso de más maquinarias para una cuadrilla que la otra y tienen una producción desnivelada una respecto a la otra. Como acción correctiva el capataz debería proveer a su cuadrilla gestionando con almacén para que las herramientas necesarias no falten.
- El procedimiento de resane de segregaciones importantes observadas por el supervisor de obra donde se aprecie la malla de acero inferior es mucho más largo que el resane con mortero simple, ya que compromete a que más materiales que deben ser traídos de almacén (sikadur , sikarep) , y también es la principal actividad no productiva ya que se considera como trabajo rehecho .
- Se paralizó trabajos a operarios del esmeril por no contar con equipos de protección respiratorio adecuado, lo cual genera espera y por consiguiente trabajo no contributivo .
- Los principales trabajos contributivos es el retiro de las rebabas de concreto y el paso de la amoladora.
- La medición presenta un bajo nivel de productividad por debajo de los estándares.

TABLA N°24

Total, horas según ocupación (TP, TC, TNP) cuarta medición de carta balance - Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	8	18	6	32
2	TRABAJADOR 2	8	18	6	32
3	TRABAJADOR 3	15	13	4	32
4	TRABAJADOR 4	7	19	6	32
5	TRABAJADOR 5	10	21	1	32
6	TRABAJADOR 6	22	8	2	32
7	TRABAJADOR 7	9	14	9	32
8	TRABAJADOR 8	14	12	6	32
9	TRABAJADOR 9	15	13	4	32
10	TRABAJADOR 10	11	9	12	32
11	TRABAJADOR 11	13	13	6	32
12	TRABAJADOR 12	11	15	6	32
		143	173	68	384

HORAS	35.75	43.25	17	96
-------	-------	-------	----	----

Tiempo Productivo	37.24%
Tiempo Contributorio	45.05%
Tiempo no Productivo	17.71%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°25

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías cuarta medición- Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.

Tiempo Contributorio		43.25	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitacion del material	43	24.9%	24.9%
T Transportes	81	46.8%	71.7%
L Limpieza	4	2.3%	74.0%
I Instrucciones	27	15.6%	89.6%
M Mediciones	18	10.4%	100.0%
X Otros	0	0.0%	100%
	173	100%	

Fuente: Elaboración propia

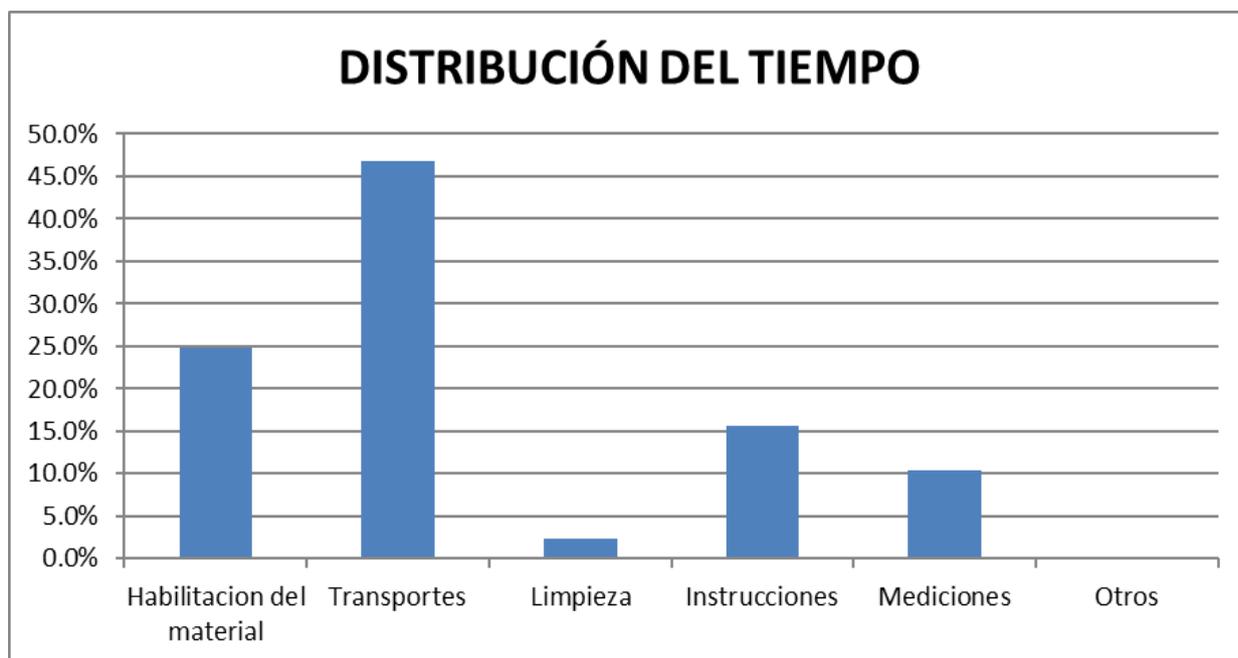


Figura 10. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías cuarta medición de carta balance - Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°26

Ocupación del Tiempo no Contributorio cuarta medición por subcategorías cuarta medición de carta balance - Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.

Tiempo No Contributorio		17.00	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
V Viajes	2	2.9%	2.9%
N Tiempo ocioso	5	7.4%	10.3%
E Esperas	52	76.5%	86.8%
R Trabajos rehechos	0	0.0%	86.8%
D Descanso	9	13.2%	100.0%
B Neces. fisiológicas	0	0.0%	100.0%
Y Otros	0	0.0%	100%
	68	100%	

Fuente: Elaboración propia

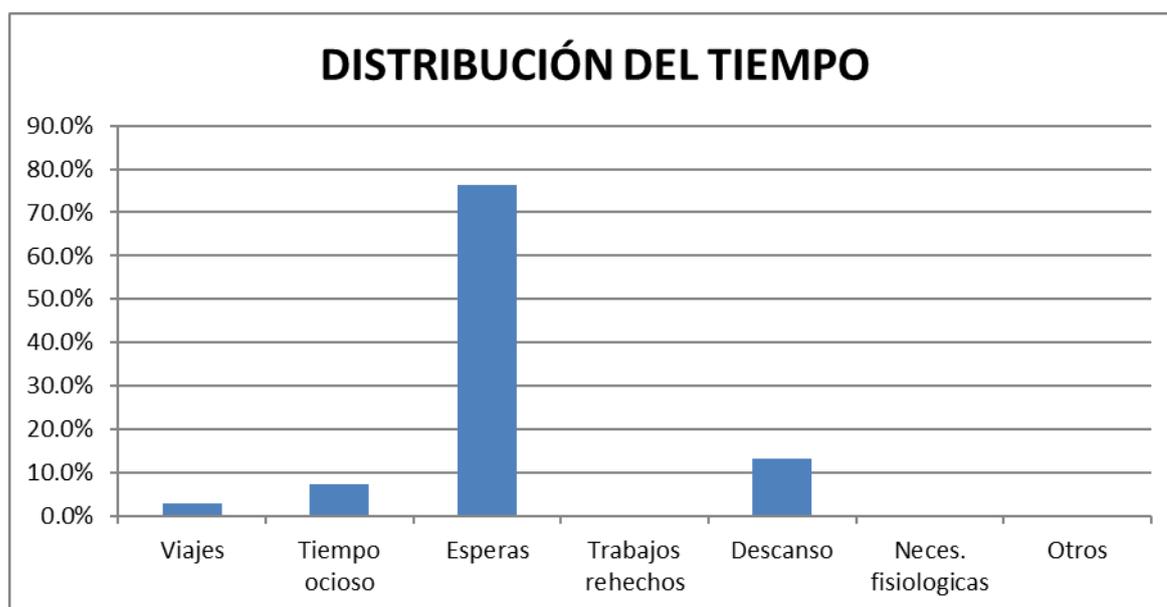


Figura 11. *Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías cuarta medición de carta balance - Encofrado fondo de viga techo de segundo piso sector A, B, 24 de enero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La cuarta medición realizada en el día 24 de enero del 2019 encofrado fondo de viga.
- La actividad presenta un 37.24% de trabajo productivo, 45.05% de trabajo contributorio y un 17.71% de trabajo no productivo.
- En esta partida se reincide con la controversia entre los trabajadores por los encofrados metálicos y la actitud del trabajador genera conflictos y un ambiente laboral tenso y no pueden realizar sus actividades como deberían. Como acción correctiva se sugiere al prevencionista de riesgos dar charlas de seguridad sobre compañerismo, ya que estos conflictos generan un ambiente tenso y el trabajador no está concentrado al 100% en el desarrollo de la actividad.
- El transporte de los módulos de los encofrados es el trabajo contributorio más incidente.
- No se considera la nivelación topografica de las vigas , lo cual en el futuro genera pérdida de tiempo en el chequeo posterior de la nivelación .
- El principal trabajo no contributorio es la espera por el transporte antes mencionado, como se indicó antes debería haber un lugar más estratégico para el acopio de encofrados.
- La medición presenta un bajo nivel de productividad por debajo de los estándares.

TABLA N°27

Total, horas según ocupación (TP, TC, TNP) quinta medición de carta balance– Encofrado de viga techo de segundo piso sector A, 25 de enero 2019.

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	9	19	4	32
2	TRABAJADOR 2	8	19	5	32
3	TRABAJADOR 3	16	11	5	32
4	TRABAJADOR 4	10	15	7	32
5	TRABAJADOR 5	12	20	0	32
6	TRABAJADOR 6	22	8	2	32
7	TRABAJADOR 7	13	12	7	32
8	TRABAJADOR 8	9	15	8	32
9	TRABAJADOR 9	13	8	11	32
10	TRABAJADOR 10	12	12	8	32
11	TRABAJADOR 11	8	16	8	32
12	TRABAJADOR 12	13	8	11	32
		145	163	76	384

HORAS	36.25	40.75	19	96
-------	-------	-------	----	----

Tiempo Productivo	37.76%
Tiempo Contributorio	42.45%
Tiempo no Productivo	19.79%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°28

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías quinta medición de carta balance - Encofrado de viga techo de segundo piso sector A, 25 de enero 2019.

Tiempo Contributorio		40.75	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitación del material	41	25.2%	25.2%
T Transportes	77	47.2%	72.4%
L Limpieza	4	2.5%	74.8%
I Instrucciones	17	10.4%	85.3%
M Mediciones	24	14.7%	100.0%
X Otros	0	0.0%	100%
	163	100%	

Fuente: Elaboración propia

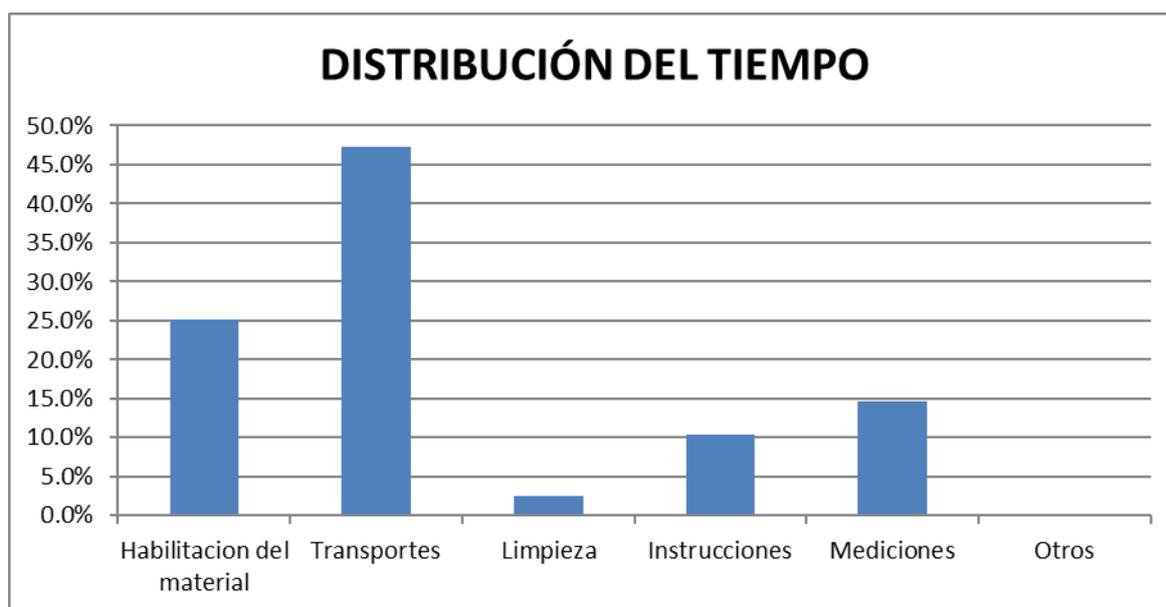


Figura 12. *Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías quinta medición de carta balance - Encofrado de viga techo de segundo piso sector A, 25 de enero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°29

Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías quinta medición de carta balance - Encofrado de viga techo de segundo piso sector A , 25 de enero 2019.

Tiempo No Contributorio		19.00	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
V Viajes	0	0.0%	0.0%
N Tiempo ocioso	6	7.9%	7.9%
E Esperas	70	92.1%	100.0%
R Trabajos rehechos	0	0.0%	100.0%
D Descanso	0	0.0%	100.0%
B Eses. Fisiológicas	0	0.0%	100.0%
Y Otros	0	0.0%	100%
	76	100%	

Fuente: Elaboración propia

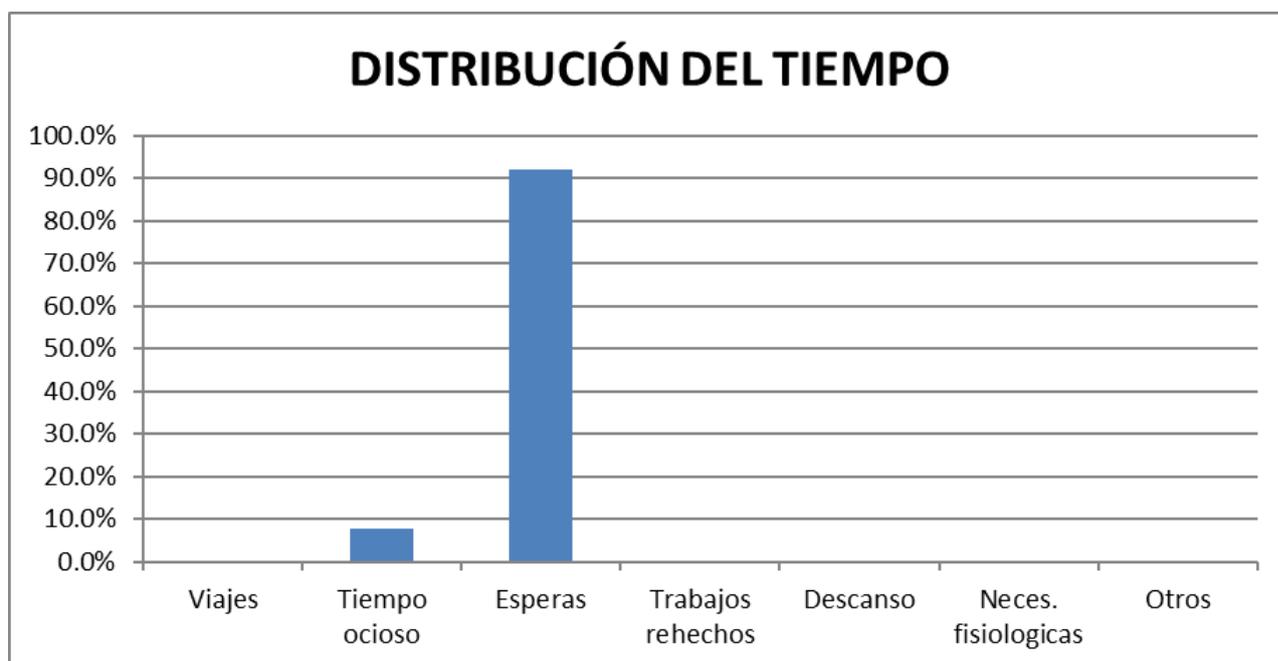


Figura 13. *Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías quinta medición carta balance - Encofrado de viga techo de segundo piso sector A ,25 de enero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La quinta medición realizada en el día 25 de enero del 2019 en la actividad encofrado fondo de viga.
- La actividad presenta un 37.76% de trabajo productivo, 42.45% de trabajo contributorio y un 19.79% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributorias son el solaqueo y resane de la losa.
- Aumento ligeramente en un 1 % aproximadamente el trabajo productivo, debido que, pese a que el maestro de obra apacigüo el ambiente tenso entre los trabajadores por los módulos de encofrado, siguen ocurriendo los mismos incidentes, el ingeniero de producción al ver esto no emitió opinión ni decisión respecto a ello.
- El transporte de los módulos de los encofrados es el trabajo contributorio más incidente.
- El ingeniero encargado de campo hace una función propiamente del rigger, ya que él no se encuentra en la ejecución de la partida sino más bien en la repartición de material con la torre grúa.
- El principal trabajo no contributorio es la espera por el transporte antes mencionado, como se indicó antes debería haber un lugar más estratégico para el acopio de encofrados así mismo en un menor porcentaje el tiempo ocioso eso parte de la actitud del trabajador.
- Al usar encofrados metálicos viejos algunos pierden linealidad en sus aristas lo cual genera que tengan que ser sellados con sikaflex producto aprobado por supervisión, teniéndose un mayor tiempo de habilitación de material.
- La medición presenta un bajo nivel de productividad por debajo de los estándares.

TABLA N°30

Total horas según ocupación (TP, TC, TNP) sexta medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza sector A , 30 de enero 2019 .

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	0	19	13	32
2	TRABAJADOR 2	1	17	14	32
3	TRABAJADOR 3	18	3	11	32
4	TRABAJADOR 4	16	5	11	32
5	TRABAJADOR 5	16	6	10	32
6	TRABAJADOR 6	8	7	17	32
7	TRABAJADOR 7	22	7	3	32
8	TRABAJADOR 8	7	9	16	32
9	TRABAJADOR 9	5	22	5	32
10	TRABAJADOR 10	9	17	6	32
11	TRABAJADOR 11	18	9	5	32
12	TRABAJADOR 12	12	16	4	32
		132	137	115	384
HORAS		33	34.25	28.75	96

Tiempo Productivo	34.38%
Tiempo Contributorio	35.68%
Tiempo no Productivo	29.95%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°31

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías sexta medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza sector A , 30 de enero 2019 .

Tiempo Contributorio		34.25	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitación del material	23	16.8%	16.8%
T Transportes	35	25.5%	42.3%
L Limpieza	1	0.7%	43.1%
I Instrucciones	22	16.1%	59.1%
M Mediciones	51	37.2%	96.4%
X Otros	5	3.6%	100%
	137	100%	

Fuente: Elaboración propia

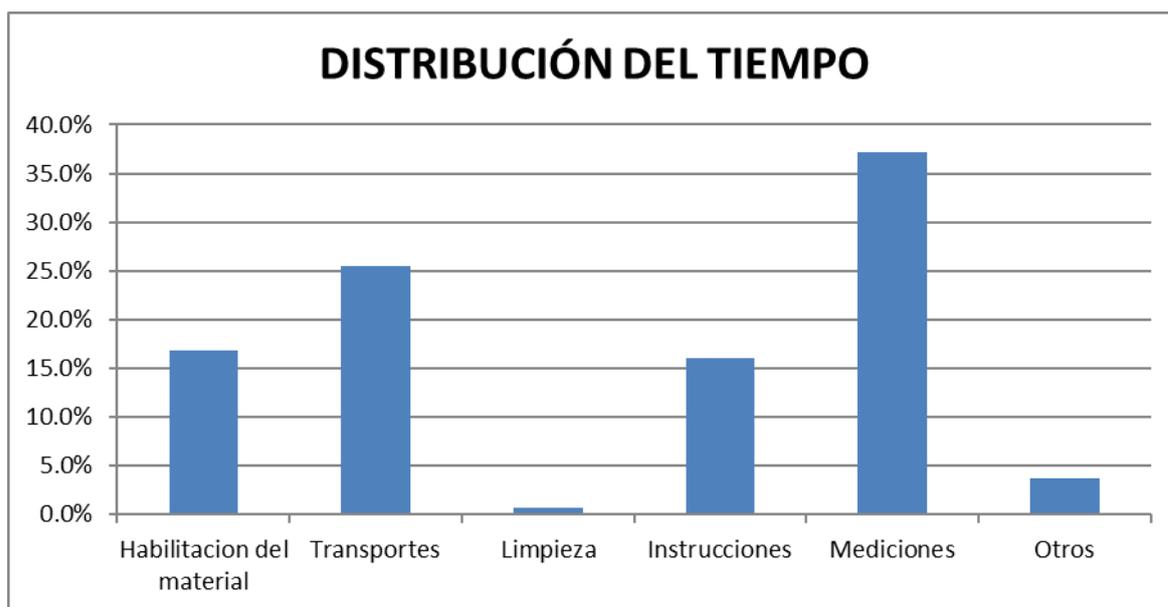


Figura 14. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías sexta medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza sector A ,30 de enero 2019.

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°32

Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías sexta medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza sector A , 30 de enero 2019

Tiempo No Contributorio		28.75	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
V Viajes	0	0.0%	0.0%
N Tiempo ocioso	1	0.9%	0.9%
E Esperas	81	70.4%	71.3%
R Trabajos rehechos	33	28.7%	100.0%
D Descanso	0	0.0%	100.0%
B Eses. fisiológicas	0	0.0%	100.0%
Y Otros	0	0.0%	100%
	115	100%	

Fuente: Elaboración propia

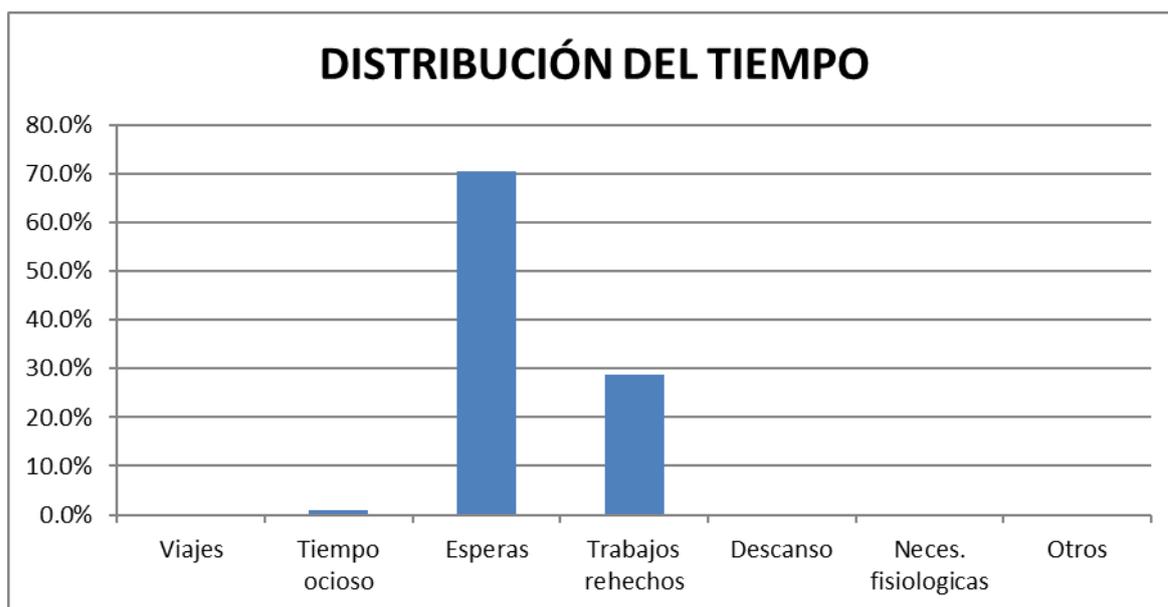


Figura 15. *Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías sexta medición- Vaciado de concreto losa maciza sector A ,30 de enero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La sexta medición realizada en el día 30 de enero del 2019 en la actividad vaciado de losa del sector A.
- La actividad presenta un 34.38% de trabajo productivo, 35.68% de trabajo contributivo y un 29.95% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributivas son el vibrado del concreto, las instrucciones, el regleado y el transporte del mixer desde planta.
- Disminuyo el porcentaje de trabajo productivo respecto a la primera medición, debido a la ubicación de la bomba ya que era la misma cuadrilla con la misma cantidad de camiones mixer disponibles.
- En la hoja de control de calidad del concreto se encuentra una producción constante de la producción de mixer y la llegada varía entre 8 a 20 minutos.
- El principal trabajo no contributivo es la espera por el transporte desde planta hasta obra lo cual genera tiempo ocioso entre los trabajadores.
- La medición presenta un bajo nivel de productividad por debajo de los estándares.

TABLA N°33

Total horas según ocupación (TP, TC, TNP) séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A , 4 de febrero 2019 .

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	18	8	6	32
2	TRABAJADOR 2	19	5	8	32
3	TRABAJADOR 3	10	11	11	32
4	TRABAJADOR 4	7	17	8	32
5	TRABAJADOR 5	5	20	7	32
6	TRABAJADOR 6	10	17	5	32
7	TRABAJADOR 7	8	14	10	32
8	TRABAJADOR 8	12	9	11	32
9	TRABAJADOR 9	3	12	17	32
10	TRABAJADOR 10	6	13	13	32
11	TRABAJADOR 11	6	16	10	32
12	TRABAJADOR 12	9	16	7	32
		113	158	113	384

HORAS	28.25	39.50	28.25	96
-------	-------	-------	-------	----

Tiempo Productivo	29.43%
Tiempo Contributorio	41.15%
Tiempo no Productivo	29.43%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°34

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A ,4 de febrero 2019 .

Tiempo Contributorio		39.50	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitación del material	54	34.2%	34.2%
T Transportes	48	30.4%	64.6%
L Limpieza	0	0.0%	64.6%
I Instrucciones	27	17.1%	81.6%
M Mediciones	14	8.9%	90.5%
X Otros	15	9.5%	100%
	158	100%	

Fuente: Elaboración propia

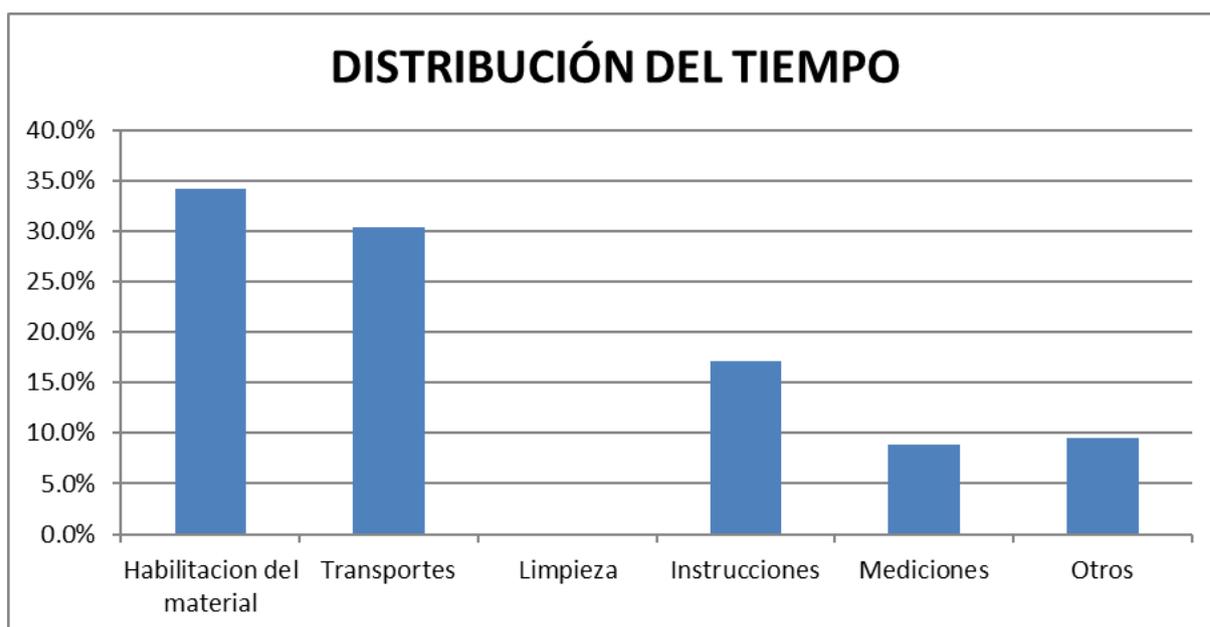


Figura 16. *Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A , 4 de febrero 2019 .*

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°35

Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A , 4 de febrero 2019 .

Tiempo No Contributorio		28.25	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
V Viajes	9	8.0%	8.0%
N Tiempo ocioso	2	1.8%	9.7%
E Esperas	102	90.3%	100.0%
R Trabajos rehechos	0	0.0%	100.0%
D Descanso	0	0.0%	100.0%
B Eses. fisiológicas	0	0.0%	100.0%
Y Otros	0	0.0%	100%
	113	100%	

Fuente: Elaboración propia

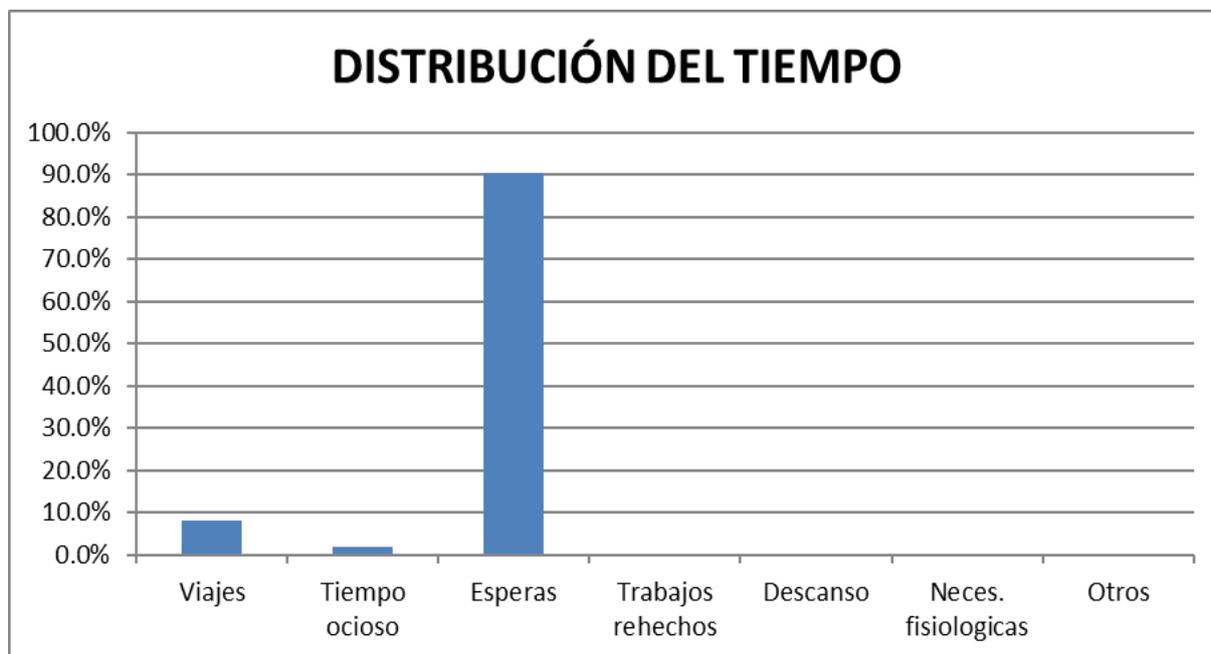


Figura 17 *Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías séptima medición de carta balance - Encofrado y vaciado de concreto losa maciza sector A ,4 de febrero 2019*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La séptima medición realizada en el día 4 de febrero del 2019 en la actividad vaciado de columna.
- La actividad presenta un 29.43% de trabajo productivo, 41.15% de trabajo contributorio y un 29.95% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributorias son el vibrado del concreto, las instrucciones, el transporte de mixer.
- Tiene un bajo porcentaje de trabajo productivo esto debido a que, al principio el capataz dio instrucciones, pero surgió esperas por falta de procedimiento de liberación del aplome del encofrado por lo que el mixer tuvo que esperar para ser vaciado y se expone a ser rechazado mientras transcurre el tiempo hasta un límite de 1.5 horas según las recomendaciones del supervisor.
- El método de vaciado es por medio de un balde concretero de aproximadamente 0.75 m³ donde la torre grúa transporta el concreto.
- El principal trabajo no contributorio es la espera por el transporte desde planta hasta obra lo cual genera tiempo muerto entre los trabajadores y otro factor de tiempo improductivo es la falta de vibradoras solo tenían habilitada una las otras 2 no funcionaban, lo cual genera que el mixer este en espera por un tiempo prolongado y pueda exponerse a ser rechazado por la supervisión. Como acción correctiva se sugiere que aumenten el número de mixers y hacer un check list de maquinarias por parte de los operarios antes de iniciar el vaciado.
- La medición presenta un bajo nivel de productividad por debajo de los estándares.

TABLA N°36

Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D , E , 14 de febrero 2019.

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	13	14	5	32
2	TRABAJADOR 2	11	17	4	32
3	TRABAJADOR 3	12	12	8	32
4	TRABAJADOR 4	19	10	3	32
5	TRABAJADOR 5	19	5	8	32
6	TRABAJADOR 6	13	8	11	32
7	TRABAJADOR 7	11	8	13	32
8	TRABAJADOR 8	13	11	8	32
9	TRABAJADOR 9	13	7	12	32
10	TRABAJADOR 10	13	11	8	32
11	TRABAJADOR 11	15	9	8	32
12	TRABAJADOR 12	11	10	11	32
		163	122	99	384

HORAS	40.75	30.50	24.75	96
-------	-------	-------	-------	----

Tiempo Productivo	42.45%
Tiempo Contributorio	31.77%
Tiempo no Productivo	25.78%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°37

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D , E , 14 de febrero 2019

Tiempo Contributorio		30.50	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitación del material	33	27.0%	27.0%
T Transportes	40	32.8%	59.8%
L Limpieza	8	6.6%	66.4%
I Instrucciones	25	20.5%	86.9%
M Mediciones	15	12.3%	99.2%
X Otros	1	0.8%	100%
	122	100%	

Fuente: Elaboración propia

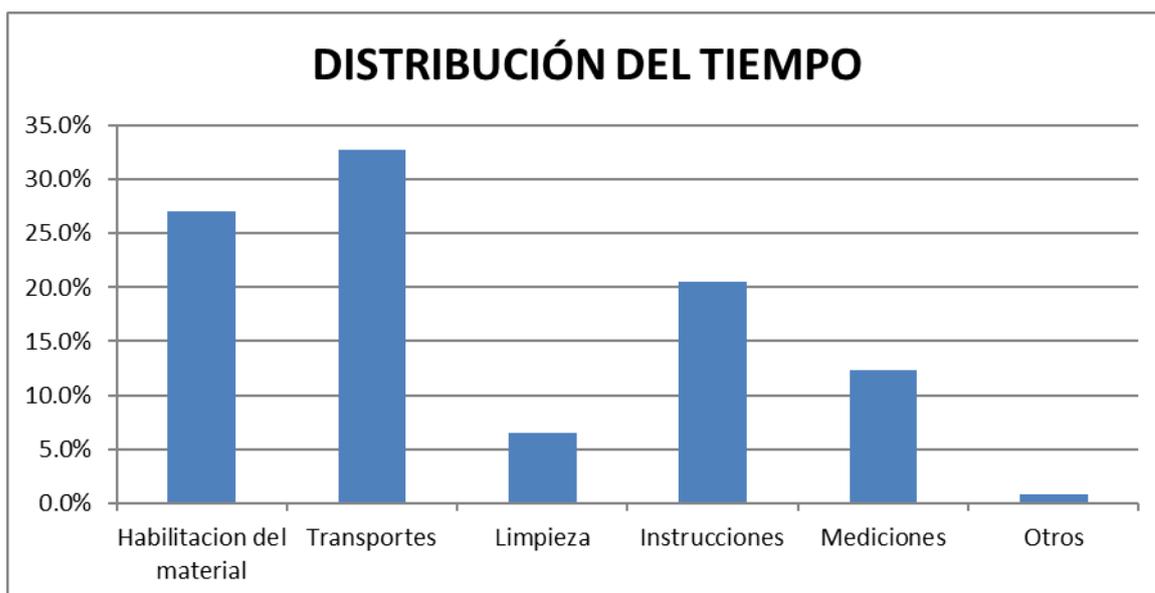


Figura 18. Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D , E , 14 de febrero 2019 .

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°38

Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D, E, 14 de febrero 2019.

Tiempo No Contributorio		24.75	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
V Viajes	4	4.0%	4.0%
N Tiempo ocioso	6	6.1%	10.1%
E Esperas	72	72.7%	82.8%
R Trabajos rehechos	2	2.0%	84.8%
D Descanso	13	13.1%	98.0%
B Neces. fisiológicas	2	2.0%	100.0%
Y Otros	0	0.0%	100%
	99	100%	

Fuente: Elaboración propia

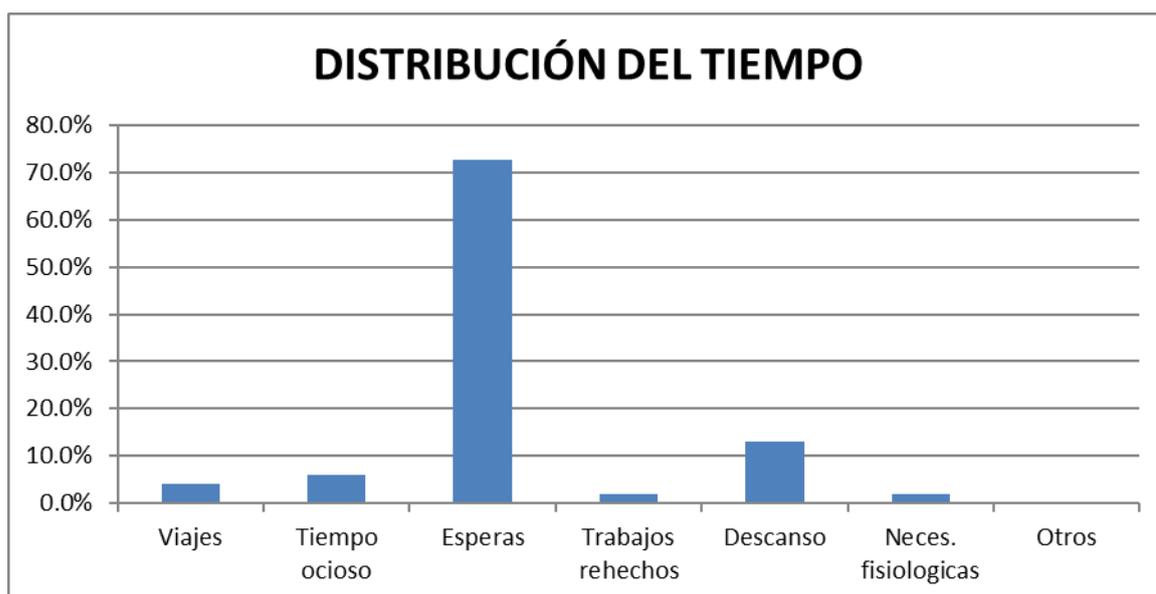


Figura 19. Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías octava medición de carta balance - Armado de losa maciza sector D, E, 14 de febrero 2019.

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La octava medición realizada en el día 14 de febrero del 2019 en la actividad armado de losa maciza.
- La actividad presenta un 42.45% de trabajo productivo, 31.77% de trabajo contributivo y un 25.78% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributivas son el cortado de acero de la malla, instrucciones del capataz general de acero y transportes desde el centro de acopio.
- Esta cuadrilla analizada presenta una mayor productividad respecto a la otra debido a que en su gran mayoría los obreros tienen la categoría de operarios.
- El principal trabajo no contributivo son las esperas de la torre grúa para el transporte de material hacia niveles superiores donde se arma la losa. Como acción correctiva se debería tener un horario específico para que la torre grúa atienda a las diferentes cuadrillas de trabajo que se vienen realizando en la obra.
- También a causa del transporte del personal de armado de vigas es decir cuadrilla flexible movida a otro frente se tiene el trabajo no productivo de amarrar mallas de acero con alambre trabajo no hecho en su totalidad por la cuadrilla flexible.
- La medición presenta un bajo nivel de productividad, pero es la que se acerca más a los estándares internacionales.
- Un aporte al trabajo contributivo es el capataz general, gracias a su metrado de acero no se tienen exceso de transporte de varillas.

TABLA N°39

Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F ,G , 16 de febrero 2019 .

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	12	12	8	32
2	TRABAJADOR 2	16	14	2	32
3	TRABAJADOR 3	17	10	5	32
4	TRABAJADOR 4	17	8	7	32
5	TRABAJADOR 5	16	7	9	32
6	TRABAJADOR 6	11	8	13	32
7	TRABAJADOR 7	20	8	4	32
8	TRABAJADOR 8	14	16	2	32
9	TRABAJADOR 9	16	14	2	32
10	TRABAJADOR 10	18	10	4	32
11	TRABAJADOR 11	15	14	3	32
12	TRABAJADOR 12	11	15	6	32
		183	136	65	384

HORAS	45.75	34.00	16.25	96
-------	-------	-------	-------	----

Tiempo Productivo	47.66%
Tiempo Contributorio	35.42%
Tiempo no Productivo	16.93%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°40

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorias novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F, G ,16 de febrero 2019.

Tiempo Contributorio		34.00	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitación del material	27	19.9%	19.9%
T Transportes	55	40.4%	60.3%
L Limpieza	8	5.9%	66.2%
I Instrucciones	25	18.4%	84.6%
M Mediciones	20	14.7%	99.3%
X Otros	1	0.7%	100%
	136	100%	

Fuente: Elaboración propia

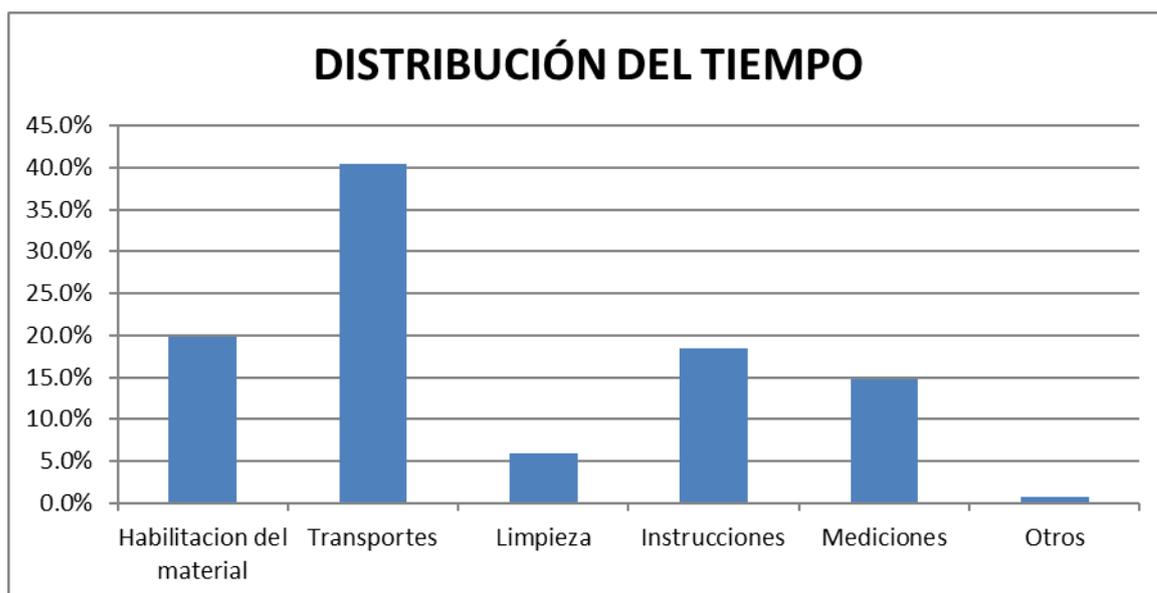


Figura 20. *Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F, G ,16 de febrero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°41

Ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F, G, 16 de febrero 2019.

Tiempo No Contributorio		16.25	HRS	
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum	
V Viajes	4	6.2%	6.2%	
N Tiempo ocioso	0	0.0%	6.2%	
E Esperas	54	83.1%	89.2%	
R Trabajos rehechos	0	0.0%	89.2%	
D Descanso	7	10.8%	100.0%	
B Eses. fisiológicas	0	0.0%	100.0%	
Y Otros	0	0.0%	100%	
	65	100%		

Fuente: Elaboración propia

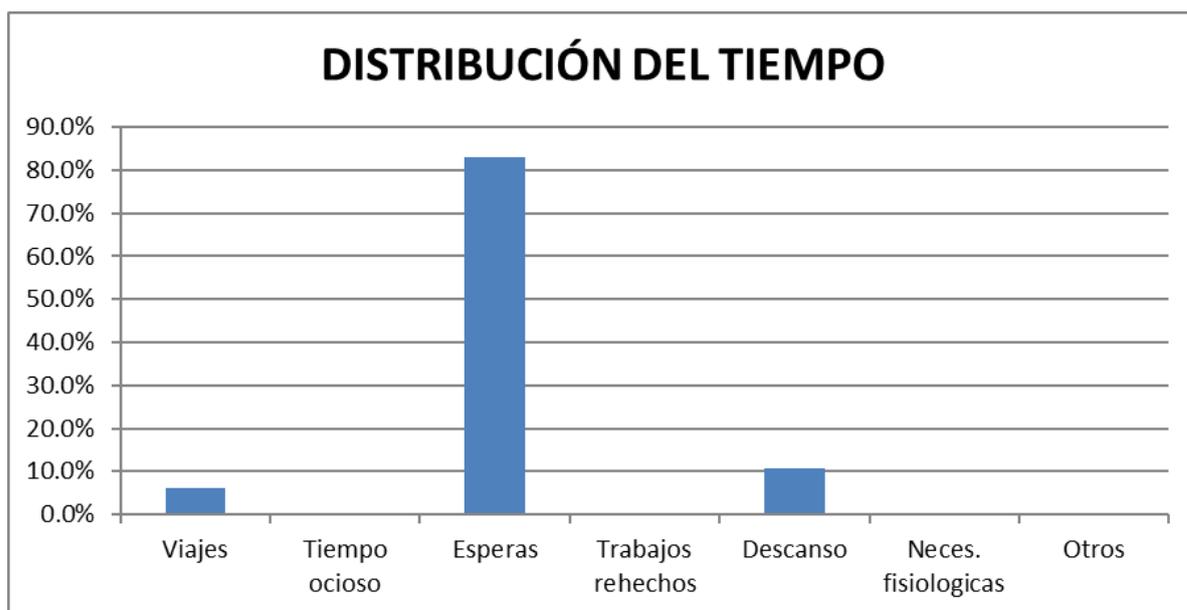


Figura 21. *Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías novena medición de carta balance - Armado de losa maciza sector F, G, 16 de febrero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La novena medición realizada en el día 16 de febrero del 2019 en la actividad armado de losa maciza.
- La actividad presenta un 47.66% de trabajo productivo, 35.42% de trabajo contributivo y un 16.93% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributivas son el cortado de acero de la malla, instrucciones del capataz general de acero y transportes desde el centro de acopio.
- Esta cuadrilla analizada presenta una mayor productividad respecto a la octava debido a la premura de querer vaciar la losa por orden del ingeniero residente ese mismo día en la mañana para cumplir con sus actividades programadas en el día.
- El principal trabajo no contributivo son las esperas de la torre grúa para el transporte de material hacia niveles superiores donde se arma la losa.
- También a causa del transporte del personal de armado de vigas se tiene el trabajo no productivo de realineamiento del acero en las mallas no amarradas con alambre. Como acción correctiva se sugiere trazar al ingeniero de seguridad una ruta para la circulación que no interrumpa los trabajos efectuados.
- La actividad medida presenta un nivel de productividad medio cercano al 50% que es un estándar.

TABLA N°42

Total horas según ocupación (TP , TC,TNP) decima medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F ,G, 21 de enero 2019.

N°	Trabajador	TP	TC	TNP	TOTAL
1	TRABAJADOR 1	17	12	3	32
2	TRABAJADOR 2	7	22	3	32
3	TRABAJADOR 3	11	10	11	32
4	TRABAJADOR 4	5	19	8	32
5	TRABAJADOR 5	13	16	3	32
6	TRABAJADOR 6	16	10	6	32
7	TRABAJADOR 7	11	11	10	32
8	TRABAJADOR 8	4	11	17	32
9	TRABAJADOR 9	5	20	7	32
10	TRABAJADOR 10	9	15	8	32
11	TRABAJADOR 11	11	16	5	32
12	TRABAJADOR 12	11	15	6	32
		120	177	87	384
HORAS		30	44.25	21.75	96

Tiempo Productivo	31.25%
Tiempo Contributorio	46.09%
Tiempo no Productivo	22.66%
	100%

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°43

Ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías decima medición de carta balance -. Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.

Tiempo Contributorio		44.25	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
H Habilitación del material	45	25.4%	25.4%
T Transportes	53	29.9%	55.4%
L Limpieza	2	1.1%	56.5%
I Instrucciones	34	19.2%	75.7%
M Mediciones	38	21.5%	97.2%
X Otros	5	2.8%	100%
	177	100%	

Fuente: Elaboración propia

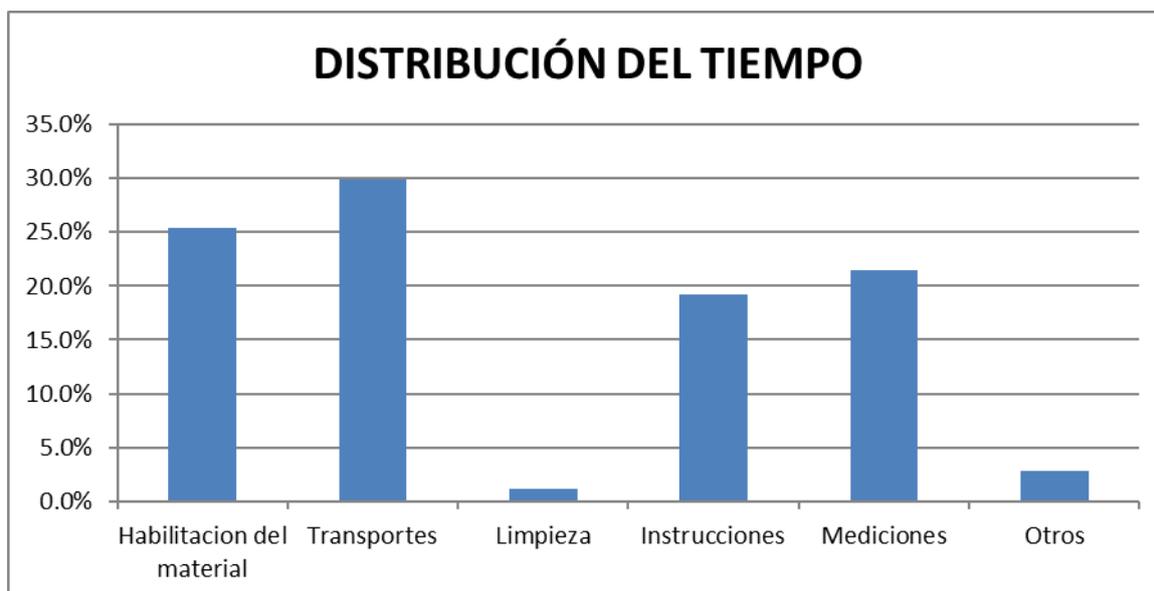


Figura 22. *Porcentajes de ocupación del Tiempo Contributorio por subcategorías decima medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°44

Ocupación del Tiempo no Contributorio decima medición de carta balance- Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.

Tiempo No Contributorio		21.75	HRS
ACTIVIDAD	Frecuencia	%	acum
V Viajes	2	2.3%	2.3%
N Tiempo ocioso	0	0.0%	2.3%
E Esperas	27	31.0%	33.3%
R Trabajos rehechos	48	55.2%	88.5%
D Descanso	5	5.7%	94.3%
B Eses. fisiológicas	5	5.7%	100.0%
Y Otros	0	0.0%	100%
	87	100%	

Fuente: Elaboración propia

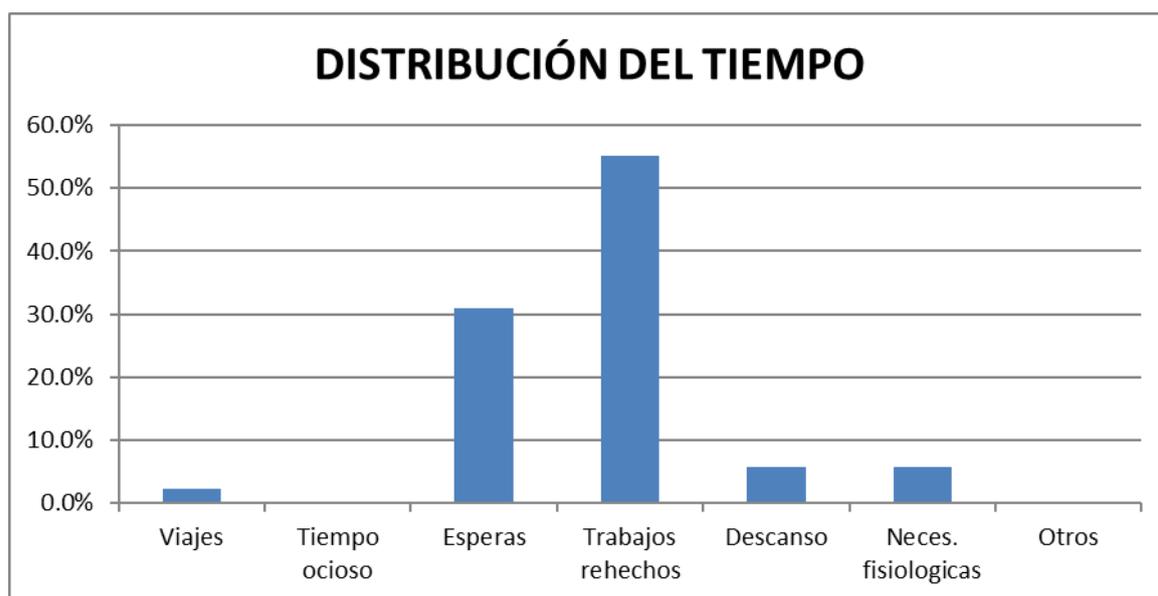


Figura 23. *Porcentajes de ocupación del Tiempo no Contributorio por subcategorías decima medición de carta balance - Vaciado de concreto losa maciza techo segundo piso sector F, G, 21 de enero 2019.*

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La décima medición realizada en el día 21 de febrero del 2019 en la actividad armado de losa maciza.
- La actividad presenta un 31.25% de trabajo productivo, 46.09% de trabajo contributivo y un 22.66% de trabajo no productivo. Las principales actividades contributivas son el transporte de la columna pre armada.
- La instalación de los conectores mecánicos es sencilla y ahorra tiempo se la instalación de traslapes constructivamente hablando, pero por contraparte es demoroso para el operador de grúa y el rigger montar la columna ya que la instalación de los conectores no permite errores en el encaje.
- El principal trabajo no contributivo es la espera y el mal montaje de la columna. Como acción correctiva se debería haber exigido al proveedor de conectores mecánicos un adiestramiento del montaje de columnas para tener un proceso constructivo más eficiente.
- La actividad medida presenta un nivel de productividad bajo para los estándares.

TABLA N°45

Resumen – promedio de la ocupación del tiempo (TP , TC ,TNC) durante los 10 días de medición

	DÍA 01	DÍA 02	DÍA 03	DÍA 04	DÍA 05	DÍA 06	DÍA 07	DÍA 08	DÍA 09	DÍA 10	PROM.
TIEMPO PRODUCTIVO	36%	31%	33%	37%	38%	34%	29%	42%	48%	31%	36.0%
TIEMPO CONTRIBUTIVO	19%	47%	45%	45%	42%	36%	41%	32%	35%	46%	38.9%
TIEMPO NO CONTRIBUTIVO	45%	22%	22%	18%	20%	30%	29%	26%	17%	23%	25.2%
	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	100%	

Fuente: Elaboración propia

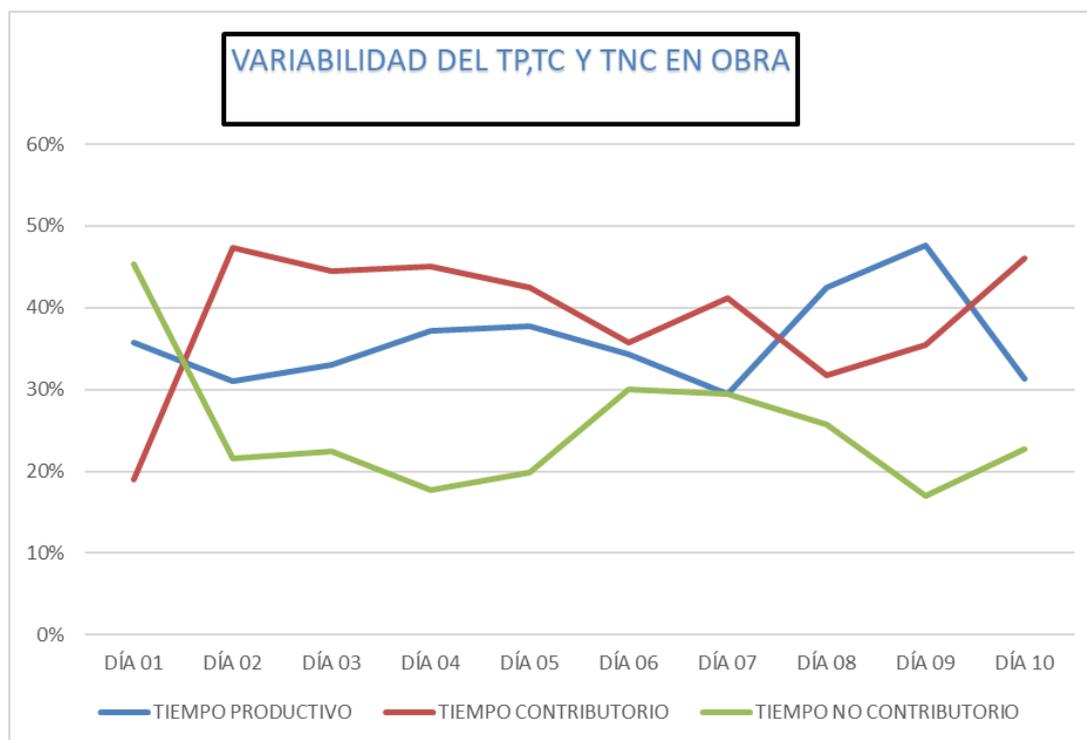


Figura 24. Variabilidad de trabajo productivo TP , tiempo Contributorio TC , tiempo no contributorio TNC durante los 10 días

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°46

Frecuencia de actividades en las subcategorías de Trabajo contributorio (TC) y Trabajo no contributorio (TNC) .

	TIEMPO CONTRIBUTORIO							TIEMPO NO CONTRIBUTORIO						
	H	T	L	I	M	X	V	N	E	R	D	B	Y	
DÍA 1	37	7	1	10	17	1	2	25	140	3	2	2	0	
DÍA 2	54	79	0	33	13	3	2	1	53	21	0	6	0	
DÍA 3	44	64	0	30	28	5	0	0	7	67	0	0	12	
DÍA 4	43	81	4	27	18	0	2	5	52	0	9	0	0	
DÍA 5	41	77	4	17	24	0	0	6	70	0	0	0	0	
DÍA 6	23	35	1	22	51	5	0	1	81	33	0	0	0	
DÍA 7	54	48	0	27	14	15	9	2	102	0	0	0	0	
DÍA 8	33	40	8	25	15	1	4	6	72	2	13	2	0	
DÍA 9	27	55	8	25	20	1	4	0	54	0	7	0	0	
DÍA 10	45	53	2	34	38	5	2	0	27	48	5	5	0	
TOTAL FRECUENCIA	401	539	28	250	238	36	25	46	658	174	36	15	12	
			1492						966					

Fuente: Elaboración propia

También se midió durante 6 días el nivel general de actividad tomando 384 muestras y apuntando cada vez que se observe un obrero realizando un trabajo, se recorrió la obra desde sótano hasta el nivel 4. El formato fue el mismo utilizado en el de la carta balance, pero la metodología es diferente a continuación los resultados:

TABLA N°47

Resumen ocupación del tiempo nivel general de actividad 11/02/2019-16/02/2019

DIA	FECHA	TP	TC	TNC	TOTAL
1	11/02/2019	146	135	103	384
2	12/02/2019	113	100	171	384
3	13/02/2019	140	78	166	384
4	14/02/2019	170	98	116	384
5	15/02/2019	216	112	56	384
6	16/02/2019	117	144	123	384

DIA	FECHA	TP %	TC %	TNC	TOTAL
1	11/02/2019	38.02%	35.16%	26.82%	100%
2	12/02/2019	29.43%	26.04%	44.53%	100%
3	13/02/2019	36.46%	20.31%	43.23%	100%
4	14/02/2019	44.27%	25.52%	30.21%	100%
5	15/02/2019	56.25%	29.17%	14.58%	100%
6	16/02/2019	30.47%	37.50%	32.03%	100%
PROMEDIO		39.15%	28.95%	31.90%	

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°48*Resumen TP, TC Y TNC nivel general de actividad*

Tiempo Productivo	39.15%
Tiempo Contributorio	28.95%
Tiempo no Productivo	31.90%

Fuente: Elaboración propia

Evaluación de los resultados:

- La muestra se realizó de lunes a sábado a primera hora de la jornada durante la segunda semana de febrero del 2019
- La actividad presenta un 39.15% de trabajo productivo, 28.95% de trabajo contributorio y un 31.9% de trabajo no productivo.
- Esto se debe principalmente a que cuadrillas con rendimiento más alto se encuentran en los pisos superiores (acero, encofradores) y no llegaron a medirse por solo abarcar los primeros niveles.
- Se observó que algunas cuadrillas se encuentran sobredimensionadas por muchos ayudantes que generalmente se encargan de trabajos contributorios.
- El nivel general de actividad presenta un nivel de productividad cercano a la grasa interna 40%.

Para entender una de las razones del retraso de la obra se cuenta con la programación lookahead proveída por el ejecutor de obra en este caso Consorcio Salud Tacna se evaluará y analizará su porcentaje de cumplimiento, luego se indagará el porqué de las causas consultando en oficina técnica.

La planificación Lookahead corresponde a un nivel de planificación intermedio con un horizonte de 3 semanas es elaborado por el ingeniero de producción o a quien sea designado, sirve para asegurar el cumplimiento de las metas.

La programación que cuenta con 3 semanas de horizonte, de esto se puede obtener una programación intermedia y se vuelve una rutina, comprometiendo sus resultados a todos los integrantes de la oficina técnica y personal obrero (capataces, maestro de obra), para saber que se necesitara (mano de obra, maquinaria y materiales) para las actividades contempladas.

Anteriormente según el lookahead y el PAC (porcentaje de actividades cumplidas) proveído por la empresa contratista se tuvieron los siguientes PAC:

TABLA N°49

Porcentaje de actividades cumplidas SEMANA 34, 35 Y 36

SEMANA	PERIODO	SI	NO	PAC
Semana 34	20/07/2018-26/07/2018	26	25	51%
Semana 35	27/07/2018-02/08/2018	26	43	38%
Semana 36	03/08/2018-09/08/2018	45	19	70%

Fuente: Consorcio Salud Tacna. (2018)

Se puede observar que durante la semana 35 es donde menor porcentaje de cumplimiento se obtuvo esto debido a diferentes fallas que podemos apreciar en el analisis de restricciones. El estandar optimo esta entre 80% -85% esto es en aquellas empresas muy eficientes y con ingenieros empapados en el tema de la filosofia lean construction.

Para lograr altos niveles de desempeño, se debe tener metrados lo mas exactos posibles para asi alcanzarlos porque de hacer metrados de mas solo nos generaria una actividad no cumplida.

Del lookahead analizado por cada restriccion se tuvo que de las anteriores semanas se tuvo la siguiente cantidad de restricciones :

TABLA N°50

Análisis de Restricciones 16/08/2018

AREAS	CANTIDAD RESTRICCIONES
Logistica Lima	18
Administración	13
Oficina Técnica	12
Produccion	1
Calidad	1
TOTAL	45

Fuente: Consorcio Salud Tacna. (2018)

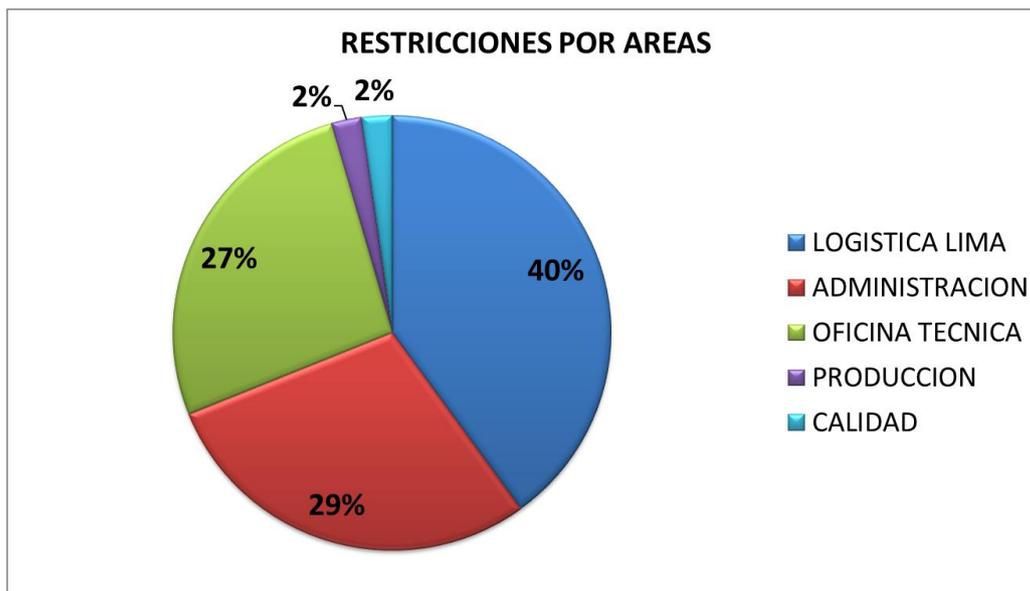


Figura 26. Restricciones por área 16/08/2018

Fuente: Consorcio Salud Tacna. (2018)

Observando el gráfico se aprecia que las mayores incidencias de restricciones se tienen en la logística de la empresa en Lima, lo cual da a entender que no atienden a tiempo las solicitudes de materiales, equipos e información requerida para la obra, como segunda con mayor incidencia se tiene a la administración algunos por falta de requerimiento de materiales, equipos y otras restricciones por pendientes de pago, y como tercera con mayor incidencia es en oficina técnica esto es generalmente porque aún se encuentra en elaboración la información requerida o falta la aprobación de la supervisión.

CAPÍTULO V

DISCUSIÓN

5.1 Diagnóstico y contrastación:

Se determinó a partir de los objetivos planteados:

- De la investigación hecha y por los niveles de productividad obtenido, se considera que si se implementara un nuevo sistema de gestión mediante la filosofía Lean Construction en un hospital en la provincia de Tacna, diferentes proyectos traerían mejoras favorables en la productividad por lo tanto así también. como en el porcentaje de tareas cumplidas semanalmente.
- Se contrastó que los procedimientos constructivos estructurales presentan ineficiencias considerables por lo cual se encuentra en el Nivel C de la tabla inferior esto significa grasa superficial alta, se puede mejorar la eficiencia aplicando las sugerencias que se dan en los resultados y en la discusión como mejoramiento de la productividad bajo el enfoque lean.

A partir de los resultados obtenidos de nivel productivo podemos ubicar y comparar con diferentes estudios realizados.

TABLA N°51

Clasificación de niveles de grasa según el porcentaje de trabajo productivo

CLASIFICACION	DESCRIPCION	PORCENTAJE DE TP
NIVEL A	CERO GRASAS LA GRASA INTERNA Y SUPERFICIAL ELIMINADAS	TP>50%
NIVEL B	SOLO GRASA INTERNA , GRASA SUPERFICIAL ELIMINADA	40% < TP < 50%
NIVEL C	GRASA SUPERFICIAL ALTA . LA GRASA INTERNA DENTRO DEL PROCESO EVALUADO	TP< 40%

Fuente: Manrique, Y. Diseño de un modelo de gestión para mejorar la rentabilidad mediante el incremento de la productividad y el control de los costos en proyectos de construcción (2018)

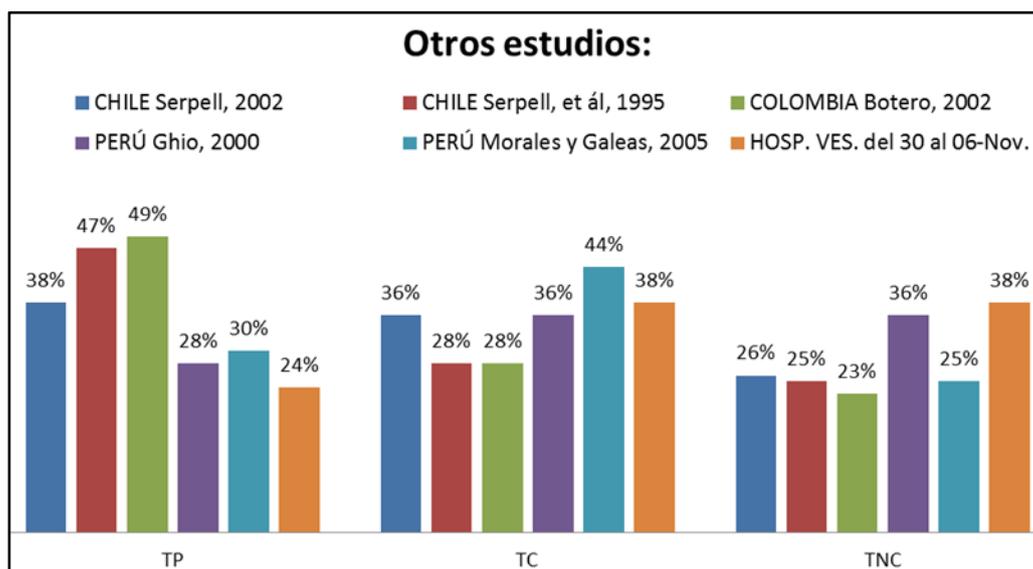


Figura 27. Estudios nacionales e internacionales.

Fuente: Elaboración propia

TABLA N°52

Porcentaje de TP ,TC y TNC de diferentes estudios nacionales e internacionales

	TP	TC	TNC
CHILE Serpell , 2002	38%	36%	26%
CHILE Serpell ,et àl , 1995	47%	28%	25%
COLOMBIA Botero , 2002	49%	28%	23%
PERÚ Ghio ,2000	28%	36%	36%
PERÚ Morales y Galeas , 2005	30%	44%	25%
H. Villa el Salvador 30/08 al 06/11	24%	38%	38%
H. Provincia de Tacna 2018	36%	38.5%	25.2%

Fuente: Elaboración propia

Se aprecia claramente que el porcentaje del tiempo dedicado a labores productivas es del orden de 36%, un valor inferior a los estándares internacionales y nacionales. Se dedica más tiempo a labores de apoyo (TC=38.9%) y actividades que no agregan valor (TNC=25.2%).

Podemos observar que comparados con los niveles productivos de Chile y Colombia en los análisis hechos a finales del siglo XX e inicios del ciclo XXI la medición hecha está por debajo de los estudios hechos en Sudamérica.

En cuanto a la comparación de otro estudio realizado en el Hospital de Villa el Salvador ejecutado el 2013, presenta un mayor trabajo productivo y también mayor respecto a las medidas hechas en 50 obras de Lima por el Dr. Virgilio Ghio.

Según el Dr. Virgilio Ghio y la autora Manrique Y. coinciden que una obra con un nivel de TP de 36% presenta un alto nivel de "grasa superficial alta". Lo cual quiere decir que presentan un nivel de grasa o pérdidas fáciles de eliminar. La grasa superficial se debe principalmente a la sobredotación general de las cuadrillas productivas, así como también un número de obreros por encima de lo indispensable en actividades de apoyo como transporte como en las partidas de encofrado de vigas y vaciado de concreto en losa y columnas. En partidas como el armado de losa maciza es donde nos encontramos con un nivel de grasa interna este nivel se puede optimizar mejorando procesos constructivos.

Por lo mencionado anteriormente se identificó que una causa principal de pérdidas en la obra es el exceso de personal razón por la cual se plantea como primera medida, luego de conocido el estudio, la reducción del número de obreros de acuerdo a lo realmente requerido por cada ingeniero de producción y los frentes disponibles.

Por el porcentaje de actividades cumplidas está por debajo del 80% observando los gráficos se aprecia que las mayores incidencias de restricciones se tienen en la logística de la empresa en Lima esto quiere decir que tienen una deficiencia organizacional y da como consecuencia no atender a tiempo las solicitudes de materiales, equipos e información requerida para la obra, como segunda con mayor incidencia de restricciones se tiene a la administración algunos por falta de requerimiento de materiales, equipos y otras restricciones por pendientes de pago. Como tercera con mayor incidencia es en oficina técnica esto es generalmente por que aún se encuentra en elaboración la información requerida o falta la aprobación de la supervisión. Las menores incidencias se dan en calidad y producción son mínimas y solo se debe a la producción de información por parte del personal encargado.

5.2 Planteamiento de propuesta bajo el enfoque Lean:

En la competencia del ingeniero civil de campo donde más se puede aportar en es las partidas donde se conoce su procedimiento constructivo en este caso la infraestructura del edificio principal. Por consiguiente, se propuso evaluar las actividades de:

- Encofrado y Desencofrado de elementos estructurales como columnas y vigas.
- Vaciado de elementos estructurales como vigas, losa armada y columnas.
- Armadura de acero en elementos estructurales como vigas, losa y columnas.

Se propone mejorar la productividad tomando en cuenta las siguientes sugerencias:

- Considerar una mejor coordinación con los proveedores de materiales, a fin de evitar tiempos improductivos de personal y equipos. Con esto se logrará que un operario se dedique a sus labores bajo las que fue contratado y no esté haciendo labores que realiza un peón.
- Se propone hacer un check list de maquinaria (vibradoras , camiones mixer , cargador frontal, toda la maquinaria de la planta de concreto , etc) para constatar el correcto funcionamiento de la maquinaria y tener una producción constante sin errores mecánicos.
- Se recomienda incorporar mas camiones mixer para tener una producción mas constante y un colado de concreto en menos tiempo manteniendo ocupada a la cuadrilla de vaciadores en todo momento.
- Mejorar las coordinaciones con la supervisión para las liberaciones , ya que en este tipo de obras se usan protocolos de liberación el cual es un documento que acredita una actividad constatada por el contratista junto con el supervisor , para que luego no halla conflictos entre supervisores y empresa contratista por actividades realizadas sin autorización del supervisor.
- Involucrar más a la oficina de administración la empresa para que no haya problemas de pagos tanto a los proveedores, trabajadores ya que esto genera malestar en los trabajadores lo cual lleva a paralizaciones y como consiguiente retraso de la obra.

- Involucrar más a oficina técnica de la obra sobre las restricciones que se presentan para que puedan levantarlas lo más pronto posible.
- Evaluar la posibilidad de abastecer de líquido por medio de bebederos o dispensadores a los trabajadores, a fin de evitar que estos se movilicen fuera de la obra para adquirir bebidas y para evitar también la aparición de basura o desechos.
- En cuanto al vaciado de elementos estructurales involucrar a la planta de concreto pre mezclado para que tenga una producción más constante durante los vaciados ya que se pierde mucho tiempo productivo se podría solucionar con un mayor número de mixers y bombas de concreto.
- Hacer un horario según las actividades que se realicen durante el día para que la grúa tenga un horario estricto para atender a cada una de ellas también definir los sectores más convenientes para acopio de materiales cerca donde realizan los trabajos.
- Mejorar el control sobre aquellas tareas definidas como críticas y cuando ya se tenga retraso considerable dar conocimiento a personal técnico como ingenieros de campo, capataces y maestros de obra del nuevo cronograma replanteado para involucrarlos en las metas.
- Solicitar una adecuada instrucción a los proveedores de materiales sobre su manipulación y ejecución como por ejemplo el montaje de columnas con conectores por parte de la grúa no hubo ninguna capacitación en campo de como montar eficientemente.
- Tener solo el personal estrictamente necesario en las partidas donde se aprecie demasiado tiempo no contributorio para no tener demasiado tiempos muertos.
- Manejar una planificación maestra por hitos, hacer programaciones lookahead, programaciones semanales y presentar la programación diaria un día antes de ejecutar las actividades para que se tenga conocimiento de los encargados de la productividad.
- Presentar a la supervisión un cuadro de metas semanales para que también se pueda involucrar y ajustarse a los horarios del contratista.

CONCLUSIONES

- Se aplicó la filosofía lean construcción y se obtuvo 36 % de TP , 38.9 % DE TC y 25.2 % DE TNC para el formato de carta balance y 39.15 % de TP , 28.95 % DE TC y 31.9 % DE TNC para el nivel general de actividad.
- Se comprobó que con la aplicación de herramientas lean construction se puede mejorar la productividad en la construcción de un hospital en la provincia de Tacna.
- A través de las herramientas lean construction Carta balance y nivel general de actividad se constató que los factores que más afectan la producción transportes y habilitación de material para el TC (Tiempo Contributorio) y trabajos recechos y tiempo ocioso para TNC (Tiempo no contributorio) .
- Se obtuvo un nivel C de grasa ósea un porcentaje de tiempo productivo menor a 40% , fácilmente corregible en las partidas donde se presenta niveles altos de TNC . Teniendo estos resultados se contrasta que estamos debajo de los estándares internacionales.
- En las actividades de vaciado de concreto en elementos estructurales se observó que la producción de la planta concretera no es constante generando mucho tiempo no productivo, así también se observó que muchas veces tenían maquinas defectuosas como 1 de las 2 vibradoras y un aspensor para el curado que no funcionan bien. Y todos los factores que influyen son los problemas mecánicos que se presentaban en planta que se presentaron en varios vaciados masivos.
- Se tiene de conocimiento que en la obra se usa programación semanal internamente en su oficina técnica pero esta no puede ser cumplida debido a su alta variabilidad así que nunca se cumple su lookahead de 3 semanas solo pueden cumplir su programación diaria lo cual no es una correcta aplicación del lookahead ni del PPC (porcentaje de plan cumplido) .
- En la actividad donde se presenta mayor trabajo productivo es el armado de losa , vigas y columnas cercano al 50%, debido a que los obreros son especializados de la empresa y la mayoría son operarios , se puede mejorar para que este de acorde a los estándares internacionales .

RECOMENDACIONES

- Se recomienda que para la toma de datos para el formato de carta balance y nivel general de actividad antes hacer análisis observatorio días antes de las partidas a ser evaluadas y clasificar que actividades corresponderían a trabajo productivo, trabajo contributivo y trabajo no contributivo.
- Se recomienda introducir la filosofía Lean Construction en la universidad Privada de Tacna , con charlas , talleres , conferencias para que a futuro se incorpore en la malla curricular de la escuela profesional de ingeniería civil .
- Se recomienda que, para la actividad que presenta mayor productividad a fin de eliminar la grasa interna, se conserve el proceso constructivo de armado, pero se mejore en los transportes y abastecimiento por parte de la torre grúa dándoles horarios estrictos para que cada actividad programada sea atendida.
- Se recomienda mejorar la producción de la planta concretera en proyectos que requieran gran volumen de concreto ya que genera demasiado tiempo no productivo por esperas, así mismo hacer un check list de todas la herramientas y equipos para comprobar su operatividad.
- Para una mejora continua seria conveniente registrar y difundir las metas alcanzadas y promover la mejora continua en los nuevos miembros que se incorporen. También comparar los resultados obtenidos con otros frentes de trabajo y otros proyectos y así tener finalmente una curva de aprendizaje durante el tiempo. (quien tiene que llevar a cabo la sugerencia). Todo esto debe estar a cargo del ingeniero de planeamiento junto con el residente y también involucrar a la supervisión para que todas las liberaciones y verificaciones sean justo a tiempo.
- Para mejorar el lookahead se recomienda reprogramar cada que sea necesario, no solamente cuando el supervisor o la entidad lo requiera.
- Se recomienda tener un archivo de las mayores variabilidades que hubo en la obra para que la empresa, a posterior pueda tomar acciones en la construcción de otra infraestructura hospitalaria.

- La implementación de la filosofía Lean Construction y sus herramientas tiene que ser por etapas, siendo necesario hablar y tener reuniones periódicas sobre opiniones de la implementación de esta filosofía, comprometiendo así a todos los involucrados desde quien ejecuta la actividad hasta quien la planea.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Baladrón, G. (2017). "Evaluación De Impactos De La Implementación De Metodologías Lean En Proyectos De Desarrollo Minero En Construcción", Chile. Pontificia Universidad Católica de Chile.

Ballard, G. 1999 what is Lean Construction. En: Seventh Conference of the International Group for Lean Construction, California USA, IGLC, Paper 7.

Botero, L. (2002). Mejoramiento de la productividad en proyectos de vivienda, a través de la filosofía Lean Construction (construcción sin pérdidas).

Cámara de Comercio de Lima (2019). Recuperado de <https://camaralima.org.pe/principal/categoria/boletin-virtual-la-camara-al-dia/>

Castillo, I . (2014). "Inventario de Herramientas del Sistema de Entrega de Proyectos Lean (LPDS)" , Lima-Perú. Pontificia Universidad Católica del Perú.

Castro, P. & Ruiz, P. (2014), "Optimización del desempeño del proyecto de edificación nuevo centro de salud a desarrollarse en el distrito de Luya - Luya - Amazonas, aplicando la metodología Lean Construction". Amazonas-Perú: UPC ESCUELA DE POST GRADO.

Collachagua, I. (2017). "Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares "La Toscana". HUANCAYO PERU: Universidad Continental.

Cosi , J. (2017) . "Diagnóstico Y Evaluación De Los Niveles De Productividad En La Construcción Mediante La Filosofía Lean Construction En La Ciudad De Tacna". Tacna -pero. Universidad Privada de Tacna

Cervantes D. (2016). "Aplicación De La Filosofía Lean Construction En La Planificación, Programación, Ejecución Y Control De La Construcción Del Estadio De La Una – Puno". Puno-Perú. Universidad Nacional del Altiplano.

Deloitte Peru. (2015). "El déficit hospitalario del Perú equivale a 1.5 camas por cada 1,000 habitantes" Recuperado de: <https://gestion.pe/economia/mercados/deficit-hospitalario-peru-equivale-1-5-camas-1-000-habitantes-90306>.

Esterkin, J. (2008). La estimación de costo de un proyecto. Recuperado de <https://iaap.wordpress.com/2008/02/18/la-estimaciondel-costo-de-un-proyecto>

Formoso, C.T.; Isatto, E.L.; Hirota, E.H. "Method for Waste Control in the Building Industry". 7ma Conferencia Annual de la Construcción Lean (IGLC), Berkeley, 1999.

Ghio Castillo, Virgilio. (2001). Productividad en obras de Construcción, Diagnostico, Critica y Propuesta (1.er ed.) Lima-Peru: Fondo Editorial PUCP.

Howell, G. (1999) What is Lean Construction. Proceedings Seventh Annual Conference of the International Group for Lean Construction, IGLC-7, Berkeley, CA, July 26-28, pp. 1-10.

Kohli, A. & Kumar, A. (2003). "A measure of market orientation. Journal of Marketing Research"

Koskela, L. (1992). Application of the New Production Philosophy to Construction. CIFE Technical Report: 72, Stanford University, USA

Martinez, J. (2011). "Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de construcción", Bogota-Colombia. Universidad Nacional de Colombia

Ohno Taiichi. (1988). Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. New York, USA: Editorial Norman Bodek

Pons, J. (2014) "Introducción a Lean Construction", Madrid-España. Fundación Laboral de la Construcción.

Quispe, Raul (2017). "Aplicación de "Lean Construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica-Perú.

Serpell , A. (2002) Administración de operaciones de construcción. 2a ed. México, D.F Alfaomega.

Solminihac, H. (2018). Industria de la construcción ¿Por qué es menos productiva que la manufactura? Recuperado de: <https://claseejecutiva.emol.com/articulos/hernandesolminihac/industria-de-la-construccion-por-que-es-menosproductiva-que-la-manufactura/>

Vilca, M. (2014). Mejora De La Productividad Por Medio De Las Cartas De Balance En Las Partidas De Solaqueo Y Tarrajeo De Un Edificio Multifamiliar . Lima-Perú, Universidad Peruana de Ciencias Aplicada.

Villamizar, D. & Ortiz, L. (2016), “Implementación de los principios de Lean Construction en la constructora COLPROYECTOS S.A.S de un proyecto de vivienda en el municipio de villa el Rosario”. Bucaramanga-Colombia: UNIVERSIDAD INDUSTRIAL DE SANTANDER

Womack, J. y Jones, D. (1996) Lean Thinking. New York: Simon and Shuster.
Womack, J., Jones, D. y Roos, D. (1990) The Machine that Changed the World. New York: Simon and Shuster.

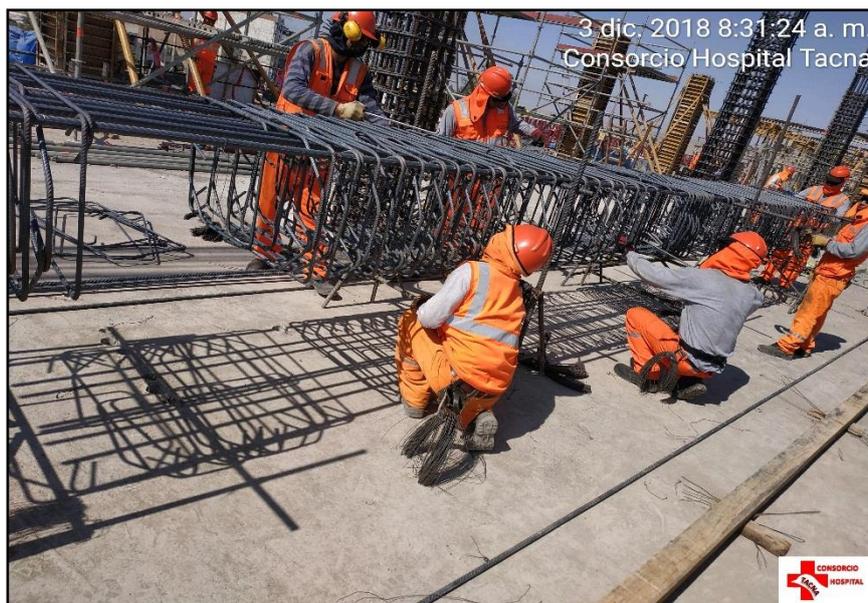
ANEXOS

ANEXO N°01
PANEL FOTOGRÁFICO



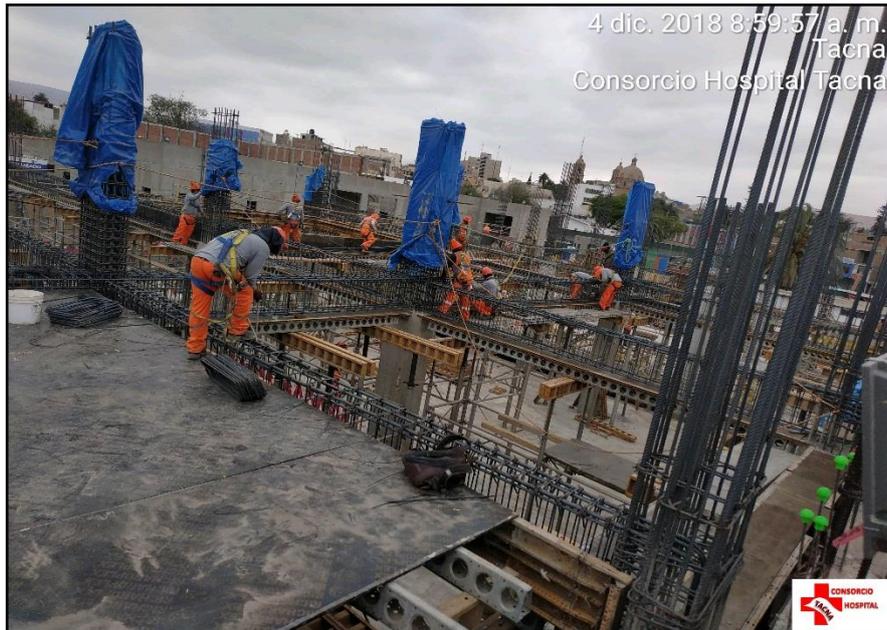
Fotografía N°01. Análisis observatorio de ocupación del tiempo en colado de concreto

Fuente: Elaboración propia



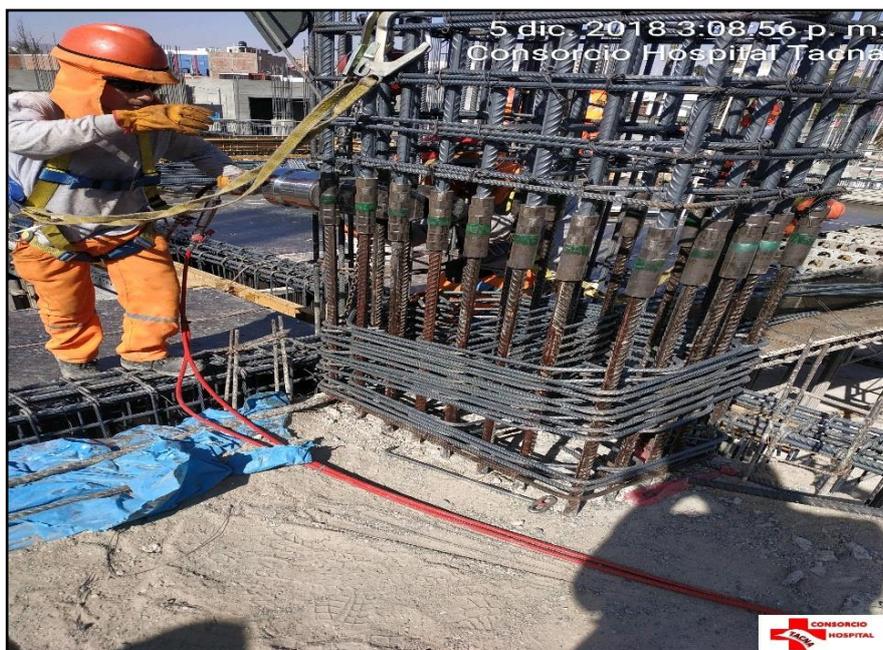
Fotografía N°02. Análisis observatorio de ocupación del tiempo en armado de columnas

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°03. Análisis observatorio de ocupación del tiempo en armado de vigas sector A y B

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°04. Observación prensado de conectores post montaje de columnas

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°05. Sobreproducción de hierro de apoyo para la maya superior de losa maciza

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°06. Observación de tiempo no contributivo en vaciado de columnas

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°07. Toma de datos primera medición –vaciado de concreto

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°08. Toma de datos segunda medición – tiempo contributorio transporte

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°09. Toma de datos sexta medición – esperas sector F y G edificio principal

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°10. Toma de datos decima medición – instalación de conectores

Fuente: Elaboración propia



Fotografía N°11. Observación de la partida más productiva, el armado losa sector C edificio principal

Fuente: Elaboración propia

CONSORCIO HOSPITAL

OBRA: "MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS EN CALIDAD DEL HOSPITAL, SERVICIO URBANO DE TACNA, DISTRITO DE TACNA, PROVINCIA DE TACNA, REGION TACNA"

AREA: CONTROL DE CALIDAD / SUPERVISOR

CONTRATISTA: CONSORCIO HOSPITAL

REGION TACNA

DIAN 5405-0000

REPORTE DE VACIADO DE CONCRETO

CANTIDAD EN CAMPO	UBICACION DE EJES	HORA		CANTIDADES DE MATERIALES EMPLEADOS			DETERMINACIONES		TOTAL CAPMEX	TOTAL MXER	OBSERVACIONES	
		INICIO	FINAL	VOLUMEN CONCRETO	CEMENTO Kg	AGUA Kg	ARENA Kg	PIEDRA Kg				PLAST. Kg
	EJE (F-X/1-8)	15:00	15:18	13:25	48		210				7 1/2	ARL-841
	"	13:21	13:30	13:41	8		210				7 1/4	ADH-842
	"	13:32	13:51	14:00	8		210				7 3/4	ASD-844
	"	14:29	14:31	14:43	8		210				7 3/4	ARL-841
	"	14:32	14:34	14:40	8		210				7 1/2	ADH-842
	"	15:07	15:20	15:33	8		210				7 1/2	ASD-844
	"	15:40	15:41	15:53	8		210				7 3/4	ARL-841
	"	16:16	16:17	16:35	8		210				7 1/2	ADH-842
	"	17:28	17:32	17:49	8		210				7 3/4	ASD-844
	"	17:49	17:53	18:00	8		210				7 3/4	ARL-841
	"	18:00	18:06	18:27	8		210				7 3/4	ADH-842
	"	18:50	18:53	19:09	8		210				8	ASD-844
	"	19:00	19:14	19:24	8		210				7 3/4	ARL-841
	"	19:39	19:43	19:56	8		210				7 3/4	ADH-842
	"	20:35	20:36	20:53	8		210				8	ASD-844
	"	20:45	20:49	21:40	8		210				7 3/4	ARL-841
	"	21:05	21:45	21:55	8		210				7 1/2	ADH-842
	"	22:00	22:04	22:19	8		210				7 1/4	ASD-844
	"	22:34	22:38	22:49	8		210				7 3/4	ARL-841
	"	22:52	22:54	23:05	8		210				7 3/4	ADH-842

Fotografía N°12. Control de calidad y producción de planta de concreto pre mezclado para losa maciza 16/04/2019 azotea.

Fuente: Consorcio Hospital Tacna



Fotografía N°13. Observación de la actividad colado de concreto turno noche sector F Y G edificio principal

Fuente: Elaboración propia

ANEXO N°02
MATRIZ DE CONSISTENCIA

Planteamiento de problema	Hipótesis	Objetivo	Variable	Indicador	Método	Estadística
¿Cómo mejorar el nivel de productividad bajo el enfoque Lean Construction en la construcción de un hospital en la provincia de Tacna?	Con la utilización de la filosofía Lean Construction se aumentará la productividad en la construcción de un hospital	Aplicar la filosofía lean Construction en la construcción de un hospital en la provincia de Tacna	Productividad	Avance en partidas ejecutadas	Nivel general de actividad	Correlacion
¿Cuáles son los factores que afectan la producción en la construcción de un hospital en Tacna?	Los procedimientos constructivos estructurales de concreto armado no son adecuados	Realizar una evaluación y diagnóstico de los procesos constructivos en estructuras de concreto armado	Implementacion	Conocimiento por parte de personal de calidad y producción	Aplicación de herramientas Lean Construction	Correlacion