



**ESCUELA DE POSGRADO**  
UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

**Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación de Lean Construction, en la construcción de falso piso 1:8 e=4; Proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018**

**TESIS PARA OBTENER EL GRADO ACADÉMICO DE:**

**MAESTRO EN INGENIERIA CIVIL CON MENCIÓN EN DIRECCIÓN DE EMPRESAS DE LA CONSTRUCCIÓN**

**AUTOR:**

**Bach. Bustamante Ajahuana Albert Francisco**

**ASESOR:**

**Dr. Velásquez Rejas Walter Oswaldo**

**SECCIÓN:**

**Ingeniería**

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

**Gestión de Proyectos**

**PERÚ - 2018**

**Página del Jurado**

---

**Dr. Santiago Torres Esteves**  
**Presidente de Jurado**

---

**Dra. Gladys Gertrudis Benitez Palacios**  
**Secretaria**

---

**Dr. Walter Oswaldo Velásquez Rejas**  
**Vocal**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo es dedicado con mucho afecto a mi familia y en especial a mis padres por el incomparable y denodado apoyo y esfuerzo en todas las etapas que involucraron este proceso de estudio.

## **AGRADECIMIENTO**

Tras la culminación de mi vida Universitaria con este proyecto me gustaría agradecer a todas esas personas, que de alguna manera u otra siempre estuvieron a mi lado a lo largo de todo el trayecto arduo, pero a la vez satisfactorio.

En primer lugar, darle gracias a DIOS por la vida, la salud, la fuerza y la inspiración para la culminación de toda mi experiencia universitaria a nivel de pre grado.

En segundo lugar, quisiera agradecer a mis padres por todo el apoyo en todo aspecto a lo largo de mi vida.

En tercer lugar, a las personas profesionales que con sus orientaciones y enseñanzas pudieron hacer realidad este proyecto.

## DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

### DECLARACIÓN JURADA

Yo, Bach. Albert Francisco Bustamante Ajahuana, identificada con DNI Nro. 70319585, estudiante del Programa de Maestría en Ingeniería Civil con mención en dirección de empresas de la Contrucción de la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo, con la tesis titulada "Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación de Lean Construction, en la construcción de falso piso 1:8 e=4; Proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018".

Declaro bajo juramento que:

- 1) La tesis es de mi autoría
- 2) He respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas. Por tanto, la tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente.
- 3) La tesis no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- 4) Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falseadas, ni duplicados, ni copiados y por tanto los resultados que se presentan en la tesis se constituirán en aportes a la realidad investigada.

De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que mi acción derive, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.

Trujillo, **Agosto del 2018**



.....  
**Bach. Albert Francisco Bustamante Ajahuana**

**DNI: 70319585**

## **PRESENTACIÓN**

Señores miembros del Jurado

Dando cumplimiento a las normas del Reglamento de elaboración y sustentación de Tesis de la Escuela de Postgrado de la Universidad “César Vallejo”, para elaborar la tesis de Maestría, denominada “Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación de Lean Construction, en la construcción de falso piso 1:8 e=4; Proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018” con el objetivo de determinar cómo incide la variable independiente sobre la dependiente.

El estudio está compuesto por cuatro capítulos que constan de la siguiente manera, en el primer capítulo presenta la introducción, en el segundo capítulo expone el marco metodológico, en el tercer capítulo presenta los resultados, en el cuarto capítulo expone la discusión, luego se presentan las conclusiones, las recomendaciones, las referencias bibliográficas y los anexos.

Señores miembros del jurado, espero que la presente investigación sea Evaluada y merezca su aprobación.

**El autor**

## INDICE

### PÁGINAS PRELIMINARES

Página del jurado	
Dedicatoria	
Agradecimiento	
Declaratoria de autenticidad	
Presentación	
Índice	

### RESUMEN

### ABSTRACT

<b>I. INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>15</b>
<b>1.1 Realidad problemática .....</b>	<b>15</b>
<b>1.2 Trabajos previos.....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.1 Variable Lean Construction (LC).....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.1.1 Internacional .....</b>	<b>19</b>
<b>1.2.1.2 Nacional .....</b>	<b>25</b>
<b>1.2.2 Variable productividad y costos .....</b>	<b>27</b>
<b>1.2.2.1 Internacional .....</b>	<b>27</b>
<b>1.2.2.2 Nacional .....</b>	<b>31</b>
<b>1.3 Teorías relacionadas al tema .....</b>	<b>33</b>
<b>1.3.1 Variable Independiente: Lean Construction (LC) .....</b>	<b>33</b>
<b>1.3.2 Variable Dependiente: Productividad y costos.....</b>	<b>44</b>
<b>1.4 Formulación del problema.....</b>	<b>50</b>
<b>1.4.1 Pregunta general .....</b>	<b>50</b>
<b>1.4.2 Preguntas específicas.....</b>	<b>50</b>
<b>1.5 Justificación del estudio.....</b>	<b>50</b>
<b>1.5.1 Justificación teórica.....</b>	<b>50</b>
<b>1.5.2 Justificación metodológica .....</b>	<b>50</b>
<b>1.6 Hipótesis .....</b>	<b>51</b>
<b>1.6.1 Hipótesis general.....</b>	<b>51</b>
<b>1.6.2 Hipótesis específicas.....</b>	<b>51</b>

1.7 Objetivos .....	51
1.7.1 Objetivo general .....	51
1.7.2 Objetivos específicos.....	51
II. METODOLOGÍA .....	53
2.1 Diseño de la investigación .....	53
2.2 Variables, operacionalización .....	53
2.3 Población y muestra .....	55
2.3.1 Población .....	55
2.3.2 Muestra.....	55
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	55
2.4.1 Técnicas .....	55
2.4.2 Instrumentos.....	55
2.5 Métodos de análisis de datos.....	56
2.6 Aspectos éticos .....	56
III. RESULTADOS.....	57
3.1 Proyecto de Estudio.....	57
3.1.1 Ubicación del proyecto de estudio .....	57
3.1.2 Sistema de gestión.....	58
3.2 Situación actual del proyecto.....	59
3.3 Descripción de las áreas de estudio.....	63
3.4 Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas LC).....	65
3.4.1 Trabajo Contributorio (TC) .....	66
3.4.2 Trabajo no Contributorio (TNC).....	66
3.4.3 Resultados del nivel general de actividad: .....	67
3.4.3.1 A nivel general .....	67
3.4.3.2 A nivel de Trabajo Contributorio (TC).....	68
3.4.3.3 A nivel de Trabajo no Contributorio (TNC).....	69
3.4.4 Cartas de balance.....	70
3.4.5 Resultados de la carta balance .....	75
3.4.5.1 A nivel general de la actividad de la partida .....	75
3.4.5.2 A nivel de Trabajo Productivo (TP).....	77
3.4.5.3 A nivel de Trabajo Contributorio (TC).....	78
3.4.5.4 A nivel de Trabajo no Contributorio (TNC).....	79

<b>3.4.6 Determinación de la velocidad, costo y rendimiento (Realmente ejecutado sin herramientas LC) .....</b>	<b>82</b>
<b>3.4.6.1 Determinación de la velocidad (m<sup>2</sup>/día) para el Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas LC) .....</b>	<b>82</b>
<b>3.4.6.2 Determinación del costo (Soles/m<sup>2</sup>) para el Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas LC) .....</b>	<b>82</b>
<b>3.4.6.3 Determinación del rendimiento (HH/m<sup>2</sup>) para el Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas LC) .....</b>	<b>83</b>
<b>3.5 Grupo de control (Grupo de control aplicando herramientas LC) .....</b>	<b>84</b>
<b>3.5.1 Dimensionamiento de cuadrilla (Grupo de control aplicando herramientas LC) .....</b>	<b>84</b>
<b>3.5.2 Determinación de la sectorización (Grupo de control aplicando herramientas LC) .....</b>	<b>86</b>
<b>3.5.3 Determinación del tren de actividades (Grupo de control aplicando herramientas LC) .....</b>	<b>91</b>
<b>3.5.4 Determinación del Buffer (Grupo de control aplicando herramientas LC) .....</b>	<b>92</b>
<b>3.5.5 Resultados de la velocidad, costo y rendimiento para el grupo de control con las herramientas LC .....</b>	<b>93</b>
<b>3.6 Análisis comparativo de resultados .....</b>	<b>95</b>
<b>3.6.1 Optimización del costo .....</b>	<b>97</b>
<b>3.6.2 Optimización de la velocidad de ejecución .....</b>	<b>98</b>
<b>3.6.3 Optimización del rendimiento .....</b>	<b>100</b>
<b>IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS .....</b>	<b>102</b>
<b>V. CONCLUSIONES .....</b>	<b>104</b>
<b>VI. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>105</b>
<b>VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>106</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>108</b>

## INDICE TABLAS

Tabla 1. <i>Ventajas Y Desventajas del Tren de Actividades</i> .....	42
Tabla 2. <i>Sistemas de gestión del proyecto</i> .....	58
Tabla 3. <i>Personal Operativo en Campo del Proyecto</i> .....	59
Tabla 4. <i>HH Programas (Expediente técnico)</i> .....	61
Tabla 5. <i>HH Realmente Utilizadas</i> .....	62
Tabla 6. <i>Porcentaje del Nivel General de Actividad</i> .....	67
Tabla 7. <i>Porcentaje a Nivel General de Actividad TC</i> .....	68
Tabla 8. <i>Porcentaje a Nivel General de Actividad TNC</i> .....	69
Tabla 9. <i>Datos de los Trabajadores de la Cuadrilla</i> .....	72
Tabla 10. <i>Porcentaje de la Carta Balance a Nivel General</i> .....	76
Tabla 11. <i>Porcentaje de la Carta Balance a Nivel de TP</i> .....	77
Tabla 12. <i>Porcentaje de la Carta Balance a Nivel de TC</i> .....	78
Tabla 13. <i>Porcentaje de la Carta Balance a Nivel de TNC</i> .....	80
Tabla 14. <i>Resultante del Dimensionamiento de la Cuadrilla</i> .....	85
Tabla 15. <i>Velocidad de Avance Actividad 1</i> .....	88
Tabla 16. <i>Velocidad de Avance Actividad 2</i> .....	89
Tabla 17. <i>Resumen Comparativo las dimensiones de productividad por grupo de estudio</i> .....	96
Tabla 18. <i>Costo y Ahorro por M2</i> .....	97
Tabla 19. <i>Velocidad y Porcentaje de Aumento de la Velocidad de Ejecución</i> .....	99
Tabla 20. <i>Rendimiento y Porcentaje de Aumento del Rendimiento</i> .....	100

## INDICE FIGURAS

Figura 01. Evolución del sector de la construcción .....	15
Figura 02. Porcentaje de actividades en la construcción.....	16
Figura 03. Proceso de sectorización .....	36
Figura 04. Planilla de sectorización .....	37
Figura 05. Planilla de Dimensionamiento de cuadrillas .....	38
Figura 06. Curva de productividad .....	39
Figura 07. Ejemplo de tren de trabajo de un muro .....	41
Figura 08. Ubicación del Proyecto.....	57
Figura 09. Porcentaje de HH programado.....	61
Figura 10. Porcentaje de HH realmente ejecutado.....	62
Figura 11. Curva "S" de Trabajo en HH.....	63
Figura 12. Bloque 1 - Pabellón A.....	64
Figura 13. Bloque 2 - Pabellón A.....	64
Figura 14. Actividades componentes del TC.....	66
Figura 15. Actividades componentes del TNC .....	66
Figura 16. Formato de procesamiento de datos de todas las actividades.....	67
Figura 17. Porcentaje a nivel general de actividad.....	68
Figura 18. Estadísticas Nivel general de la actividad TC.....	69
Figura 19. Estadísticas Nivel general de la actividad TNC.....	70
Figura 20. Detalle de las actividades componentes de los trabajos .....	73
Figura 21. Planilla carta balance .....	74
Figura 22. Secuencia constructiva por sectores del Bloque 1 del pabellón A .....	75
Figura 23. Porcentaje de la carta balance a nivel general de la actividad.....	76
Figura 24. Estadísticas de la carta balance a nivel de TP .....	78
Figura 25. Estadísticas de la carta balance a nivel de TC.....	79

Figura 26. Estadísticas de la carta balance a nivel de TNC .....	81
Figura 27. Partida realmente ejecutado.....	83
Figura 28. Vaciado de concreto al falso piso.....	86
Figura 29. Preparación del concreta mezcla 1:8 e = 4" para falso piso.....	87
Figura 30. Sectorización Block 2 del pabellón A .....	90
Figura 31. Frentes de trabajo de la partida.....	91
Figura 32. Conformación tren de actividades .....	92
Figura 33. Conformación de Buffer .....	93
Figura 34. Partida ejecutado con herramientas LC .....	94
Figura 35. Partida programado por el Expediente Técnico .....	95
Figura 36. Comparación de optimización (%) antes y después de la aplicación de la herramienta de LC.....	96
Figura 37. Costo por m2 (S/.).....	98
Figura 38. Porcentaje de ahorro por m2.....	98
Figura 39. Velocidad de ejecución (m2/día).....	99
Figura 40. Porcentaje de aumento de la velocidad de ejecución.....	100
Figura 41. Rendimiento en la ejecución (HH/m2).....	101
Figura 42. Porcentaje de aumento en el rendimiento.....	101

## RESUMEN

En la tesis denominada “Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación de Lean Construction, en la construcción de falso piso 1:8 e=4; Proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018” se identificó el problema ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la productividad y costos en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018? y la hipótesis que la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la productividad y costos en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

Es cuasi experimental, porque en ciencias sociales no hay experimento puro, es decir, si se vuelve a aplicar Lean, los resultados no serán exactamente iguales, sino parecidos, los sujetos considerados en el grupo de estudio están constituidos y se va evaluar tanto la productividad, velocidad, rendimiento y los costos.

La investigación es del tipo longitudinal, porque la información se recoge en dos momentos, antes y después de la experimentación de Lean. La técnica a utilizar Revisión documental, mediante la revisión del Expediente Técnico del proyecto, el instrumento recolección de información de campo se utilizó las fichas de campo o formatos de control, cámara fotográfica, cronometro y análisis de documentos, junto a tablas de estadística y formatos en Excel, la población está conformado por 11 trabajadores (Operarios, capataz, maestro de obra y peones) que laboraron en la Contruccion y la muestra la muestra es censal, siendo la muestra igual a la población.

La aplicación del Lean Construction mejora la productividad de la mano de obra y los costos en la partida falso piso 1:8 e=4”, pues a través de la aplicación de sus herramientas como el dimensionamiento de las cuadrilla, la sectorización, el tren de actividades y el Buffer se permite la optimización de los costos, la velocidad de ejecución y el el rendimiento.

**Palabras claves:** Lean Construction – Productividad – Costos - Rendimiento, Velocidad - optimización.

## ABSTRACT

In the thesis called "Optimization of productivity and costs through the application of Lean Construction, in the construction of false floor 1: 8 e = 4; Project: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018 "the problem was identified To what extent the application of the lean construction philosophy optimizes productivity and costs in the construction of the false floor 1: 8 e = 4, in the project: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018? and the hypothesis that the application of the philosophy of lean construction optimizes the productivity and costs in the construction of the false floor 1: 8 e = 4, in the project: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

It is quasi-experimental, because in the social sciences there is no pure experiment, that is, if Lean is reapplied, the results will not be exactly the same, but similar, the subjects considered in the study group will be constituted and productivity will be evaluated. , speed, performance and costs.

The investigation is of the longitudinal type, because the information is collected in two moments, before and after the experimentation of Lean. The technique to use Documentary review, through the review of the project's Technical File, the field information collection instrument, the field files or control formats, camera, chronometer and document analysis were used, together with statistics tables and formats in Excel, the population is made up of 11 workers (workers, foreman, master builder and laborers) who worked in the construction and shows the sample is census, being the sample equal to the population.

The application of Lean Construction improves the productivity of labor and costs in the false departure floor 1: 8 e = 4 ", because through the application of its tools such as sizing of the cuadrilla, sectorization, train of activities and Buffer allows the optimization of costs, speed of execution and performance.

**Keywords:** Lean Construction – Productivity – Costs – Performance – Speed – optimization.

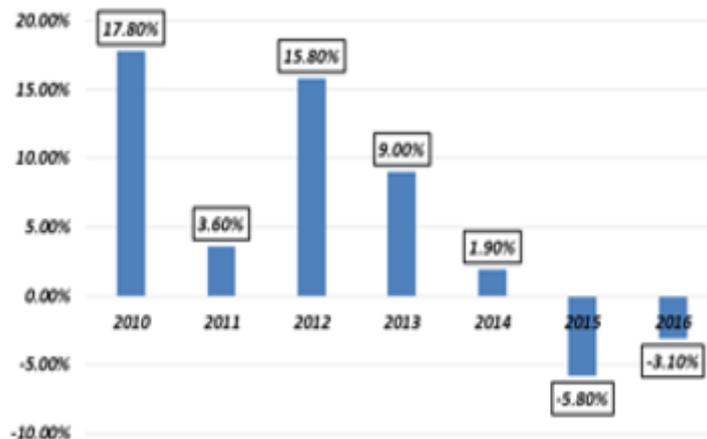
## I. INTRODUCCION

### 1.1 Realidad problemática

Es bastante bien conocido en nuestro país que una de las “industrias” que marcan el ritmo del crecimiento económico es el sector de la construcción, mediante una simple relación podríamos deducir que mientras más ingresos presenten las personas, mayores será la demanda de vivienda, centros de esparcimiento, centros comerciales, etc. A su vez el crecimiento de infraestructura como lo son la construcción de infraestructura vial, la inversión en la construcción de hospitales, puestos de salud, colegios y demás son indicativos que la economía nacional va en aumento sostenido.

Durante el periodo de 2006-2012 el Perú presento un crecimiento sostenido de la construcción en nuestro país, a pesar de toda la problemática que se fueron presentando en ese lapso de tiempo, como por ejemplo la desaceleración de la economía China que se presentó hacia el 2008, en este periodo de tiempo el Perú presento un crecimiento económico promedio de 12.5%, solo en el 2012 este sector represento el 7% de la producción total nacional.

El siguiente grafico muestra la evolución del sector construcción en el periodo de 2010 a 2016.



**Figura 1. Evolución del sector de la construcción.**

Fuente: Banco central de reserva del Perú

A nivel internacional los problemas relacionados a la productividad en la construcción se ven reflejadas en cifras e índices que indican como no se tiene un

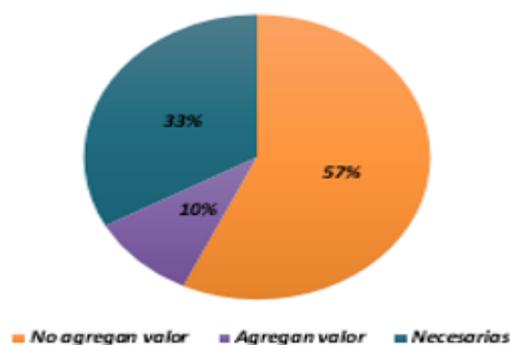
manejo óptimo acerca de la gestión de tiempos, recursos e información, un ejemplo claro y que se asemeja bastante a lo que se refiere a este tema en Latinoamérica y que tomamos como modelo para tener un parámetro de esta realidad problemática internacional lo presenta el país de España a través de los trabajos en las universidades de ese país se obtuvo que en la industria de la construcción se presentan problemas tales como:

- No evoluciona su productividad
- 98% de sus proyectos presentan sobrecostos
- 77% de sus proyectos se entregan a destiempo

Estos problemas relacionados a la producción plantearon la pregunta de por qué se sucede este hecho, ellos encontraron que la respuesta a esta interrogante estaba basada en los siguientes factores:

- Organización pobre
- Complejidad
- Comunicación inadecuada
- Resistencia al cambio
- Falta de planificación
- Mala organización

Presentando en resumen que estos eran los porcentajes en tiempos de las actividades en general que se desarrollaban en obra en ese país



**Figura 2. Porcentaje de actividades en la construcción.**

Fuente: Universidad Politécnica de Madrid

A nivel nacional no existe una data estadística oficial sobre la medición de la productividad en las obras lo cual se constituye en un factor en contra en cuanto a

la evaluación de los índices que marcan y señalan los niveles de productividad en las obras civiles (Trabajo productivo(TP),trabajo contributivo(TC),Trabajo no contributivo(TNC)),bajo el enfoque del Lean Construcción (LC).solo algunas trabajos aislados como lo son tesis universitarias o informes sobre entidades interesadas en estos procesos de mejora y optimización de la producción en obra dan una ligera perspectiva de cómo se encuentra a nivel nacional donde la gestión de la producción en construcción destacándose que tenemos índices de productividad muy bajos a nivel nacional.

En lima metropolitana al culminar la década de los 90 y principios del año 2000 se realizó una medición de lo que respecta a la productividad de la construcción, esto se realizó a obras civiles de edificaciones exclusivamente. (No descartando que los procesos de medición de productividad no puedan aplicarse a otros tipos de obras como lo pueden ser obras viales o sanitarias entre otras) cuyos resultados se ven reflejados en la publicación “Productividad en las obras de construcción Diagnostico, Critica y Propuesta” que realizo el Dr. Virgilio Ghio Castillo. En estos resultados generales se ve que la labor del tiempo para 50 obras de edificación en lima.

El trabajo productivo (TP) alcanzaba el 28% del tiempo en obra.

El trabajo contributivo (TC) alcanzaba el 36% del tiempo en obra.

El trabajo no contributivo (TNC) alcanzaba el 36% del tiempo en obra.

En términos generales el Lean Construcción (LC), significa “Construcción sin perdidas” no es en sí misma un proceso constructivo sino es un modelo de la administración del tiempo, del flujo de recursos y la información en la construcción. Si tenemos clara la idea de que, si bien existen obras que poseen características similares en cuanto a su arquitectura, estructura, modalidad de ejecución, etc. Tenemos que saber que toda obra es un proceso intrínsecamente singular porque se ejecuta en otro tiempo, bajo otras características de trabajo, personal, clima, tiempo, etc.

Es debido a las características mencionadas anteriormente que la construcción civil se presenta como un proceso complejo y de gran variabilidad. Es por esta razón primordial que la filosofía LC se plantea como objetivos principales el de disminuir o en el mejor de los casos descartar las actividades que no agreguen valor a la obra y optimizar y hacer más eficientes aquellas actividades que si lo hacen. Esto a base

de herramientas y técnicas que se enfocan en todo el ciclo de desarrollo del proyecto, pero incide primordialmente en la etapa de ejecución de este logrando que se implemente un excelente sistema de producción que reduzca los residuos del proceso productivo. Entiéndase por residuo todo lo que no genera valor a las actividades necesarias para su desarrollo.

Para nuestro estudio la optimización de la productividad y costos se logra a través de la implementación de técnicas eficientes de gestión de los tiempos, recursos e información , que se hayan aplicado en otros escenarios como lo es el LC.entendiéndose por productividad el ahorro de tiempo de ejecución, el ahorro de materiales e insumos, óptima calidad del producto final, lo cual traería como consecuencia lógica un mejor costo no necesariamente más caro, pero si mejor administrado y cumpliéndose las metas propuestas.

La ejecución de la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 Almirante Miguel Grau distrito de Ilo provincia de Ilo departamento de Moquegua” presenta deficiencias en aspectos tales como el retraso en la ejecución de las partidas, una mala organización, la gran cantidad de trabajadores que por falta de organización presentan un exceso de tiempo muerto, entre otros aspectos que podrían verse mejorados al aplicarse las herramientas y técnicas de la filosofía de la construcción sin pérdidas LC. Actualmente existe una gran molestia por parte del personal de gestión de obra y de los directos beneficiarios de la obra por el incumplimiento de plazos que se generan por el retraso de la ejecución de las diferentes actividades que componen las partidas de ejecución del proyecto, la falta de organización genera gran incertidumbre en lo que respecta al alcance del proyecto, asimismo como es típico en toda obra se presentan situaciones que no fueron contempladas en la programación de la obra que requerirían de una toma de decisiones acertadas y que agreguen valor a la obra.

Al continuar esta realidad en la construcción del proyecto se predice que la obra será entregada con gran de atraso, haciéndose merecedor de las penalidades económicas que estas acarrearán, esto sin considerar que es muy probable que la calidad no llegue a ser la óptima como se propuso en la programación del proyecto, trayendo consigo perjuicios económicos, confort, serviciabilidad, etc. Esta realidad es observable en la mayoría de las obras que se realiza en esta provincia y de no plantearse soluciones que se adecuen a esta realidad y lleguen a revertir esta

situación se seguirán perdiendo cientos de horas de trabajo productivo trayendo consigo la pérdida económica y la falta de calidad en los proyectos que se están y se ejecutaran en un futuro.

Como parte de este trabajo se pretende implementar la filosofía LC en la gestión de la producción y los costos en la partida falso piso de la ejecución del proyecto, realizar el seguimiento de la misma y hacer una comparativa de cómo se mejoró la productividad y los costos comparada con la ejecución tradicional con la cual se tenía prevista realizarla. De esta manera se podrán inferir como incidiría en el proyecto completo su implementación todo esto con el fin de poder implementar una herramienta de gestión de la producción en los proyectos y tengan un alcance en aplicación a nivel regional o hasta nacional dependiendo de los resultados obtenidos.

## **1.2 Trabajos previos**

En el contexto internacional y nacional existen variedad de estudios con respecto a la variable Independiente de la Lean Construction (LC) y la variable Dependiente productividad y costos.

### **1.2.1 Variable Lean Construction (LC)**

#### **1.2.1.1 Internacional:**

Para Camacol (2005), menciona que el aumento del 70% de proyectos de construcción que se realizan en Colombia varía en mucho retraso con su cronograma de ejecución programado, el 85% de estos tienden a subir los costos en demasía en el procedimiento constructivo y el 63,4% de proyectos se produce casualmente por el no cumplimiento de protocolos de Seguridad Industrial. Este estudio se finaliza de la principal causa de los anteriores problemas es la insuficiencia de gestión y la no aplicación de nuevas herramientas administrativas que permitan hacer de la industria de la construcción competitiva a nivel mundial.

Para Martínez (2011), con la tesis “Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean en proyectos de construcción” para obtener el grado Maestro en Administración de la Universidad Nacional de Colombia. El

objetivo es plantear un sistema de gestión que permita la aplicación de la filosofía Lean a los proyectos de construcción, aprendiendo de las falencias del método de construcción convencional. La población está conformada por dos obras en construcción, a las cuales se realizó el estudio y efectuó el análisis inicial y se encontró que existían las mismas pérdidas y efectos en la productividad. La investigación es cuantitativa, no experimental, descriptiva y estudio de casos, el instrumento aplicado es mediante la observación in-situ sobre las actividades de la obra y los diálogos con el área técnica. En conclusión la investigación evidencia que la adecuación de la Lean Construction en los proyectos demuestra efectos beneficiosos tanto para el sistema de administración, planificación y ejecución de los procesos del proyecto. Los recursos manejados en la fase de ejecución del proyecto, deben considerarse en la planificación de manera obligatoria, porque la ausencia de estos recursos genera un 60% de los trabajos no contributivos y se incrementa los trabajos contributivos, obteniendo como consecuencia un resultado perjudicial a la productividad de la obra.

Para Pinto (2010), con la tesis “Evaluación y mejoramiento de los sistemas de producción en proyectos de construcción” para optar el grado de Maestro en Ciencias de la Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica de Chile. El objetivo es formular un procedimiento que permita la evaluación de las técnicas de producción, que permita identificar la situación actual y comparar con los principios Lean Construction identificando las líneas de mejoramiento, así mismo implantar un sistema de mejora de los procesos y validarla con su aplicación a un caso real. La población fue dos casos de estudio de empresa constructora, la primera con la utilización del método del Last Planner y la segunda donde se emplearon las técnicas de Lean Construction para mejorar los procesos. La investigación es del tipo exploratorio, descriptiva y explicativa, se utilizaron como instrumento la entrevista y la observación de los trabajos de campo. En conclusión se establece que actualmente los proyectos de construcción siguen ejecutando bajo el sistema convencional de producción, la elaboración del diseño de un sistema de producción, contribuye a la reducción de la variabilidad en obra, durante la etapa de construcción.

Ibarra (2011). En su tesis de grado titulada "Lean Construction". Universidad Nacional Autónoma de México D.F. En este trabajo tuvo como objetivo principal La integración de Lean construcción (LC) como metodología de construcción sustentable cuyo análisis apunta a la gestión de la producción, el autor busca establecer que la filosofía LC fija su camino en poder entender completamente la parte física de la construcción es decir en la ejecución los efectos de la dependencia y la alteración a lo largo de las cadenas de suministro y montaje, analiza y compara de manera estadística la planificación del proyecto con lo que realmente se ejecuta en campo, describe y esquematiza las diferentes herramientas utilizadas en esta filosofía LC tale como cartas delineamiento de proceso, diagramas de flujo, cartas de flujo de procesos, cartas balance y cartas multicuadrilla. El estudio fue concebido como una investigación descriptiva. La obtención de datos se dio a través de la revisión de bibliografía especializada, datos estadísticos de la producción, informes y reportes técnicos. Los resultados fueron: se identificó uno de los ascendientes errores en la cual la construcción se ve inmersa de manera continua es la de proyectar objetivos con plazos de cumplimiento cortos, lo cual implicaría la maximización de los beneficios de cada proyecto en particular que se desarrolla, a desmerito de que el producto final resulta de muy mala calidad, se señala que la implementación de la filosofía LC traería consigo una amplia gama de mejoras y un cambio de la mentalidad a todo nivel de trabajador pues se empezaría a aplicar uno de los principales pilares de esta filosofía la cual es la mejora continua lo cual redundaría en dividir las actividades que originan y no originan valor.

Rojano (2009). En su tesis de grado "Lean Construction" Universidad pontificia Bolivariana en Bucaramanga-Colombia. Trabajo cuyo objetivo primordial era el de desarrollar e implementar un documento (planillas) de sugerencias para la mejora de las actividades de construcción con la determinación de pérdidas de insumos materiales en obras civiles del tipo viviendas unifamiliares con sistema constructivo tradicional, esto se logró a través de la identificación de los procesos inmersos en los procesos constructivos y su incidencia en el presupuesto, los cuales serían sujetos de análisis obteniéndose porcentajes de incidencia tales como Cimentación de vivienda (7.24%), estructura de concreto reforzado (12.39%), Mampostería(5.28%), Pañete(4.25%) los cuales fueron observados y

caracterizados a través de tablas y grafos sobre los desperdicios, se realizó posteriormente los análisis causa efecto para identificar las causales de los desperdicios que se presentaban, proponiendo finalmente mecanismos bajo la filosofía LC para la reducción de desperdicios. El estudio fue concebido como una investigación cuasiexperimental. La recolección de datos se dio a través de la observación directa, reportes e informes de ejecución. Los resultados fueron: La actividad estructura, que es el superior peso porcentual dentro del presupuesto (12,39%), según lo captado en campo, mostro desperdicios promedios de 11% mientras que el porcentaje de desperdicio esperado era 5%. El desperdicio de cemento en las tareas de friso se encuentra dentro un rango de 4% al 7% para la construcción de vivienda Unifamiliar "La Toscana", lo cual es muy parecido al porcentaje de desperdicio esperado (5%), lo cual implicaría que no se necesitaría un control exhaustivo sobre esa labor.

**Autor:** Martínez (2011).

**Título:** Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de Contruccion.

**Ciudad y país:** Bogotá, Colombia.

**Población y muestra:** 24 (entre peones, maestro de obra, directos proyecto) y 10 (peones, maestro de obra, director proyecto).

**Tipo de Investigación:** experimental.

**Diseño de investigación:** descriptico y comparativo.

**Instrumento de medición:** evidencia documental, observación directa y entrevistas.

**Conclusiones:** La implementación y aplicación de la Filosofía Lean al proyecto de construcción mostro resultados alentadores en lo que respecta a la gestión administrativa en dicha construcción, planeación y la ejecución de las actividades de las cuales se compone, se pudo visualizar una disminución sustancial en las pérdidas generadas durante la ejecución y por ende una mejora en la productividad. Lo anterior se pudo realizar afortunadamente al compromiso de Gerencia y de partes involucradas, a la aplicación del LC y el progreso del mejoramiento continuo en los procesos; producto de la planeación ejecutada en reuniones programadas semanalmente.

**Por las diferentes causas que trae el proyecto de de Contrucción como las esperas, reproceso y demás interferencia de procesos de producción en los diseños de Contrucción; traen como consecuencia pérdidas significativas a la entidad, por lo que se origina la iniciativa de implementación de aplicación de la filosofía de lean, para la mejor optimización de recursos en las diferentes áreas que involucra a la producción.**

**Autor:** Baladrón (2017).

**Título:** Evaluación de impactos de la implementación de metodologías Lean en proyectos de desarrollo minero en Contrucción.

**Ciudad y país:** Santiago de Chile, Chile.

**Población y muestra:** 20 y 16 personas.

**Tipo de Investigación:** experimental.

**Diseño de investigación:** descriptico y comparativo.

**Instrumento de medición:** evidencia documental, observación directa, entrevistas, encuestas, análisis de archivos, el histórico y el estudio de casos.

**Conclusiones:** se pudo demostrar que la implementación metodologías lean en proyectos de desarrollo minero, etapa de construcción mejora de manera estadísticamente significativa (nivel de confianza del 95%) la media de indicadores asociados al avance, cumplimiento del programa y desempeño. Respecto a las pérdidas identificadas, se demostró que la implementación de metodologías lean permiten abordar estas, de manera de aumentar la cantidad de tiempo en que se puede desempeñar labores productivas que agreguen valor. Esto permitió aumentar la productividad del contratista, ya que le otorga una a mayor cantidad de tiempo disponible en frente.

**A través de los problemas que tienen las empresas con respecto a la producción, a raíz de diversos factores que fácilmente no se da cuenta, donde el factor tiempo se hace costumbre el mal procedimiento y lleva a una pérdida de gran escala donde a veces ya es imposible rescatar por lo que la aplicación de Lean en proyectos de desarrollo minero trae enormes beneficios internos y externos en las diversas actividades que se ejecuta.**

**Autor:** Camargo - Gonzales (2011).

**Título:** Propuesta de un sistema operativo de gestión basado en la Filosofía "Lean Contruction" que permita estandarizar las actividades implicadas en el montaje de la estructura metálica de un edificio.

**Ciudad y país:** Bogotá, Colombia.

**Tipo de Investigación:** experimental.

**Diseño de investigación:** descriptivo.

Instrumento de medición: evidencia documental en internet, conferencias, presentaciones y entrevistas en tres empresas.

**Conclusiones:** Las actividades desarrolladas en lo respecta al montaje en la construcción de edificios se deben tratar como procesos, de forma que mediante la adopción de los principios de la filosofía "LC" estos procesos se puedan sistematizar y secuenciar lógicamente tal que resulte de fácil comprensión para todo el personal involucrado.

El éxito del sistema operativo de administración planteado radica en un serio compromiso de todos los involucrados y su sensibilización hacia los conceptos de la filosofía "LC" mediante una permanente capacitación, de acuerdo a la rotación del personal.

La filosofía "LC" y la mejora continua que en ella se contempla no se pueden dejar solo en deseoso intenciones buenas, sino que deben de representar el "qué hacer" de todo el personal, tenemos que entender la necesidad de la no dependencia de un comité, y tener presente la creación de un Subdepartamento o de la consecución de un asesor externo, debe de ser en esencia un cambio de actitud hacia el trabajo y de pensamiento.

**Por la aplicación de dicha filosofía podemos constatar que es fundamental para atacar a los diversos problemas de la producción, como consecuencia perdida de la producción y atrae a pérdidas de ganancias, mediante esta técnica se implementa diversas herramientas para que la actividades de montaje se desenvuelva en perfección.**

### **1.2.1.2 Nacional**

**Autor:** Quispe (2017).

**Título:** Aplicación de "Lean Contruction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017.

**Ciudad y país:** Huancavelica, Perú.

**Población y muestra:** una población de 12 trabajadores (residente, asistente, ingenieros producción, maestro de obra y capataces) y una muestra de tipo no probabilístico, intencional o dirigido hacia la misma población.

**Tipo de Investigación:** experimental.

**Diseño de investigación:** Cuasi experimental.

**Instrumento de medición:** cuestionario conformado por 20 ítem, recolección de información en campo y formatos de control, cámara fotográficas, cronometro y análisis de documentos.

**Conclusiones:** Se comprueba la hipótesis específica número 1, la aplicación del nivel general de actividad del proyecto, influye significativamente en la productividad durante la ejecución de obras de edificación en la zona de Huancavelica en el período 2017, obtenido del grupo experimental con un p-valor calculado inferior ( $0.044 < \alpha=0.05$ ) al valor del nivel de significancia 0.05 y  $t = -2.301$ .

**La ejecución de dicha edificación, donde está involucrado todo el personal en el organigrama establecida por dicha entidad, se ve enlazado con toda la técnica de Lean, obteniendo resultados significativo favorables para no crear desperdicios en la producción como consecuencia perdidas económicas.**

**Autor:** Flores (2016).

**Título:** "Aplicación de la filosofía Lean Contruction en la planificación, programación, ejecución y control de la Contrucción del estadio de la UNA - PUNO".

**Ciudad y país:** Puno, Perú.

**Población y muestra:** el muestreo fue a todos los obreros que conforman la obra.

**Tipo de Investigación:** técnica y aplicada.

**Diseño de investigación:** No experimental transeccional descriptivo.

**Instrumento de medición:** cuestionario conformado por 20 ítem, recolección de información en campo y formatos de control, cámara fotográficas, cronometro y análisis de documentos.

**Conclusiones:** Con la ejecución de la investigación se ha obtenido los resultados de mediciones de productividad con técnica de Nivel General de Actividad en la obra de la construcción del estadio de la UNA – PUNO (TP = 36%, TC= 43% y TNC = 21%) se encuentra los resultados promedios obtenidos en las obras en Lima del año 2001 (TP = 28%, TC= 36% y TNC = 36%), pero aún es bajo a comparación de los estándares Internacionales como es Chile (TP = 66%, TC= 15% y TNC = 19%) y Colombia (TP = 55%, TC= 25% y TNC = 20%), estos valores nos da un punto de referencia, que en nuestro medio la productividad en nuestras obras no son las óptimas, es por esa razón por la que necesitamos realizar el esfuerzo por demostrar que es probable mejorar el desempeño de proyectos mediante el cambio de nuestra manera de pensar, estos resultados nos conlleva a formular un Nuevo Sistema de Gestión en la obra en estudio empleando la Construcción Lean y sus herramientas de planificación, programación, ejecución y control, para mejorar la productividad y la optimización de mano de obra, materiales y equipos.

**Donde las técnicas empleadas en dicha Contrucción permitió ejecutar una medición de la situación que se encuentra, por ende se llevó a cabo la realización del nuevo plan de gestión aplicando la lean ajustando las cuadrillas ya que es ahorro económico para dicha obra.**

**Autor:** Toledo (2017).

**Título:** Mejoramiento de la planificación operacional mediante la implementación de la filosofía Lean Contruction en el proyecto ampliación y mejoramiento del hospital de Moquegua nivel II-2 Ubicado en el departamento de Moquegua.

**Ciudad y país:** Moquegua, Perú.

**Población y muestra:** el muestreo fue a todos los obreros que conforman la obra en general.

**Tipo de Investigación:** Aplicada.

**Diseño de investigación:** descriptiva y aplicado.

**Instrumento de medición:** formatos, recolección de datos.

**Conclusiones:** Se obtuvieron mejoras en la planificación operacional utilizando la incorporación de la filosofía LC, en el proyecto, esto se ve en la pendiente positiva de los resultados en el PPC en forma general, donde va desde un 27 % que se presentaba en la 1era semana de evaluación a un 51 % en la última semana, mientras pasaban las semanas de implementación los últimos planificadores fueron tomando un mejor dominio sobre la metodología de la nueva manera de administrar. Se consiguió convertir en un entregable obligatorio la creación y aplicación de planificación intermedia y plan semanal de cada último planificador, lo cual nos condujo a obtener mejoras en los resultados. Se determinaron y categorizaron las causas del incumplimiento, esto nos permitió indagar y proponer estrategias para evitar repetir las en un futuro, dando origen de esta manera a un proceso de mejora continua (lecciones aprendidas) dentro de todos los involucrados.

**La obra en ejecución todas las actividades que se programó a través con la técnica de lean se logró controlar la producción a través de una adecuada planificación y control en ejecución. Por ello el objetivo logra establecerse como logro obtenido a través de dicha filosofía.**

## **1.2.2 Variable productividad y costos**

### **1.2.2.1 Internacional**

Para comprender el control de costo en la gestión de proyectos de la construcción, es impensable definir la gestión de proyectos. Por lo que, en la investigación se toman las definiciones de Munns & Bjeirmi (1996), en donde se menciona: “La gestión de proyectos consiste en definir los requerimientos que constituyen el trabajo, la implementación de las medidas de trabajo, la designación de los insumos requeridos, la planeación de la obra, el control del avance de las actividades que componen la obra y los ajustes a las desviaciones del plan.

El seguimiento radica en evaluar el desempeño del costo con el objetivo primordial de aminorarlos. Para el logro de esto se tiene que revisar el plan del proyecto, insertando estimaciones de tiempos y costos, determinando varianzas negativas y

definiendo actos correctivos con el objetivo final de mejorar la eficiencia del proyecto Gido & Clements (2012).

Para el dominio de costos de manera eficaz en los proyectos de construcción es requisito la creación de presupuestos detallados en grupos de trabajos denominados capítulos, subcapítulos y evaluación de precios unitario, de una forma lógica y en factores manejables que permita la realización de los trabajos y estos se desarrollen en los tiempos y con costos planeados y por los involucrados cuyas responsabilidades asignadas de acuerdo a los grupos de trabajo adoptados, en lo que se realiza la planeación del proyecto para de esta manera sumar al alcance de este. Semejante a la estructura de división del trabajo la cual es “una disgregación jerárquica, planeada en los entregables del proyecto, en paquetes de trabajo que producen los entregables del proyecto. La EDT establece como se elaborara el proyecto para producir los entregables” Gido & Clements (2012).

Holmes (2007). La productividad del trabajo en Colombia, comparada en país asiático y pacífico, presenta diferencias en proporción desde 1 al 3 hasta 1 al 11. La puesta de la inversión y la incorporación en tecnología de los diferentes sectores productivos en el país es bastante lenta, preciso a muchos factores de distintos índoles principalmente externos.

**Autor:** Arboleda (2014).

**Título:** Análisis de la productividad, rendimiento y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación.

**Ciudad y país:** Medellín, Colombia.

**Población y muestra:** probabilística tamaño muestra 384 mediciones en 20 obras.

**Tipo de Investigación:** Descriptivo

**Diseño de investigación:** metodológico

**Instrumento de medición:** Formatos para recolección de datos, seguimiento diario por un periodo determinado, entrevistas al personal de la obra tanto administrativo como técnico.

**Conclusiones:** Niveles de actividad adquiridos de una muestra de 20 edificios en construcción declara que un 50% del tiempo de las jornadas de trabajo fue dedicado a labores que no agregan valor a los productos. El potencial de mejoramiento se encuentra en actividades no contributivas, las que suman un 26% del tiempo total

de trabajo y simboliza una inactividad laboral debida originalmente a ineficiencias en la regulación de flujos de recursos. Las pérdidas de los tiempos productivos, que representan aproximadamente por repleto esta inactividad laboral, son las esperas, necesidades fisiológicas y los descansos, por raciocinio por la cual son nombradas pérdidas principales. Asimismo la elaboración de mezclas, asimismo de ser una tarea contributiva, demanda una mayor cantidad de tiempo y es realizado en gran parte por mano de obra especializada, lo que claramente se visualiza una pérdida de tiempo productivo. Estas son las actividades en las que se debe focalizar la atención en las edificaciones de altura.

**Podemos decir que en las diferentes frentes de trabajo se hizo una investigación a través de mediciones en la productividad ya que se ve reflejado en los rendimientos y la mano de obra que efectúan las diversas actividades por lo que es fundamental la planeación constante para que se aplique un orden y pueda ir en buen camino el proyecto.**

**Autor:** Paredes (2010).

**Título:** "Método de Gestión de producción y su incidencia en las Ventas de la Empresa La Raíz del Jeans del Cantón Pelileo"

**Ciudad y país:** Ambato, Ecuador.

**Población y muestra:** Población de 23 individuos entre operativos y administrativos, y una muestra de 11 clientes externos.

**Tipo de Investigación:** Exploratoria

**Diseño de investigación:** descriptivo

**Instrumento de medición:** Formatos para recolección de datos, encuestas.

**Conclusiones:** El prototipo de gestión de producción alcanza positivamente en la ejecución de proceso de mejora continua en el regocijo de los clientes tanto internos como externos a los primeros se les posibilita sus labores haciéndoles más productivos ósea trabajan de forma más listos, y los segundos alcanzan esa productividad a través de productos cualificados. La gestión de control de calidad en la elaboración es ineficiente, originando que no se obtenga productos finalizados de calidad, duraderos, sino más bien un porcentaje de prendas con fallas,

encareciendo los costos de producción, perdiendo demanda, y posicionamiento en el mercado

**En los procesos debemos innovar con planes o gestiones de protocolos a seguir, ya que el sistema es mucho más ordenado en toda la trayectoria de la producción, para que no interfiera en pérdidas económicas a gran escala, por ende se efectúa gestión de producción en todo el área del sistema.**

**Autor:** Días (2013).

**Título:** "Producción, comercialización y rentabilidad de naranja (*citrus aurantium*) y su relación con la economía del Cantón La Maná y su zona de influencia, año 2011".

**Ciudad y país:** La Maná, Ecuador.

**Población y muestra:** Población de 8361 personas y muestras 382.

**Tipo de Investigación:** Exploratoria

**Diseño de investigación:** Descriptivo, metodología no experimental.

**Instrumento de medición:** Formatos para recolección de datos, encuestas.

**Conclusiones:** Después de desarrollar las correspondientes indagaciones dirigido a la producción cítrica en el Cantón tenido mejores condiciones físicas y climáticas, pero la carencia de un adecuado asesoramiento en lo técnico y la escasa oferta en los mercados determinan que la actividad de producción se ejecute pausadamente pese a la mayor demanda, siendo uno de los productos que intrínsecamente se hallan en cada finca de los productores. Después de la consecuencia obtenida en las encuestas se dio a conocer que resulta imprescindible desarrollar un detallado análisis de producción, comercialización y rentabilidad de la naranja así mismo que permite descubrir la rentabilidad y los canales de comercialización de la naranja y las formas de expender el producto.

**Es bueno saber la opinión de las personas, porque uno sabe cuáles son sus necesidades y opiniones de lo que sienten acerca de un producto ya que ayuda a establecer claramente el panorama de mercado por lo que se debe esquematizar la solución a las necesidades de los pobladores.**

### 1.2.2.2 Nacional

**Autor:** Cornejo – Llallacachi (2017).

**Título:** Gestión de costos y productividad en la empresa Avícola PRODMIL S.A.C., Arequipa, periodo 2014-2016.

**Ciudad y país:** Lima, Perú.

**Población y muestra:** Población y muestra está conformado por 36 reportes de costos de producción de la empresa en el periodo 2014-2016.

**Tipo de Investigación:** No experimental

**Diseño de investigación:** Descriptivo – correlacional

**Instrumento de medición:** Datos recolectados y procesados en registros contables en los años 2014-2016.

**Conclusiones:** La empresa avícola PRODMIL SAC, durante el tiempo de estudio 2012 al 2016; se decidió que tenía una práctica positivo en el manejo de los costos, demostrándose en los periodos, en que la ejecución fuese disminuida a lo planificado; sin embargo, la productividad es disminuida en 30 de los 36 meses, según índice de productividad americana. Existe correlación inversa y moderada entre planificación de costos y productividad (- 0,532), arribado a la conclusión que hay suficiente evidencia para asegurar, si en la planificación de costos, los costos reduce en la productividad se incrementa en dicha avícola. Existe una correlación inversa y moderada en el control de costo y productividad, lo que quiere decir que, al tener un control de costo positivo, el costo cuando disminuyen en la empresa avícola PRODMIL SAC, se aumenta la productividad durante un periodo de estudio.

**En dicha empresa debe continuar aplicando los costos continuos, para la planificación de costo, ya que le permite responder a situaciones reales a necesidad y evitar diferencias con la ejecución, es bueno implementar procesos donde origina niveles que permiten la planificación y productividad enlazado con los costos.**

**Autor:** Gutiérrez – Huamán (2014).

**Título:** Influencia de la motivación laboral en la productividad en la financiera UNO OECHSLE - HUANCAYO

**Ciudad y país:** Huancayo, Perú.

**Población y muestra:** Población 28 trabajadores que se encuestara.

**Tipo de Investigación:** Aplicada y explicativa

**Diseño de investigación:** No experimental, transversal.

**Instrumento de medición:** Histórico, estadístico, cuestionario, encuestas.

**Conclusiones:** La motivación laboral es un factor clave y esencial en lo que respecta al desempeño laboral de los trabajadores, por ende la situación de la motivación laboral en la Financiera Uno Oechsle no es lo adecuado, he de saberse que se puede motivar a los trabajadores no solo con recursos financieros, sino también con recursos no financieros. Los trabajadores distan mucho del cumplimiento de la productividad que la financiera Uno Oechsle les requiere, a causa de que carecen de motivación laboral lo cual se ve visualizado en los resultados mensuales de la productividad. Los incentivos utilizados como motivador laboral que se otorgó a los trabajadores demostraron que existe correlación entre la motivación laboral y productividad. Es imprescindible llevar la la motivación laboral en toda entidad para lograr los objetivos y metas.

**A grandes rasgos en la historia se vio que en la producción se ve reflejado que el ser humano como mano de obra fundamental en las industrias o compañías pequeñas, por ello trae como consecuencia el estrés laboral, por ello se implanta el área de talento humano hoy día como antes se conocía como recursos humanos, para que las compañías ejecuten la motivación a la mano de obra.**

**Autor:** Valera (2015).

**Título:** “Los costos ocultos del presentismo laboral en las empresas manufactureras de Lima: 2012”

**Ciudad y país:** Lima, Perú.

**Población y muestra:** Población 35,556 empresas manufactureras y muestra 53 empresas manufactureras.

**Tipo de Investigación:** Explicativa

**Diseño de investigación:** Descriptivo correlacional.

**Instrumento de medición:** Encuestas.

**Conclusiones:** El costo del presentismo, para el sector manufactura, son un mayor porcentaje de los costos totales, si lo comparamos con los costos por ausentismo y tardanzas. El costo del presentismo representan un 75.2% de los costos con valor agregado, en equiparación con los costos de tardanzas (1.04%) y ausentismos (23.74%). En los costos del presentismo laboral son una gran pérdida significativa para el sector de manufactura en la ciudad de Lima. El presentismo presenta una pérdida de 3, 725, 463,000 nuevos soles por año para la ciudad de Lima, un equivalente a 1, 432, 870,000 dólares americanos por año o el 0.78% del Producto Bruto Interno.

**En industrias de manufactura en nuestro país existen diferentes costos ocasionado por diferentes motivos, por lo que se debe mejorar el ausentismo y tardanzas ya que originan pérdidas de gran magnitud ya que se acumula con el factor tiempo.**

### **1.3 Teorías relacionadas al tema**

En el presente estudio sustentara de manera teórica, metodológica todos los conceptos relacionados al campo que atañe a las variables involucradas para esto subdividiremos este acápite en dos partes involucrando en la primera parte los temas relacionados con la filosofía Lean Construction (LC) y la segunda serán los temas relacionados a la producción y costos en obras de construcción.

#### **1.3.1 Variable Independiente: Lean Contruction (LC)**

##### **1.3.1.1 Conceptos**

Ballard y Howell (1998). Ponen el énfasis en que el pensamiento Lean, es una novedosa manera de gestionar los procesos constructivos y adapta las técnicas de manufactura en construcción, intentando alcanzar una aumento de estandarización en los proyectos, teniendo en cuenta una dinámica real de la construcción.

##### **1.3.1.2 Características**

Ghio (2001), Plantea que la diferencia de LC, de los hábitos tradicionales es que mira primordialmente las pérdidas y en la disminución de estas, mientras que Koskela (1992), señala que en segundo punto primordial es manejo de modelo de flujos propuesto por en contra posición del modelo de conversión. El modelo de flujo de procesos determina cuantiosas pérdidas que casi siempre se localiza en la construcción y donde el modelo de conversión no accede ver.

### **1.3.1.3 Teorías**

Howell (1998), Detalla que la gestión de la construcción bajo la filosofía Lean, dista de la práctica habitual ya que:

- Total claridad en las metas de los procesos.
- Suma al incrementar el desenvolvimiento del cliente en el proyecto.
- Se proyecta el producto y el proceso.
- Ejecutar el control de la producción durante toda la duración del proyecto.

Koskela (1992), Detalla que la filosofía LC, logra capturar las especialidades de los sistemas productivos en la industria constructiva, fomentando diferentes herramientas para enfrentar eficazmente el dinamismo, la variabilidad, y la temporalidad de los proyectos.

### **1.3.1.4 Principios de Lean Contruction**

Koskela (1992), explica que la filosofía LC, fomenta una cimiento de estudio de nueve principios claves para el eficiente control y la gestión de la producción los cuales son:

- Disminuir las actividades que no agregan valor Koskela (1994).
- Aumentar el valor del producto a través de la consideración
- Ordenación de los requerimientos del cliente.
- Disminuir la variabilidad.
- Disminuir el tiempo del ciclo.
- Abreviar mediante minimización de partes y pasos.
- Aumentar la transparencia en los procesos.
- Encauzar el control al proceso completo.
- Meter el mejoramiento continuo de los procesos.

- Referenciar permanente todos los procesos (Benchmarking)

### **1.3.1.5 Sectorización**

#### **1.3.1.5.1 Conceptos**

Serpell (1993), indica que: “La sectorización está enlazada con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, donde al dividir el trabajo en sectores más pequeños estamos dividiendo nuestro lote de producción en lotes mucho más pequeños que serán los que transferimos a las actividades siguientes (lotes de transferencia). Donde al sectorizar se está optimizando flujos de recursos en la obra, la cual genera un beneficio para todo el sistema de producción”.

Consiste en dividir toda la tarea que se ha de realizar en la ejecución del proyecto vale decir toda la ejecución de una actividad en áreas o sectores de tal manera que la suma de estos pequeños sectores dé el sector total. Con la particularidad que cada sector me contenga un volumen de trabajo igual o equivalente que el resto de los subsectores.

#### **1.3.1.5.2 Características**

Guzmán (2014), indica que: La sectorización en la industria constructiva de nuestro país se hace con el objetivo de dividir el trabajo en partes más pequeñas de esta manera lograr formar lo que llamamos un tren de trabajo, con esto se podrá dividir a las cuadrillas por ramas de especialización y mejorar cuantitativamente y cualitativamente los rendimientos de cada una de las cuadrillas echando mano de la curva de aprendizaje.

#### **1.3.1.5.3 Teorías**

Guzmán (2014), señala que: Se conoce como sectorización el proceso de división de una actividad o en la ejecución de la obra. En cantidades mucho más pequeñas denominadas sectores, cada sector tendrá que comprender una cantidad que sea aproximadamente igual a los demás para así mantener un flujo continuo entre sectores. La cantidad que se asignada a los sectores deberá presentar la viabilidad de realizarse en un día.

Esta sectorización está ligada con teoría de lotes de producción y transferencia, ya que al subdividir un conjunto de trabajos en sectores mucho más pequeños ponemos al lote de producción en lotes mucho más chicos que serán los que enlazamos a las actividades siguientes (lotes de transferencia). Igual manera al sectorizar se está optimizando los flujos de los insumos en la obra, el cual aportaría un beneficio para todo un sistema de producción.

#### 1.3.1.5.4 Proceso de sectorización

Brioso (2012), Indica que: El proceso de sectorización empieza con el metrado de actividades, proponer el número de sectores tentativamente a priori, proponer el metrado promedio que tendrá el sector, iterar sectores buscando balancear recursos.

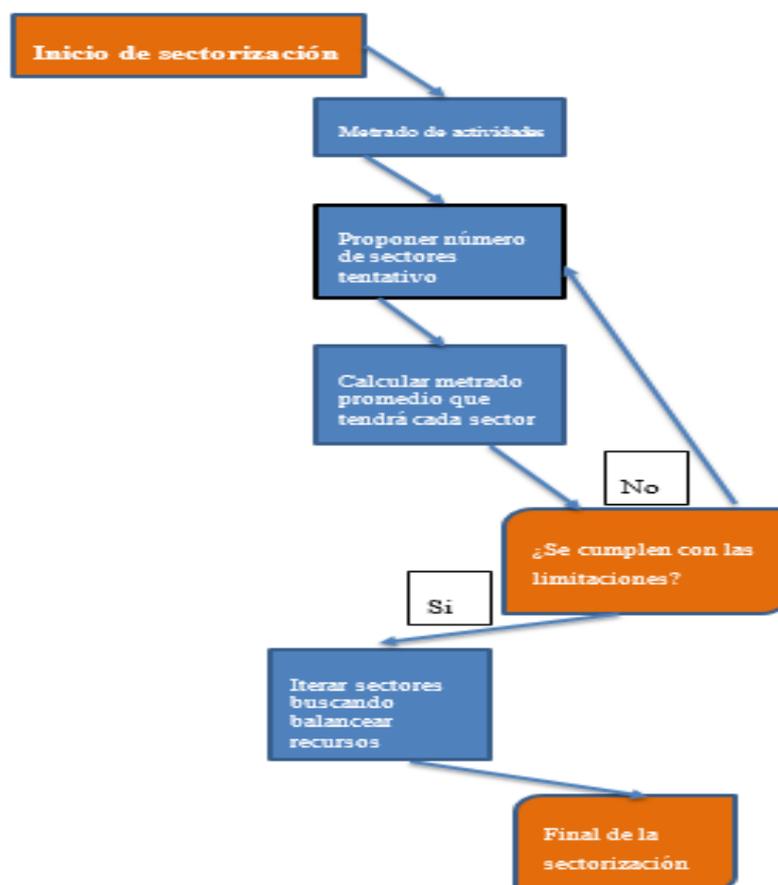
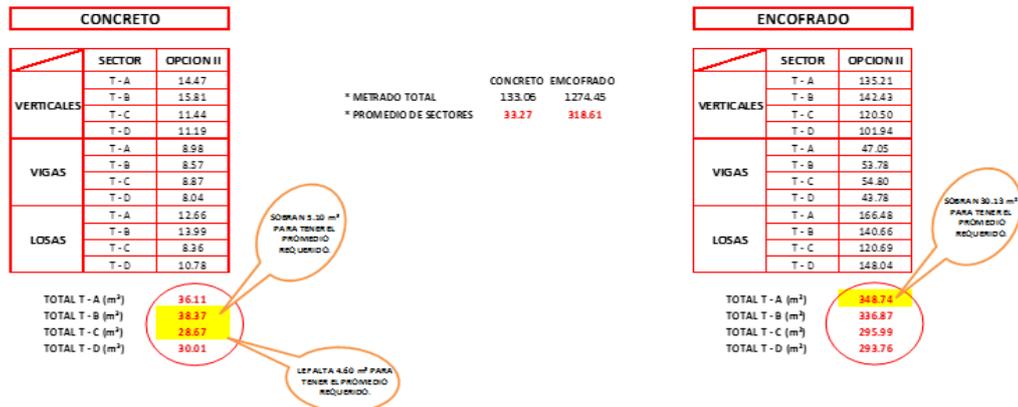


Figura 3. Proceso de sectorización

Fuente: Dr. Brioso L. X. (2012)

**POSIBLES SECTORIZACION**



**Figura 4. Planilla de sectorización**

Fuente: Dr. Brioso L. X. (2012)

**1.3.1.6 Dimensionamiento de cuadrilla**

**1.3.1.6.1 Conceptos**

Ramos (2015), indica que: El dimensionamiento de cuadrilla consiste en la selección de la cantidad de personal adecuado para la tarea a desarrollar. Comúnmente la selección del personal se realiza con el conocimiento práctico de los responsables de las obras (jefes de campo, maestro de obra o capataces). La selección del personal de acuerdo a este criterio no asegura en lo más mínimo la optimización de la cuadrilla.

**1.3.1.6.2 Características**

Ramos (2015), indica que: Definida la sectorización, teniendo en cuenta el plazo contractual, las metas internas, se obtuvo el tren de actividades, y de acuerdo a ello se calculó el número de personas necesarias para ejecutar la actividad en el plazo y costo requerido.

**1.3.1.6.3 Teorías**

Ramos (2015), indica que: Las nuevas técnicas en la gestión de proyectos de Contrucción sugieren que cada aspecto del sistema de producción sea evaluado para asegurarse de que cumplan con el requisitos que se tenían planteados, y que





industria de la construcción. La programación de cada actividad componente del flujo de trabajo se logra mediante el balance de las capacidades de las cuadrillas. Gracias a la experiencia de la industria manufacturera en la cual se evidenció que cuando se aplican los trenes de trabajo la eficiencia del sistema es la óptima, otra característica importante de esta es que nos ayuda a optimizar procesos secuenciales y de alto grado de repetitividad. En los trenes de trabajo cada estación lo compone un proceso buscándose siempre que estas estén balanceadas en capacidad y demanda.

Para esto se lograría que todos los procesos son críticos pues no son afectos de holgura, también todos los días cada cuadrilla produce lo mismo y que la cantidad de recursos sea constante.

#### **1.3.1.7.3 Teorías**

Guzmán (2014). El tren de actividades es un método similar a las líneas de producción en las industrias, en la cual el producto se aproxima a lo largo de varias estaciones transformándose en cada una de ellas. El caso de construcción donde no es una fábrica automatizada como las industrias y no se tiene la posibilidad de trasladar el producto a largo de varias estaciones, se creó un concepto de tren de actividades, donde el cual las cuadrillas de trabajo van avanzando uno tras otros a través de los sectores establecidos anteriormente en el flujo de sectorización, con objetivo de tener un proceso continuo y ordenado de trabajo, además de poder identificar fácilmente los avances a través de la ubicación de las cuadrillas en un sector determinado.

Como principales ventajas de la aplicación de los trenes de trabajo se tiene:

- Aumento de la productividad.
- Mejoramiento de la curva de aprendizaje.
- Se puede conocer lo que se avanzará y gastará durante el día.
- Se puede conocer el avance que se tendrá durante un día determinado.
- Abrevia la cantidad de trabajos rehechos

## Muros Pantalla



Figura 7. Ejemplo de tren de trabajo de un muro.

Fuente: Guzmán (2014)

### 1.3.1.7.4 Pasos para generar un tren de trabajo

Ghio (2010). Los pasos a seguir para generar un tren de actividades óptimo es:

**Sectorizar:** En esta etapa se debe de romper o dividir el área de trabajo en áreas pequeñas con igual volumen de trabajo con el objeto de acortar el ciclo del proceso y de esta manera generar el incremento de la productividad.

**Listar:** Aquí se enlista las actividades que componen los procesos del trabajo.

**Secuenciar:** En este paso se jerarquiza y agrupan de ser necesario las actividades componentes de los trabajos que se van a realizar.

**Dimensionar:** Se dimensionan los recursos (Cuadrillas, equipos, herramientas, etc.) necesarios para la realización eficiente y cabal de las actividades componentes de cada trabajo a realizarse.

Algunas de las principales ventajas y desventajas del uso de los trenes de trabajo se muestran a continuación.

Tabla 1

*Ventajas Y Desventajas del Tren de Actividades.*

<i>TREN DE ACTIVIDADES</i>	
<i>VENTAJAS</i>	<i>DESVENTAJAS</i>
-Especialización y curva de aprendizaje	-El incumplimiento de una actividad (Todas las actividades son críticas) genera improductividad en todo el sistema.
-Facilidad para el control	-El diseño de los Buffers es de acuerdo con la variabilidad
-Mejora inminente de la productividad	

Nota. Fuente: Dr. Brioso L. X. (2012).

### **1.3.1.8 Buffers**

#### **1.3.1.8.1 Conceptos**

Rodríguez (2012). Se conoce como Buffer a un colchón o amortiguador, como sería su interpretación al español, que se tiene como objetivo neutralizar los efectos negativos de la variabilidad en la construcción.

#### **1.3.1.8.2 Características**

Guzmán (2014). Los Buffers son una alternativa para disminuir la variabilidad en los procesos de producción en construcción, donde, no existen modelos analíticos que dimensionen los Buffers óptimos, ni metodologías que los administren adecuadamente. El uso de dimensión de Buffers óptimos permitirá el desarrollo de programas de construcción de mayor capacidad predictiva, así como también, una óptima administración de éstos resultara mejor el flujo de producción in situ en los proyectos. Además, se tiene un arduo trabajo para elaborar procedimientos óptimos de dimensionamiento de Buffers.

### **1.3.1.8.3 Teorías**

Alarcón & Gonzales (2003). El planeamiento y programación de proyectos de construcción son esenciales para el éxito de los proyectos, ya que definen la secuencia, el ritmo y duración de todos y cada procesos constructivos que engloba el proyecto. Además, las técnicas de programación convencionales no han abordado eficientemente su naturaleza de variable en proyectos, lo que se visualiza en retrasos y grandes costos. Aunque ahora se usa la metodología propuesta por la filosofía Lean Construction a través del Last Planner Glenn (1994), que minimiza considerablemente los efectos de la variabilidad para el proyecto, pero aún existe cierta variabilidad que no se puede controlar mediante esta herramienta y es por eso que se esquematiza el uso de Buffers para contrarrestar los efectos de la variabilidad que escapan del sistema Last Planner. Rodríguez (2012), “Se entiende como Buffer un colchón o amortiguador, como sería su traducción al español, que se tiene como alternativa para contrarrestar los efectos negativos de la variabilidad en la construcción”.

### **1.3.1.8.4 Tipos de Buffers**

Guzmán (2014), indica que los Buffers pueden ser de 3 tipos:

Buffer de Inventario:

El Buffer de inventario es común en los proyectos de la construcción y es necesario a la poca confiabilidad que tienen los proveedores.

Se entiende como buffer de inventario a una cantidad mayor a la necesaria de materiales y/o equipos para evitar el flujo que se detenga ante la falla en la entrega de algún recurso.

Buffer de Tiempo:

El Buffer de tiempo representa un colchón de tiempo para el proyecto donde se pueda utilizar en caso de que haya complicaciones y de esa manera no salirnos del plazo otorgado. En caso de proyectos de EDIFICA es común el uso de este tipo de Buffers porque en nuestras programaciones solo se cuentan cinco días hábiles por semana (Lunes a Viernes) dejando el día sábado como un Buffer de tiempo para realizar los trabajos que no hayan sido cumplidos en los cinco días contados en la

programación y de esta manera mejorar el porcentaje del PPC que se mide con el Last Planner.

Buffer de Capacidad:

Los Buffers de Capacidad son básicamente partes o partidas no críticas de la obra que se dejan de programar o realizar según el curso normal del proyecto para que se realicen cuando sea necesario un lugar de trabajo para el personal debido a la falta de frente o para colocar los materiales excedentes. En el caso de EDIFICA se usa este tipo de Buffer en varias actividades como por ejemplo se deja la nivelación del último sótano para ocasiones en las que no se tenga un frente de trabajo para una determinada cuadrilla y para no perder las horas de ese personal se le asigna dicha actividad. Además también se tiene el vaciado de la losa del último sótano y el ducto de monóxido como otro Buffer de Capacidad para usarlo en el caso de que se haya excedido el pedido de concreto premezclado o que no se tengan listos los elementos a vaciar donde así el concreto no se desperdicia y no genera pérdidas para el proyecto.

### **1.3.2 Variable Dependiente: Productividad y costos**

#### **1.3.2.1 Conceptos**

Existen diversos conceptos de productividad, Rodríguez (2012) Cita a Serpell (1999), quien sostiene que la productividad es “una 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”.

También GHIO (2001), define como un enlace entre la producción obtenida por un sistema de producción y los recursos utilizados para obtenerla. Lo que significa que una productividad incrementa e implica una mayor producción utilizando la misma cantidad de recursos.

Según estudios sobre la ocupación del tiempo de los trabajadores en la construcción se consideró que los trabajadores pueden realizar tres tipos de actividades:

Trabajo Productivo (TP): Corresponde a las actividades que contribuye en forma directa en la producción de alguna construcción. Ejemplo, vaciar concreto, asentar ladrillos, colocar cerámicos, etc.

Trabajo Contributorio (TC): Es la actividad de apoyo, se define como una actividad que es necesario para que se pueda realizar el trabajo productivo, pero que no aporta valor a la actividad de construcción. Es considerado una pérdida de segunda categoría y se debe minimizar al máximo posible para mejorar la productividad. Ejemplo, recibir y dar indicaciones, leer planos de la actividad, transporte de insumos de la Contrucción, etc.

Trabajo No Contributorio (TNC): Corresponde a cualquier otra actividad realizada por el ejecutor y que no se clasifica en las anteriores categorías, por lo tanto se consideran pérdidas, ya que son actividades que no son necesarias, tienen un costo y no agregan valor por lo que se busca descartarlas para mejorar el proceso productivo. Ejemplo descansos, esperas, trabajo rehecho, etc.

### **1.3.2.2 Características**

Bracamonte (2015), juntamente con las tareas diarias a desarrollar se entrega al capataz una relación de los integrantes de la cuadrilla, este formato plasma las partidas que se vienen ejecutando y las cuales serán puestas a medición y por ende a observación, en este formato llamado tareo, se colocan las HH (horas hombre) consumidas por cada trabajador en cada actividad específica. Cabe recalcar que que para lograr un mayor control de cuadrilla se da el tareo llenado con valores teóricos de avance de la actividad, es decir metrados. Todo este flujo de datos complementa el plan diario, ya que, con el metrado programado, el metrado avanzado en campo y las HH se puede obtener el rendimiento de ese día.

### **1.3.2.3 Teorías**

Koskela (1992), menciona un novedoso concepto de la producción mediante el flujo de materiales y/o información que se inicia en las materias primas hasta llegar o finalizar en el producto final. En dicho flujo, el material es procesado o transformado, inspeccionado, permanece en espera o en movimiento. Todo el conjunto de pasos es inherentemente diferente. El procesamiento da a conocer la característica de transformación de producción, donde en cambio, la inspección, el movimiento, y la espera representan el aspecto de flujo de la producción.

### **1.3.2.4 ciclo de la productividad**

Deming (1950), indica que: El ciclo de la productividad se puede clasificar en 4 grupos, estos orientados al incremento y la mejora de la productividad en una obra de construcción, tales grupos son:

**Planificar:** En esta etapa se planifican las incorporaciones o cambios que se han de implementar en el proceso o procesos que forman la cadena de valor del proceso de producción, este proceso de planificación según el enfoque Lean deberá de realizarse de manera colaborativa entre los ejecutivos de alto rango, especialistas y la parte operaria del sistema.

**Ejecutar:** En esta etapa se elabora y se pone en marcha los cambios y mejoras planificados en los procesos, Todos los cambios y mejoras que se implementen en los procesos debieron de haberse meditado lentamente y considerándose todas las opciones pertinentes de evaluar, la implementación de estos cambios o mejoras deben de realizarse de manera rápida y asertiva.

**Evaluar:** En esta etapa se analizan y evalúan minuciosamente los cambios y mejoras implementadas en los procesos, para luego ser discutidas y sujetas a mejoras u optimizaciones al respecto de la función en la que se ven envueltas o en su desempeño dentro del ciclo del proyecto.

**Actuar:** En esta última etapa se ponen de manifiesto la adopción o no de las mejoras o cambios realizados en las etapas previas, después de explorar una serie de aspectos relacionados a los ciclos de la producción y el funcionamiento diseñado o no de dichas mejoras.

### **1.3.2.5 Velocidad**

#### **1.3.2.5.1 Conceptos**

Buleje (2012), indica que la "cantidad de producción que se realiza en una unidad de tiempo".

#### **1.3.2.5.2 Características**

Briceño (2003), indica que la curva S de avance general de la obra, donde se observara el avance programado de la actividad así como el avance actual, del mismo modo muestra el inicio de procesos en obra distribuidos en tiempo, al centrar

nuestra atención en el avance por procesos, consecuentemente tendremos el control de avance de la ejecución del trabajo.

### **1.3.2.5.3 Teorías**

Briceño (2003), indica que La secuencias necesarias para la generación de una planificación maestra por hitos son: el metrado de partidas, definición de métodos constructivos, los cálculo de velocidad de cada partida en función de la tecnología seleccionada, cálculos de hitos intermedios así como la magnitud de los recursos necesarios.

### **1.3.2.6.4 ejemplo de velocidad**

Buleje (2012), indica que propone como ejemplo como una pareja de encofradores pueden obtener a encofrar todos los días 42.5m<sup>2</sup>, con lo cual tendríamos una velocidad de 42.5m<sup>2</sup> / día. Una cuadrilla de vaciadores que vacían todos los días el mismo cubaje de 34 cubos, la cuadrilla obtendría una velocidad de 34m<sup>3</sup> /día. Una máquina retro-excavadora que suele excavar y eliminar 10ml de cimiento corrido tiene un alcance de velocidad de 10ml/día. Si esta misma retro-excavadora labora 4 horas al día entonces se puede hablar de una velocidad de 2.5 ml/hora.

### **1.3.2.6 Rendimiento**

#### **1.3.2.6.1 Conceptos**

Rojas (2014), indica que: Cantidad de recursos usados para ejecutar una unidad de producción se categoriza como rendimiento en ejecución.

#### **1.3.2.6.2 Características**

Rojas (2014), indica que la cantidad de proyecto de alguna actividad completamente ejecutada por 1 cuadrilla, constituida por uno o varios operarios de diferente especialidades por unidad de recurso humano, habitualmente expresada como unidad de medida de la actividad por Hora Hombre - um/hh.

### **1.3.2.6.3 Teorías**

Rojas (2014), indica: La cantidad de trabajo realizado que se obtiene de los recursos de mano de obra y equipo por jornada.

### **1.3.2.6.4 Ejemplos**

Buleje (2012), indica que propone como ejemplo donde una cuadrilla de encofradores de la losa donde al final de la obra utilizaron cierta cantidad de recursos de 6980 horas hombre, obteniendo a encofrar 14,540 m<sup>2</sup>, por lo que eso se tendría un rendimiento global (en el capítulo 7 se define aquel término) de 0.48 hh/m<sup>2</sup>. Una pareja de pintores de fachada que culminaban de empastar la fachada de un edificio (360m<sup>2</sup>) en 5 días (85hh) tienen un rendimiento de 0.24hh/m<sup>2</sup>. Una pareja de instaladores de piso laminado que realizan un departamento (48m<sup>2</sup>) al día (17hh) tienen un rendimiento 0.35hh/m<sup>2</sup>.

### **1.3.2.7 Costos**

#### **1.3.2.7.1 Conceptos**

Degollar (2012). El costo es gasto económico que representa la confección de un producto o prestación de un servicio. Donde en otras palabras, el costo para los trabajos de dichas partidas de movimiento de tierras está representado por el pago de salarios, los equipos, la compra de materiales, la administración, la obtención de fondos para la financiación, etc. Que se debe ejecutar para lograr una meta operativa. Cuando no se logra alcanzar el objetivo deseado, se dice que una empresa tiene pérdidas.

#### **1.3.2.7.2 Características**

Degollar (2012). El costo de la mano de obra está determinado en categorías (oficial, peón, capataz y operario). El costo de la mano de obra así como conforme a la dificultad o facilidad de la ejecución de la obra, el riesgo o también la seguridad en el proceso constructivo, costumbres locales, las condiciones climáticas, etc. El costo de la mano de obra es la sumatoria de los siguientes rubros que están sujetos a disposiciones legales vigentes. Jornal básico Leyes sociales Bonificaciones, etc

### **1.3.2.7.3 Teorías**

Degollar (2012). Respecto al listado de partidas y cantidades, solo se trata de un extracto del Manual de Partidas referido a las diversas operaciones, trabajos y obras que consignan los estudios definitivos para un trabajo dado. Las especificaciones técnicas, constituyen otro parámetro primordial en la ejecución de las partidas y las metodologías o procedimientos de construcción a emplearse y consecuentemente en el análisis y cálculo de los costos unitarios, ya que dichas especificaciones precisan con claridad y amplitud la realización y aceptación de los trabajos y obras. La metodología para calcular el costo unitario de una partida, se basa en un procedimiento y en hoja de cálculo.

### **1.3.2.7.4 Se divide los costos**

Degollar (2012). El Colegio de Ingenieros del Perú, publico en el año 2008 el Manual de Partidas y Determinación de Costos donde nos hace resaltar que la estructura de costos de obras se define en dos partes: Costos directos, Costos indirectos.

Los costos directos de obra son los que manera directa y obligada a terminar y posibilitan una realización a través de los recursos o medios empleados en ella como son: la mano de obra, maquinaria, herramientas, y equipos especiales, materiales de construcción; son aquellos que tan necesarios que sin ellos no sería posible la realización o ejecución de los actividades u obras; los costos directos afectan solo a cada partida. Costos Indirectos Los costos indirectos de la obra, corresponden a los egresos que demandan las realizaciones auxiliares, y de apoyo, que en muchos casos suelen ser provisionales y temporales, por lo cual son necesarias como un medio para la ejecución de las obras y estructuras básicas o definitivas, los costos indirectos afectan o mejor son aplicables por lo general a varias partidas o todo el proyecto, caso por ejemplo de la movilización de las maquinarias o la construcción de accesos internos, por lo que para su afectación a nivel de cada partida debería hacerse un análisis, pero como esto resulta en la práctica demasiado dificultoso y no muy práctico, es mejor considerarlo en forma independiente y global.

## **1.4 Formulación del problema**

### **1.4.1 Pregunta general**

¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la productividad y costos en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018?

### **1.4.2 Preguntas específicas**

**P. E1:** ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la velocidad en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018?

**P. E2:** ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza el rendimiento en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018?

**P. E3:** ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza el costo en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018?

## **1.5 Justificación del estudio**

### **1.5.1 Justificación teórica**

Es importante porque permitirá validar un modelo de administración, filosofía Lean Construction en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

### **1.5.2 Justificación metodológica**

A partir de los resultados de la aplicación del modelo administrativo Lean Construction en una realidad concreta como es la Contrucción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018, alcanzar sugerencias a empresas privadas y organizaciones públicas, experiencias y recomendaciones para optimizar la productividad y los costos en el sector de Contrucción.

## **1.6 Hipótesis**

### **1.6.1 Hipótesis general**

La aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la productividad y costos en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

### **1.6.2 Hipótesis específicas**

H. E1: La aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la velocidad en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

H. E2: La aplicación de la filosofía de lean construction optimiza el rendimiento en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

H. E3: La aplicación de la filosofía de lean construction optimiza el costo en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

## **1.7 Objetivos**

### **1.7.1 Objetivo General**

Aplicar la filosofía de lean construction para optimizar la productividad y costos en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

### **1.7.2 Objetivos específicos**

O. E1: Aplicar la filosofía de lean construction para optimizar la velocidad en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

O. E2: Aplicar la filosofía de lean construction para optimizar el rendimiento en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

O. E3: Aplicar la filosofía de lean construction para optimizar el costo en la construcción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

## II. MÉTODO

### 2.1 Diseño de investigación

Es cuasi experimental, porque en ciencias sociales no hay experimento puro, es decir, si se vuelve a aplicar Lean, los resultados no serán exactamente iguales, sino parecidos, los sujetos considerados en el grupo de estudio están constituidos y se va a evaluar tanto la productividad, velocidad, rendimiento y los costos.

La investigación es del tipo longitudinal, porque la información se recoge en dos momentos, antes y después de la experimentación de Lean.

El diagrama del diseño cuasi-experimental es el siguiente:

O1      X      O2

O1: Medición previa de la productividad y los costos, según Expediente Técnico.

X: Aplicación del Lean Construction, en la Construcción de falso piso.

O2: medición de la productividad y los costos después de la aplicación de lean construction en la construcción, en el grupo experimenta

### 2.2 Variables, Operacionalizacion

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE
V. I Lean Constructio n (LC)	Es la metodología para el manejo de la productividad en obra, a través de la cual se reduzcan o se eliminen todas las actividades	Se elabora un plan de trabajo para la construcción del piso falso, considerando los principios de Lean Construction: La sectorización, dimensionamiento de cuadrilla, tren de trabajo, buffers, sistema del último	Sectorización	Razón	Ordinal
			Dimensionamiento de cuadrilla		
			Tren de trabajo		
			Buffers		

	que no agregan un valor a la obra, aplicando metodologías Lean. (Porras D.H, 2014).	planificador y lookahead			
<b>V.D</b> Productividad y costos	Está referida a la mejora que se pretende lograr en términos de tiempo (reducción del tiempo en ejecución de las actividades), calidad (trabajos hechos con mayor calidad y acabado) y costos (reducción o mejor uso de los recursos económicos) en la obra a ejecutarse. (Ghio C. V, 2010).	Mediante la revisión del expediente técnico del proyecto, respecto a la unidad de análisis, construcción del falso piso, construiremos la línea de base en función a lo programado: Programación semanal, programación diaria, lecciones aprendidas, velocidad, rendimiento y tiempo. Concluida la aplicación de nuestro plan de trabajo con la filosofía de Lean, compararemos nuestros resultados respecto a lo programado según expediente técnico y	Velocidad  Rendimiento  Costos	Razón	Ordinal

		determinados el nivel de eficiencia de la metodología de Lean Construcción.			
--	--	---	--	--	--

## **2.3 Población y muestra**

### **2.3.1 Población**

Para la presente investigación la población, está conformado por 11 trabajadores (Operarios, capataz, maestro de obra y peones) que laboraron en la Contruccion del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

### **2.3.2 Muestra**

La muestra es censal, siendo la muestra igual a la población.

## **2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos**

### **2.4.1 Técnicas**

Revisión documental, mediante la revisión del Expediente Técnico del proyecto SNIP 67018, partida falso piso 1:8 e=4, respecto a las dimensiones velocidad, rendimiento y costo, antes y después de la aplicación de Lean Contruccion. Ex – ante y ex - post a la aplicación de Lean Contruccion.

### **2.4.2 Instrumentos**

Los Instrumentos de recolección de información de campo se utilizó las fichas de campo o formatos de control, cámara fotográfica, cronometro y análisis de documentos, junto a tablas de estadística y formatos en Excel.

## **2.5. Métodos de análisis de datos**

El procesamiento de los datos se realizará mediante hojas de cálculo de Excel. La presentación de los datos se realizó mediante tablas y gráficos y se determinaron las medidas comparativas y razones más adecuadas a las variables de estudio.

## **2.6. Aspectos éticos**

Se consideró preciso determinar las siguientes normas éticas durante el desarrollo de la investigación:

- Registros exactos, veracidad en los datos, respeto, honestidad intelectual, investigación con independencia de criterio y revisión fiable de las fuentes bibliográficas utilizadas en la investigación.
- El investigador cumplirá con los lineamientos, normas y reglamentos vigentes de la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo

### III. RESULTADOS

#### 3.1 Proyecto de Estudio

##### 3.1.1 Ubicación del proyecto de estudio

La zona del proyecto de estudio se encuentra ubicado en:

Región : Moquegua  
Provincia : Ilo  
Distrito : Ilo  
Urb. : Miramar  
Lote : Mz 1 Lote 1  
Coordenadas (A) : Norte: 8048841.3067  
Este: 251227.2777

Nivel Sobre el Mar : 50 msnm

LINDEROS:

Por el frente : Av. Pacifico (con una línea quebrada de 144.85 ml)

Por el lado izquierdo : Con la I.E.I. 298 (con una línea quebrada de 75.27 ml, con cinco segmentos de 9.15, 2.13, 1.66, 6.32, 56.01 ml)

Por el lado derecho : Calle San Martín (con una línea recta de 71.12 ml)

Por el fondo : Vía Férrea (con una línea recta de 136.51 ml)

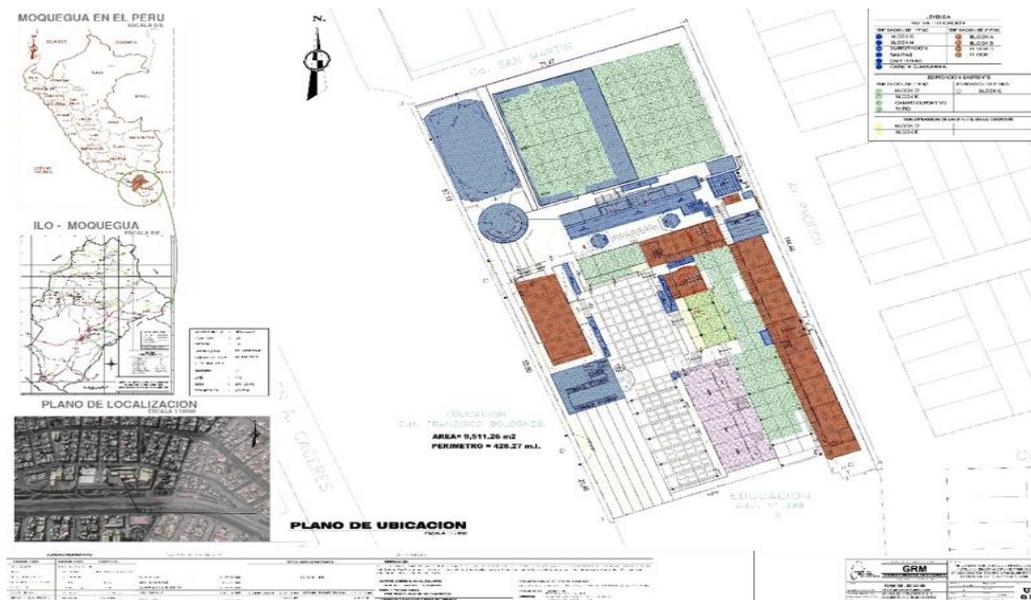


Figura 8. Ubicación del Proyecto.

Fuente: Elaboración Propia.

### 3.1.2 Sistema de gestión

El sistema gestión de proyectos contempla el planeamiento, la organización y la administración eficiente de los recursos con el objetivo de alcanzar metas programadas, en nuestro caso de estudio de nuestro proyecto tenemos las siguientes características:

Unidad Gestora : Gobierno Regional Moquegua.

Unidad Ejecutora : Gobierno Regional Moquegua.

Modalidad Ejecución. : Administración Directa.

Se tomó a bien describir la situación actual del sistema de gestión en el presente, pues este nos brindara un aspecto general de cómo se está manejando este sistema en nuestro proyecto de estudio.

El personal a nivel operativo que se encontró al momento de realizar las mediciones de campo son los siguientes:

Tabla 2

#### *Sistemas de gestión del proyecto*

<i>SISTEMA DE GESTIÓN EN EL PROYECTO</i>	
Gestión de Plazos y costos	Existe un responsable del área de Costos y Plazos perteneciente al área de la oficina técnica
Gestión de Calidad y Seguridad	El área de la calidad está a cargo del ing. Supervisor del proyecto, El área de la Seguridad está a cargo del ing. De seguridad del proyecto
Gestión de Recursos Humanos	La gestión de recursos humanos estaba a cargo del ing. Residente de obra, la ejecución del proyecto consta de 05 Operador de equipo Liviano, 04 operador de equipo pesado, 02 topógrafos, 03 capataz 10 Operario, 10 Oficial, 50 Peón, 1 Controlador oficial
Gestión de la Producción	No se cuenta con una oficina especializada en la gestión de la Producción, Solo se controlan avances de obra por parte de la residencia del proyecto

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 3

*Personal Operativo en Campo del Proyecto*

<i>PERSONAL OPERATIVO</i>	<i>CANTIDAD</i>
Operador de equipo liviano	5
Operador de equipo pesado	4
Topógrafo	2
Capataz	3
Operario	10
Oficial	10
Peón	50
Controlador oficial	1
<i>Total</i>	<i>85</i>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

### **3.2 Situación actual del proyecto**

Nuestra realidad constructiva resulta bastante deficiente en muchos aspectos tales como gestión eficiente de recursos e insumos en nuestras obras, retrasos en los tiempos de entrega, costos adicionales a los proyectados, falta de prevención en los riesgos y variabilidades que se podrían presentar, falta de comunicación y coordinación entre el personal operario y la gerencia de los proyectos, etc. Es por estas y muchas más razones que se ha visto necesario evaluar la situación actual del proyecto “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I no. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.

El objetivo principal de esta evaluación es determinar cuánto de la mano de obra (HH) programado inicialmente (Expediente técnico) se ha llegado a usar en plenitud y compararlo con la cantidad de HH que se ha usado realmente hasta la actualidad. Esto nos da una mejor visión de un aspecto general de como se está desarrollando la ejecución del proyecto a través de una curva “S” comparativa en lo que es el recurso mano de obra (HH).

Cabe señalar adicionalmente que la mano de obra (HH) realmente usada hasta la fecha del último día de control, se realizó teniendo en cuenta el control de asistencia del personal obrero, tareaje de las labores específicas realizadas, inspección visual de los trabajos realizados, señalando que estas maneras de llevar un control de la

mano de obra (HH) utilizada, presentan serias limitaciones que son propias del mismo sistema de ejecución de la obra. Pero como se trata de una evaluación preliminar del estado de la obra lo tomaremos como referencial para propósitos de nuestro estudio.

Tabla 4

*Horas Hombre (HH) Programas (Expediente técnico).*

Descripción Partida	Enero (hh)	Febrero (hh)	Marzo (hh)	Abril (hh)	Mayo (hh)	Junio (hh)	Julio (hh)	Agosto (hh)	Setiembre (hh)	Octubre (hh)
OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53
ESTRUCTURAS	10,337.56	30,334.56	50,214.68	60,368.25	80,356.98	100,345.25	120,564.21	160,325.45	187,158.49	187,158.49
ARQUITECTURA	0.00	40,665.25	80,321.55	120,658.75	160,356.80	180,325.60	195,356.20	205,325.40	210,235.70	232,081.87
INSTALACIONES SANITARIAS	0.00	575.25	755.60	10,245.35	1,250.70	1,500.50	1,850.20	1,950.25	2,035.50	33,256.45
INSTALACIONES ELÉCTRICAS	0.00	0.00	0.00	1,250.35	2,564.55	3,568.50	4,365.80	5,250.13	6,550.50	6,558.48
IMPLEMENTACIÓN Y EQUIPAMIENTO	0.00	0.00	0.00	0.00	70.50	130.00	200.50	280.50	375.80	400.00
IMPACTO AMBIENTAL	200.50	400.00	550.25	620.80	850.25	1,500.20	1,750.25	1,850.60	1,955.85	2,056.00
RED MEDIA TENSIÓN	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	60.00	125.00	180.00	250.00	320.00
	36,216.59	97,653.59	157,520.61	218,822.03	271,128.31	313,108.58	349,890.69	400,840.86	434,240.37	487,509.82

Nota. Fuente: Elaboración Propia

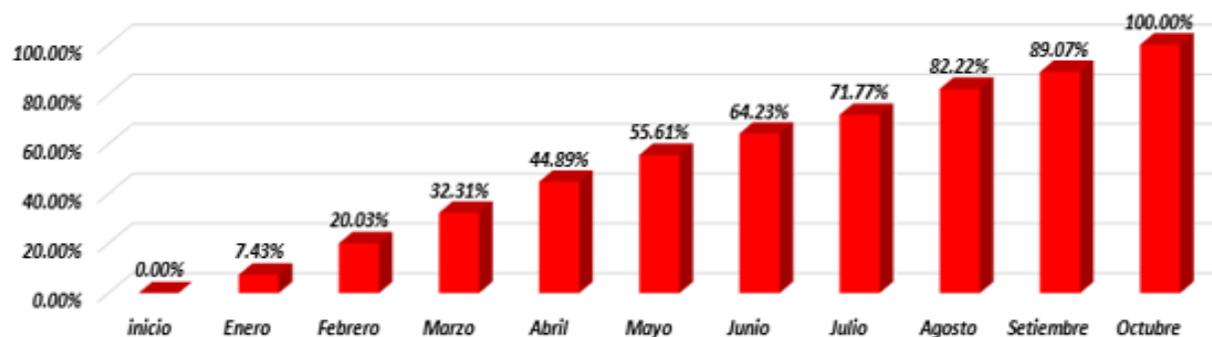


Figura 9. Porcentaje de horas hombre (HH) programado.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 5

*Horas Hombre Realmente Utilizadas.*

Descripción Partida	Enero	Febrero	Marzo	Abril	Mayo	Junio	Julio
Obras provisionales, trabajos preliminares, seguridad y salud	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53	25,678.53
Estructuras	6,202.54	18,200.74	30,128.81	36,220.95	48,214.19	60,207.15	72,338.53
Arquitectura	0.00	30,498.94	60,241.16	90,494.06	120,267.60	135,244.20	146,517.15
Instalaciones sanitarias	0.00	500.47	657.37	8,913.45	1,088.11	1,305.44	1,609.67
Instalaciones eléctricas	0.00	0.00	0.00	687.69	1,410.50	1,962.68	2,401.19
Implementación y equipamiento	0.00	0.00	0.00	0.00	57.81	106.60	164.41
Impacto ambiental	154.39	308.00	423.69	478.02	654.69	1,155.15	1,347.69
Red media tensión	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	49.38	102.88
	32,035.45	75,186.67	117,129.57	162,472.71	197,371.43	225,709.12	250,160.05

Nota. Fuente: Elaboración Propia

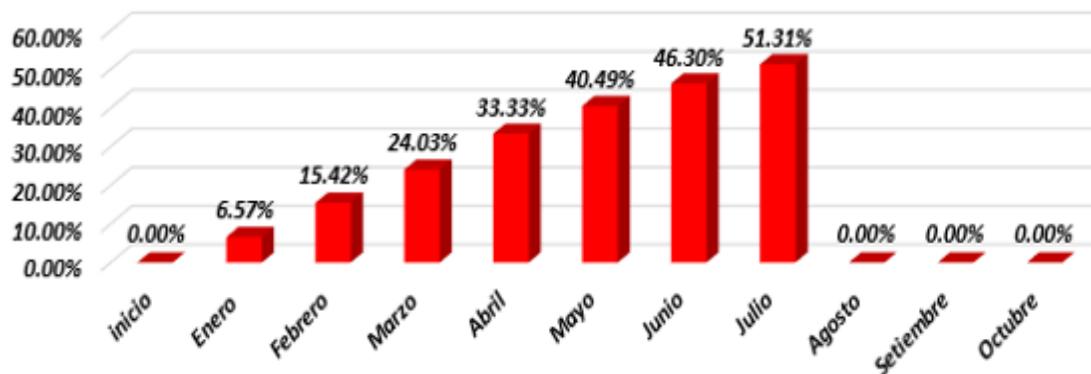


Figura 10. Porcentaje de horas hombre (HH) realmente ejecutado.

Fuente: Elaboración Propia

La siguiente curva “S” se determinó a partir de los datos de las tablas 8 y 9, en esta curva “S” puede verse claramente que la hasta el mes de Julio del presente año la obra en cuestión tiene un retraso en la cantidad de HH que debieron ejecutarse, este retraso refleja una pérdida de productividad, un incremento en el tiempo de ejecución de la misma, un incremento en el costo, etc.

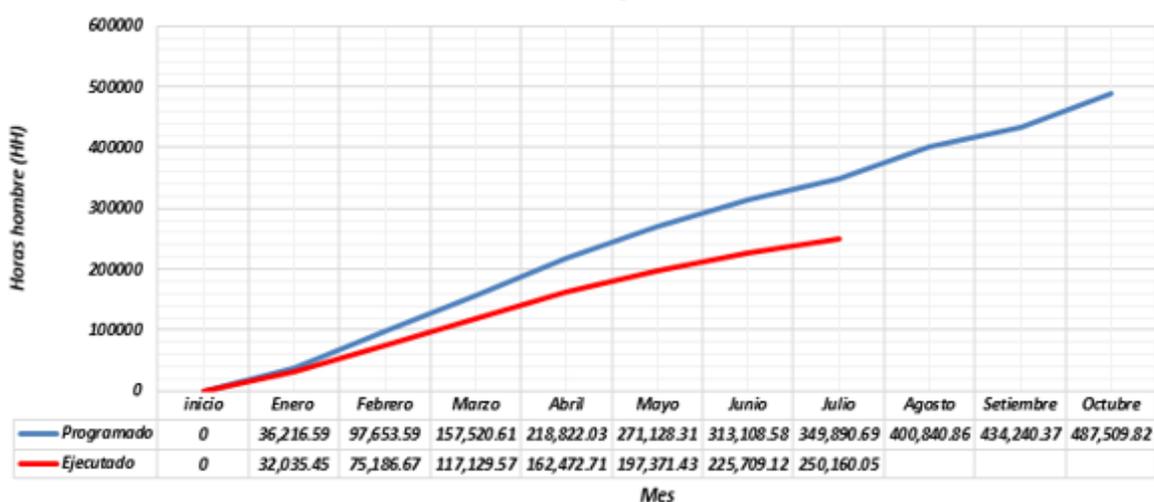


Figura 11. Curva "S" de Trabajo en Horas Hombre (HH).

Fuente: Elaboración Propia

### 3.3 Descripción de las áreas de estudio

El proyecto total abarca una gran cantidad de ambientes (Blocks y ambientes de servicio y externos), por lo cual se escogió un pabellón de varios Blocks, de todos los pabellones que contempla la obra en general, para nuestro estudio escogimos el pabellón “A”, que contiene tres blocks los cuales son:

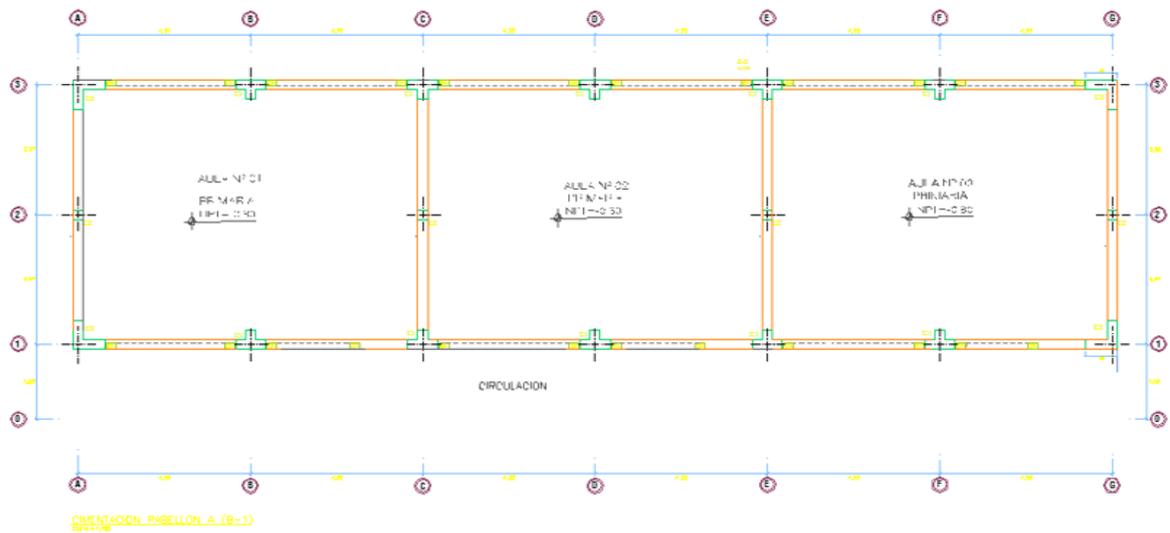
Block 1, pabellón A

Block 2, pabellón A

Block 3, pabellón A

De los cuales dos pabellones son exactamente iguales (block 1 y block 2) y el tercer block que es el más pequeño de todos, así como se puede apreciar en los planos. Para nuestro estudio escogimos los dos primeros blocks 1 y 2 los cuales como ya se mencionó, son exactamente iguales, el block 1 y la herramienta “Nivel de actividad general” nos servirán para realizar la recolección de datos, análisis y resultados de todos los indicadores antes de la implementación de las herramientas

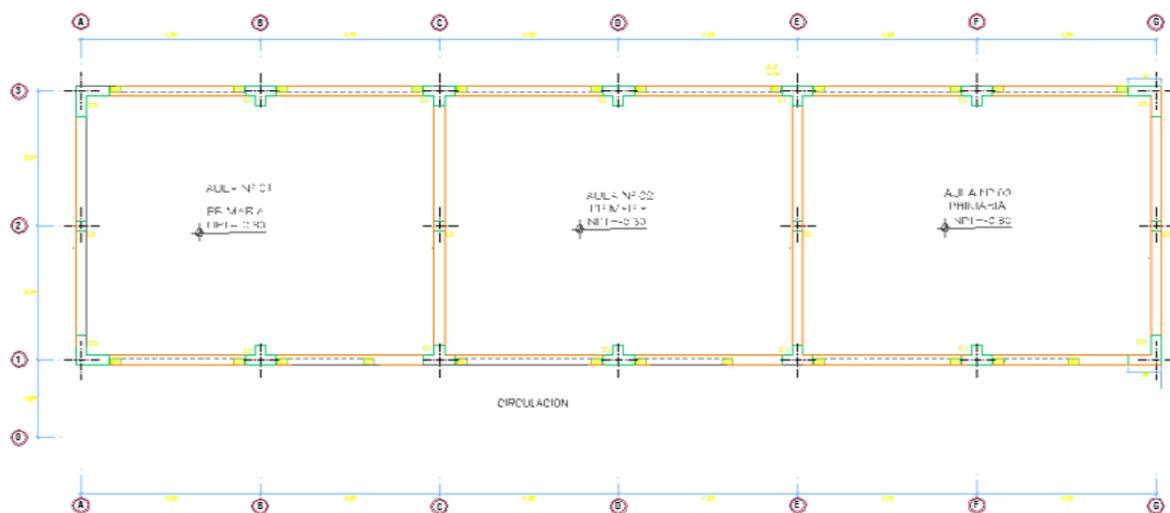
Lean Construction (LC) y el block 2 nos servirá para determinar dichos indicadores después de la implementación de las herramientas Lean Construction (LC).



**Figura 12. Bloque 1-Pabellón A.**

Fuente: Elaboración Propia

Los blocks 1 y 2 de este pabellón están constituidos por 3 ambientes (aulas de estudio) cada uno con áreas de 55 m<sup>2</sup> en planta haciendo un área total de block de 165 m<sup>2</sup>, en el cual se ejecutarán las actividades de la partida en estudio. Mientras que el block 3 está constituido de dos ambientes (depósito y guardiana), que cubren un área de 22 m<sup>2</sup> en total.



**Figura 13. Block 2 - Pabellón A.**

Fuente: Elaboración Propia

### **3.4 Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas LC)**

El nivel general de actividad es una herramienta que propone LC, con el objeto de tener una perspectiva general del nivel de productividad en la obra, los datos obtenidos de esta medición son tomados en todas las partidas ejecutadas en obra. Para tal efecto lo que se realiza es la medición y clasificación del tipo de trabajo que esté desarrollando cada operario en uno de los tres tipos de trabajo que componen la realización de una obra, siendo estos trabajos productivos (TP), Trabajos Contributorios (TC) Y Trabajos no Contributorios (TNC). Según Serpell (1993) se necesita un total de 384 mediciones como mínimo para tener resultados estadísticamente validos por lo que nosotros para la realización de este trabajo nos ceñiremos a este valor numérica realizando 400 observaciones en 5 días de trabajo. Las observaciones pueden ser realizadas de distintas formas es decir mediante observación directa desde un mismo punto (si el punto brinda las condiciones de visualización completa para toda la obra), de no ser el caso se tienen que programar recorridos por todos los ambientes donde se desarrollen trabajos, por grabación mediante el uso de equipo de filmación, etc. Lo más importante al desarrollarse esta labor es que se tomen datos de todos los trabajadores intervinientes en la obra. Los datos deben de recabarse en distintos días de trabajo y bajo condiciones normales de trabajo, de esta forma se minimizará la influencia de la variabilidad en la toma de datos y se tendrá un resultado que se ajusta más a la realidad de la obra.

Nuestro trabajo de recolección de datos se realizó a través de una planilla que clasifica todos los datos obtenidos en cada uno de los tres grupos y el subgrupo que la compone teniéndose en total un total de 400 observaciones realizadas en 5 días laborales (lunes a viernes), con un total de 80 observaciones por día

A continuación se detalla los subgrupos componentes de los trabajos contributivos y los no contributivos, cabe mencionar que esta clasificación de subgrupos se realizó teniendo en cuenta la bibliografía consultada y una entrevista previa a los responsables de obra que nos brindaron un punto de referencia para la clasificación de subgrupos que sean lo más representativos posibles de todas las actividades que pudieran componer los grupos principales, pues es evidente que no se puede entrar a detalles minuciosos en la clasificación de los subgrupos pues la gran

cantidad volvería muy difícil y engorrosa el manejo de la información y no nos proporcionaría un mayor nivel de significancia apreciable en los resultados finales.

### 3.4.1 Trabajo Contributorio (TC)

El trabajo contributivo este compuesto por los siguientes subgrupos de actividades:

<i>Trabajo Contributorio</i>	
<i>Sigla</i>	<i>Significado</i>
T	Transporte
L	Limpieza
I	Indicaciones o Instrucciones
M	Mediciones
X	Otros TC

**Figura 14. Actividades componentes del TC.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2 Trabajo no Contributorio (TNC)

El trabajo contributivo está compuesto por los siguientes subgrupos de actividades:

<i>Trabajo No Contributorio</i>	
<i>Sigla</i>	<i>Significado</i>
V	Viajes
N	Tiempo Ocioso
E	Espera
R	Trabajo Rehecho
D	Descanso
B	Baño u ocupaciones físicas
Y	otros TNC

**Figura 15. Actividades componentes del TNC.**

Fuente: Elaboración Propia

A continuación, se presenta el formato de procesamiento de datos de todas las actividades para todos los días en los cuales se tomó la muestra.

Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación del Lean Construcción en la partida concreto para falso piso en la obra "Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I no. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo Departamento de Moquegua-2018.

Mediciones de tiempos de ocupación en la ejecución de la Obra							Hora de Inicio						
Investigador: Jorge Suarez				Fecha: 01/03/2018		Hora de Término							
	TP	T (Transporte)	L (Limpieza)	I (Indicaciones)	M (Mediciones)	X (Otros TC)	V (Viajes)	N (Tiempo Ocioso)	E (Espera)	R (Trabajo Redicho)	D (Descanso)	B (Baño u ocupaciones)	Y (Otros TNC)
1		1											
2				1									
3	1												
4						1							
5	1												
6				1									
7	1												
8			1										
9		1											
10							1						
11		1											
12			1										
13				1									
14							1						
15	1												
16					1								
17								1					
18						1							
19	1												

Figura 16. Formato de procesamiento de datos de todas las actividades.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.3 Resultados del nivel general de actividad

#### 3.4.3.1 A nivel general

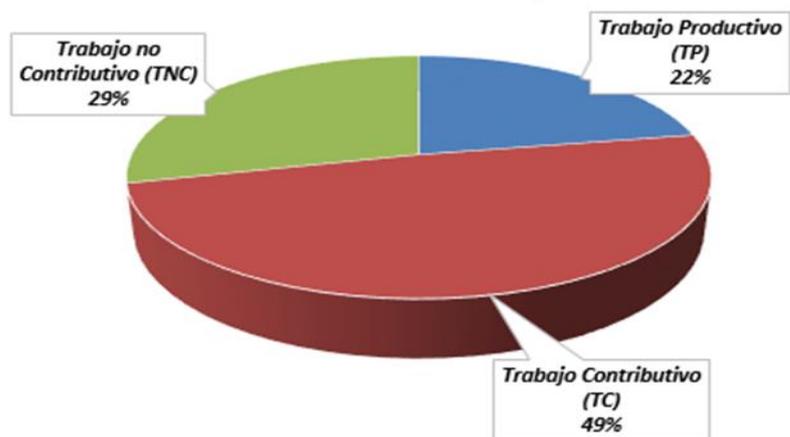
Procesando los datos ante presentados en las planillas de recolección de datos obtuvimos los siguientes resultados a nivel de trabajo general es decir TP, TC y el TNC, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 6

*Porcentaje del Nivel General de Actividad.*

ACTIVIDAD	N° (VECES)	PORCENTAJE
<b>(TP): Trabajo Productivo</b>	<b>89</b>	<b>22.25%</b>
<b>(TC): Trabajo Contributivo</b>	<b>196</b>	<b>49.00%</b>
<b>(TNC): Trabajo no Contributivo</b>	<b>115</b>	<b>28.75%</b>
<b>Total</b>	<b>400</b>	<b>100.00%</b>

Nota. Fuente: Elaboración Propia



**Figura 17. Porcentaje a nivel general de actividad.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.3.2 A nivel de Trabajo Contributorio (TC)

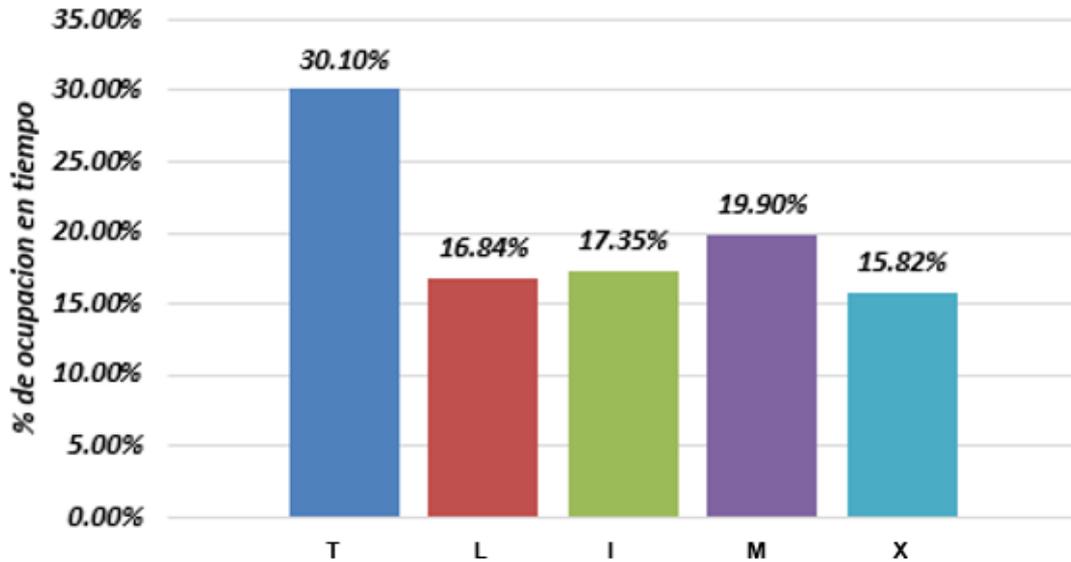
Procesando los datos ante presentados en las planillas de recolección de datos obtuvimos los siguientes resultados a nivel de trabajo TC, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 7

*Porcentaje a Nivel General de Actividad TC.*

Actividad	Nº de veces	% (Nº de veces)
T (Transporte)	59	30.10%
L (Limpieza)	33	16.84%
I (Indicaciones)	34	17.35%
M (Mediciones)	39	19.90%
X (Otros TC)	31	15.82%
<b>Total</b>	<b>196</b>	<b>100.00%</b>

Nota. Fuente: Elaboración Propia



**Figura 18. Estadísticas Nivel general de la actividad TC.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.3.3 A nivel de Trabajo no Contributorio (TNC)

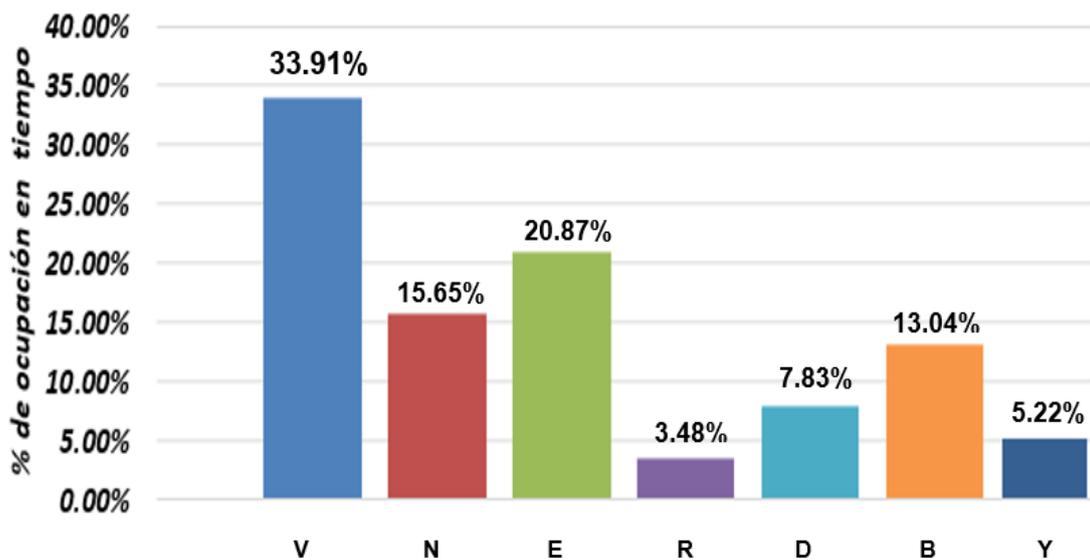
Procesando los datos ante presentados en las planillas de recolección de datos obtuvimos los siguientes resultados a nivel de trabajo TC, obteniendo los siguientes resultados:

Tabla 8

*Porcentaje a Nivel General de Actividad TNC.*

ACTIVIDAD	Nº DE VECES	% (Nº DE VECES)
V:(Viajes)	39	33.91%
N:(Tiempo Ocioso)	18	15.65%
E:(Espera)	24	20.87%
R:(Trabajo Rehecho)	4	3.48%
D:(Descanso)	9	7.83%
B:(Baño u ocupaciones)	15	13.04%
Y:(Otros TNC)	6	5.22%
Total	115	100.00%

Nota. Fuente: Elaboración Propia



**Figura 19. Estadísticas Nivel general de la actividad TNC.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.4 Cartas balance

Las cartas balance representan más a detalle el nivel de productividad de una partida específica que se desarrolle en obra, estas cartas constituyen una herramienta potentísima par que la gestión de la productividad de la partida sea eficaz y esta se expanda a toda la obra en general pues su importancia estriba en la optimización de los procesos es decir lograr procesos eficientes.

El análisis que realizan las cartas de balance es el de mano de obra, con el objetivo de obtener los tiempos que son empleados por los trabajadores en cada actividad que constituye la partida, el procedimiento es bastante parecido al de la medición del nivel de actividad general que tomamos para toda la obra con la diferencia que aquí el nivel de detalle es mucho mayor (Listado de todas las actividades) y es aplicado a partidas específicas. La clasificación de las actividades componentes de cada partida se realizará en los tres grupos de trabajos generales (TP, TC, TNC) debiéndose obtener información válida para determinar además de los tiempos de ocupación también los tiempos de ejecución.

Para nuestro estudio realizaremos la carta de balance de la partida “partida concreta para falso piso” pues es la partida que planteamos desde un inicio analizar y optimizar, para tal efecto y teniendo en cuenta el nivel de detalle requerido para

esta medición debemos de contar con el registro de los trabajadores que realizaran dicha partida e identificar y medir los tipos de trabajos realizados (TP, TC, TNC).

Según el análisis de costos unitarios tenemos que la partida consta con:

El procedimiento general para el desarrollo de las cartas balance es:

Tomar los datos para todos los obreros que conforman la cuadrilla.

Observar a cada uno de los trabajadores en intervalos de tiempo de un minuto (es decir 5.45 segundos por trabajador) y se anota en un cuadro de doble entrada en donde en la columna vertical izquierda es el número de observación por cada trabajador y en la fila correspondiente a cada observación se indica la actividad que se está realizando según su abreviatura.

Se deben de realizar un mínimo de 384 observaciones por cada trabajador para que los resultados sean representativos estadísticamente hablando, si tenemos en cuenta que son 11 trabajadores que componen la partida tendremos un total de  $384 \times 11 = 4224$  observaciones.

La anotación de la actividad que se está realizando será instantánea, es decir se observa la labor del trabajador y se anota en su respectivo casillero de la tabla de doble entrada. Cabe mencionar que no siempre se cumplen el minuto de observación para los 11 trabajadores por que la observación es por parte mía la cual como es natural está sujeta a variabilidad.

Cuadrilla Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas Lean):

Según este análisis (ACU) a nuestra partida de control y seguimiento le corresponde una cuadrilla de 11 trabajadores:

- 1 Operador de equipo liviano
- 1 Capataz
- 2 Operarios
- 1 Oficial
- 6 Peones

Estos trabajadores estarán sometidos a monitoreo y control de su productividad indirecta mediante el método de la carta balance, para tal fin debemos de consignar los datos personales de estos trabajadores (Nombres y apellidos), conjuntamente con la enumeración detallada de los subgrupos de trabajos que conforman los trabajos (TP,TC y TNC) este detalla miento de los trabajos que constituyen los tres

grupos de trabajo principales servirá para el análisis de las tareas que no añaden valor al producto y su corrección y optimización posterior.

Tabla 9

*Datos de los Trabajadores de la Cuadrilla.*

CARGO	NOMBRE Y APELLIDO
Operador de equipo liviano(1)	Manuel Arana Suarez
Capataz(0.2)	Octavio Paz Alburquerque
Operario(1)	Mario Costas Palacios
Operario(2)	Christian Rodríguez López
Oficial(1)	Carlos Pariona Chávez
Peón(1)	Gustavo Pacheco Buendía
Peón(2)	Crisóstomo Veliz Soto
Peón(3)	Marco Ore Soto
Peón(4)	Daniel Seminario Espíritu
Peón(5)	Sandro Baquerizo Limache
Peón(6)	José Contreras Córdor

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Detallamiento de las actividades componentes de los TP, TC, TNC para Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas Lean):

TP	
C	Preparación de concreto
U	Vaciado de concreto
Z	Enrasado de concreto
TC	
V	Preparación de material
A	Mediciones
F	Compactado y nivelación del terreno
I	Transporte del concreto
R	Seguridad
L	Indicaciones
TNC	
E	Esperas
M	Descanso
N	Trabajo Rehecho
X	Viajes improductivos
VI	Búsqueda de material
BA	Baño

**Figura 20. Detalle de las actividades componentes de los trabajos.**

Fuente: Elaboración Propia

Como es evidente la gran cantidad de datos no, se pondrán por completo en este informe, pero se dejará en el archivo digital para su observación y análisis.

Mostraremos el esquema general de cómo se realizó la codificación de los datos y su respectivo análisis:

Llenado de la planilla de la carta balance para Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas Lean):

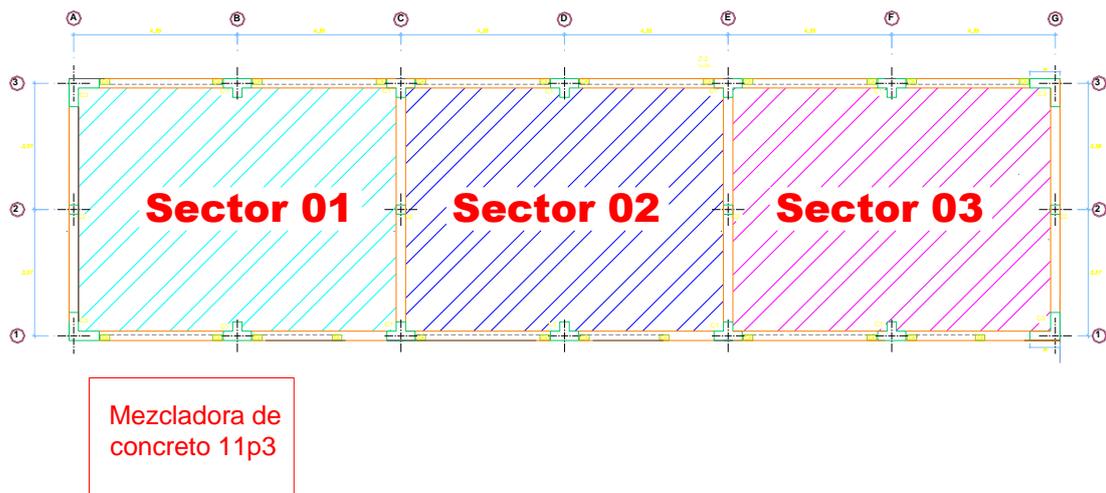
Tiempo	Operador de equipoliviano	Capataz	Operario (1)	Operario (2)	Oficial	Peón (1)	Peón (2)	Peón (3)	Peón (4)	Peón (5)	Peón (6)
1	E	E	E	E	A	E	E	E	E	E	E
2	E	E	E	E	A	E	E	E	E	E	E
3	E	E	E	E	A	E	E	E	E	E	E
4	C	R	C	Z	C	U	U	Z	Z	Z	Z
5	C	R	C	Z	C	U	U	Z	Z	Z	Z
6	C	R	C	Z	C	U	U	Z	Z	Z	Z
7	C	R	C	Z	C	U	U	Z	Z	Z	Z
8	E	M	M	E	M	M	E	M	M	M	E
9	E	M	M	E	M	M	E	M	M	M	E
10	E	E	E	F	E	E	E	E	E	E	E
11	E	E	E	F	E	E	E	E	E	E	E
12	E	BA	E	E	E	E	E	E	E	E	E
13	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E
14	C	L	C	V	A	M	V	M	M	V	V
15	V	M	M	V	A	M	V	E	M	V	V
16	V	E	M	E	A	E	E	E	E	E	E
17	E	E	E	V	A	M	V	E	M	V	V
18	V	E	M	V	A	M	V	M	M	V	V
19	V	M	M	E	A	E	E	E	E	E	E
20	E	L	E	C	L	M	C	L	M	M	C
21	C	L	M	V	E	M	V	L	M	M	V
22	V	E	M	E	E	E	E	E	E	E	E
23	E	E	E	E	E	C	E	E	Z	Z	Z
24	E	E	C	E	M	M	E	M	M	M	E
25	E	M	M	F	A	E	E	E	E	F	F
26	E	E	E	F	E	E	E	E	E	F	F
27	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E	E

Figura 21. Planilla carta balance.

Fuente: Elaboración Propia

Secuencia constructiva para falso piso del Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas Lean):

La imagen que se muestra a continuación es la secuencia constructiva por sectores que se realizó en la ejecución de la partida en el bloque 1 del pabellón "A", tal como se puede apreciar la ejecución de la partida falso piso se realizó primero en el sector 1, pasando después al sector 2 y acabar por ultimo en el sector 3, esto ocasionaba demasiados tiempos de esperas que como se verá más adelante en resultados de carta balance para la partida representa la mayor cantidad de trabajo no contributivo.



**Figura 22. Secuencia constructiva por sectores del Bloque 1 del pabellón A.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.5 Resultados de la carta balance

Los resultados más destacados del análisis que se realizó con los datos obtenidos de las cartas de balance se ve que la gran parte del trabajo contributorio está en preparación del material (V) con un 37.24% y en el trabajo no contributorio está en la espera (E) con un 70.86% en tiempo de trabajo no contributorio, así que de aquí en adelante nuestros esfuerzos se enfocaran en la optimización de estos tiempos. Dichos resultados se muestran a continuación.

#### 3.4.5.1 A nivel general de la actividad de la partida

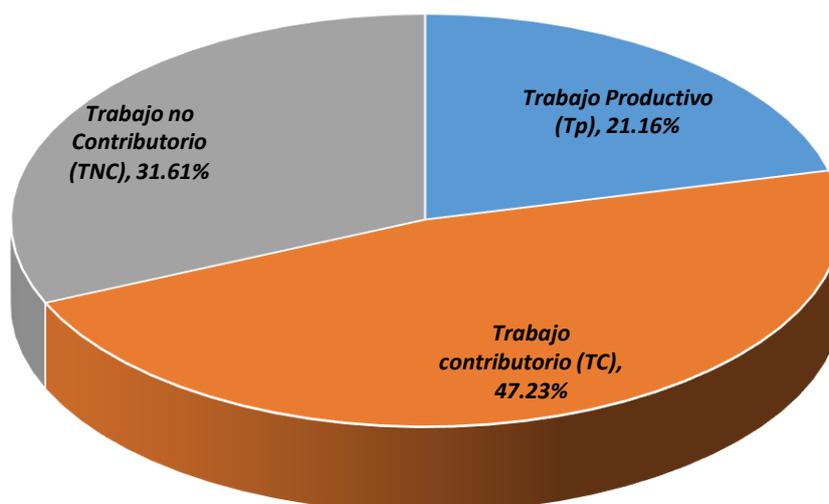
Procesando los datos ante presentados en las planillas de recolección de datos de la carta balance, obtuvimos los siguientes resultados a nivel de trabajo general es decir TP, TC y el TNC, obteniendo los siguientes resultados.

Tabla 10

*Porcentaje de la Carta Balance a Nivel General*

<i>TIPO DE TRABAJO</i>	<i>Nº OBSERVADO</i>	<i>% Nº OBSERVADO</i>
<i>(TP)Trabajo Productivo</i>	894	21.16%
<i>(TC)Trabajo contributorio</i>	1995	47.23%
<i>(TNC)Trabajo no Contributorio</i>	1335	31.61%
<i>Total</i>	4224	100.00%

Nota. Fuente: Elaboración Propia



**Figura 23. Porcentaje de la carta balance a nivel general de la actividad**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.5.2 A nivel de Trabajo Productivo (TP)

Procesando los datos ante presentados en las planillas de recolección de datos de la carta balance, obtuvimos los siguientes resultados a nivel de trabajo productivo es decir TP.

Tabla 11

*Porcentaje de la Carta Balance a Nivel de TP.*

<i>Tipo de Trabajo</i>	<i>Nº observación</i>	<i>% Nº observación</i>
(C) Preparación de concreto	312	34.90%
(U) Vaciado de concreto	141	15.77%
(Z) Enrasado de concreto	441	49.33%
<i>Total</i>	894	100.00%

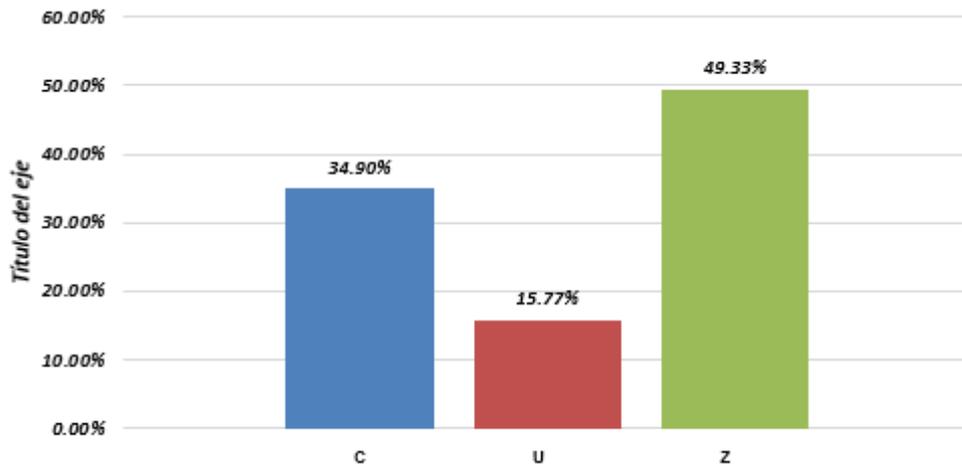
Nota. Fuente: Elaboración Propia

Donde:

C : Preparación de concreto

U : Vaciado de concreto

Z : Enrasado de concreto



**Figura 24. Estadísticas de la carta balance a nivel de Trabajo Productivo (TP).**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.5.3 A nivel de Trabajo Contributorio (TC)

Procesando los datos ante presentados en las planillas de recolección de datos de la carta balance, obtuvimos los siguientes resultados a nivel de trabajo contributorio es decir TC.

Tabla 12

*Porcentaje de la Carta Balance a Nivel de TC*

TIPO DE TRABAJO	Nº OBSERVADO	% Nº OBSERVADO
(V) Preparación de material	743	37.24%
(A) Mediciones	432	21.65%
(F) Compactado y nivelación del	63	3.16%
(I) Transporte del concreto	29	1.45%
(R) Seguridad	251	12.58%
(L) Indicaciones	477	23.92%
<i>Total</i>	1995	100.00%

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Donde:

V : Preparación de material

A : Mediciones

F : Compactado y nivelación del terreno

I : Transporte del concreto

R : Seguridad

L : Indicaciones

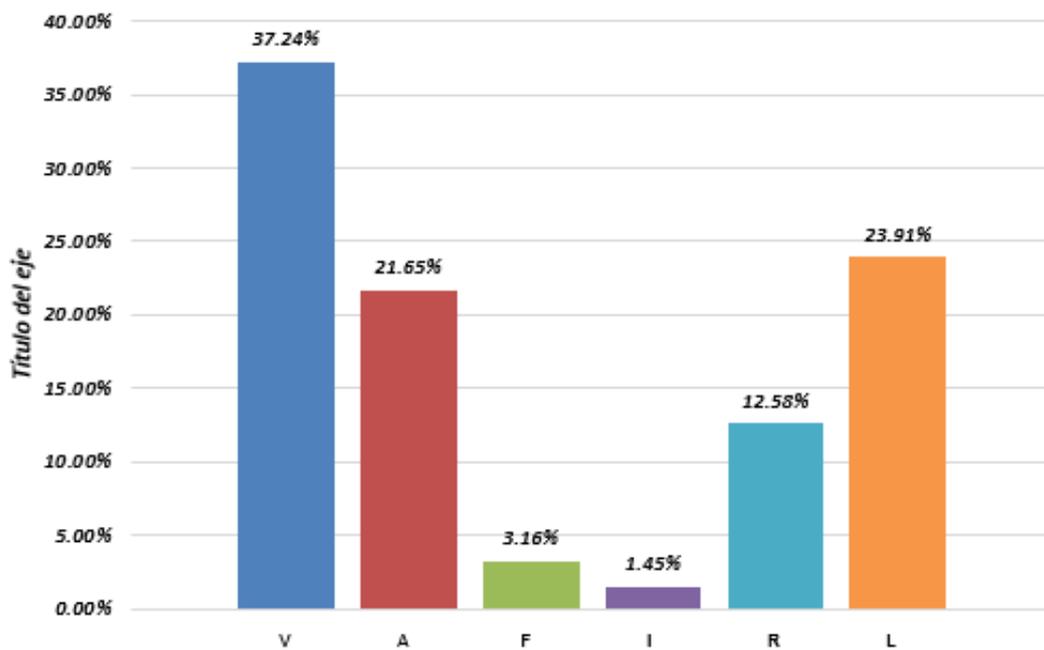


Figura 25. Estadísticas de la carta balance a nivel de Trabajo Contribuido (TC).

Fuente: Elaboración Propia

#### 3.4.5.4 A nivel de Trabajo no Contributivo (TNC)

Procesando los datos ante presentados en las planillas de recolección de datos de la carta balance, obtuvimos los siguientes resultados a nivel de trabajo no contributivo productivo es decir TNC.

Tabla 13

*Porcentaje de la Carta Balance a Nivel de TNC*

<i>TIPO DE TRABAJO</i>	<i>Nº OBSERVADO</i>	<i>% Nº OBSERVADO</i>
(E) Esperas	946	70.86%
(M) Descanso	277	20.75%
(N) Trabajo Rehecho	10	0.75%
(X) Viajes improductivos	56	4.19%
(VI) Búsqueda de material	30	2.25%
(BA) Baño	16	1.2%
<i>Total</i>	1335	100.00%

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Donde:

E : Esperas

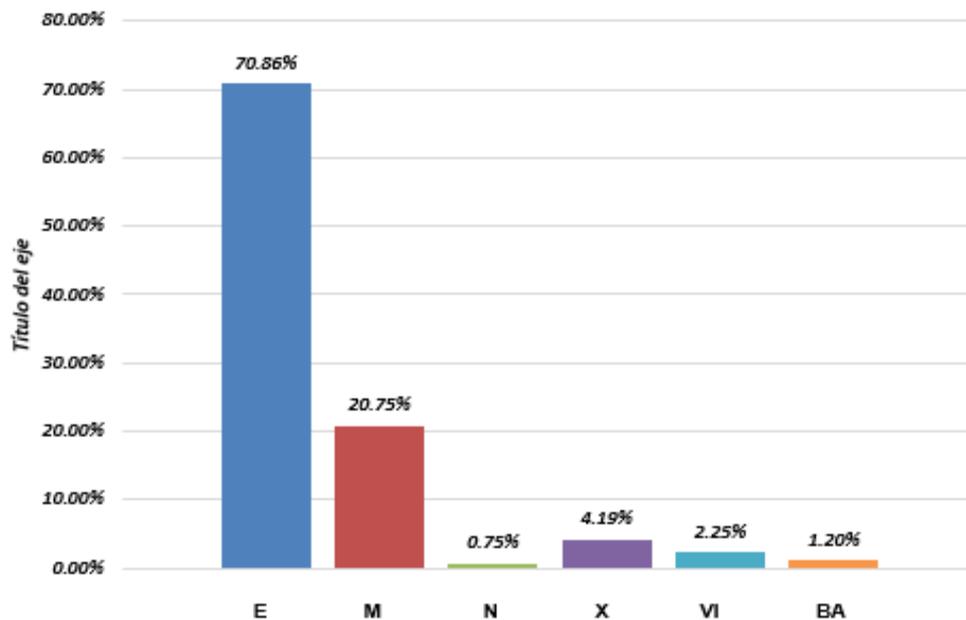
M : Descanso

N : Trabajo Rehecho

X : Viajes improductivos

VI : Búsqueda de material

BA: Baño



**Figura 26. Estadísticas de la carta balance a nivel de Trabajo No Contribuido (TNC).**

Fuente: Elaboración Propia

Como se observa en los resultados tenemos que optimizar la productividad de la mano de obra. Pues la carta balance nos muestra niveles realmente pobres de lo que respecta a la productividad de la mano de obra.

La carta balance nos muestra de manera indirecta la productividad de la mano de obra en la ejecución de la partida, es decir no cuantifica directamente la productividad de los trabajadores en cuanto al tiempo de su ejecución. la carta balance nos muestra una tendencia de los tiempos que el trabajador emplea en las distintas actividades, pues como se ve en la práctica ingenieril en campo es técnicamente inviable tomar los tiempos completos de todas las actividades que realiza cada trabajador en la obra durante las 8 horas de trabajo diario por la gran demanda de esfuerzo y costo que esto implicaría, es por eso que la carta balance es considerada una herramienta de la filosofía Lean, resaltando el termino filosofía que difiere mucho del concepto de proceso estandarizado que muchos profesionales piensan. un indicativo que los niveles de productividad son buenos señalarían tiempos promedios en la carta balance de TP= 47% o más, TC=28% o menos, TNC=25% o menos ( Ghio C V, 2001).

De los resultados de la carta balance se puede observar que existe demasiado tiempo de espera (TNC) que según el criterio del profesional responsable (mi

persona) es producto de una mala disposición en la determinación de la sectorización, Dimensionamiento de cuadrillas, falta de un tren de actividades, las cuales no son de uso estándar en la programación tradicional por lo cual no se han aplicado en esta obra, pues son herramientas de la filosofía LC , por lo tanto serán implementadas en lo posterior.

### **3.4.6 Determinación de la velocidad, costo y rendimiento (Realmente ejecutado sin herramientas LC)**

#### **3.4.6.1 Determinación de la velocidad (m<sup>2</sup>/día) para el Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas LC)**

El tiempo de duración se toma directamente del promedio de los días de duración del trabajo que realizaron, que para nuestra partida fue de:

1er día: 58 m<sup>2</sup> (8horas) = 7.250 m<sup>2</sup>/hora

2do día: 65 m<sup>2</sup> (8horas) = 8.125 m<sup>2</sup>/hora

3er día: 42 m<sup>2</sup> (6horas) = 7.000 m<sup>2</sup>/hora

Si tomamos el promedio tendríamos:

Velocidad = 7.458 m<sup>2</sup>/ hora = 59.667 m<sup>2</sup>/día = 60m<sup>2</sup>/día (redondeando).

Cabe resaltar que la velocidad se mide en m<sup>2</sup>/día, al utilizar las herramientas lean, lo que comúnmente se confunde en nuestra realidad constructiva con el término rendimiento.

#### **3.4.6.2 Determinación del costo (Soles/m<sup>2</sup>) para el Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas LC)**

Para la determinación del costo por m<sup>2</sup> de ejecución de la partida falso piso se realizó el ACU, de dicha partida que figura en el expediente técnico, teniendo en cuenta que la velocidad de lo que realmente se ejecuto es de 60m<sup>2</sup>/día

**REALMENTE  
EJECUTADO**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.1333	21.01	2.80
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0267	25.21	0.67
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2667	21.01	5.60
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	17.03	2.27
0147010004	PEÓN	hh	6.0000	0.8000	15.33	12.26
						<b>23.61</b>
<b>Materiales</b>						
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0010	50.00	0.05
0221000011	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bis		0.4830	30.50	14.73
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.0273	13.10	0.36
0238000003	HORMIGÓN	m3		0.1450	60.00	8.70
0239050000	AGUA	m3		0.0162	6.00	0.10
						<b>23.94</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	23.61	0.71
0348010087	MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 11p3, 22 HP	hm	1.0000	0.1000	20.00	2.00
						<b>2.38</b>

**Figura 27. Partida realmente ejecutado.**

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestran en los cálculos mostrados anteriormente se ve que el costo por m2 es de 49.93 soles

Costo = 49.93 soles/m2

### 3.4.6.3 Determinación del rendimiento (HH/m2) para el Grupo de control

#### (Realmente ejecutado sin herramientas LC)

Determinación del rendimiento (HH/m2) para el Grupo de control (Realmente ejecutado sin herramientas LC)

Del cuadro anterior vemos el insumo mano de obra, la cual consta de una columna que hace referencia a la cantidad (Cantidad de HH), en la cual se suman las

cantidades de mano de obra que se necesitan para la ejecución de 1m<sup>2</sup> de falso piso.

$$0.1333+0.0267+0.2667+0.1333+0.8 = 1.36 \text{ HH/m}^2$$

$$\text{Rendimiento} = 1.36 \text{ HH/m}^2$$

### **3.5 Grupo de control (Grupo de control aplicando herramientas LC)**

#### **3.5.1 Dimensionamiento de cuadrilla (Grupo de control aplicando herramientas LC)**

Según lo observado en el momento de la ejecución de la partida (Falso Piso mezcla 1:8 e = 4"), que fue bastante desordenado por parte de los trabajadores que conforman la cuadrilla, ante una primera inspección que realice fue evidente que la cuadrilla se encuentra con personal que trabajo poco o no trabaja en periodos extendidos de tiempo también se observó una alternación de funciones poco eficaces, no estudiadas (no controladas en el tiempo ni adecuadas al tipo de labor que se realiza) por parte del personal obrero, también se observó la falta de indicaciones por parte del personal con mayor rango (capataz, operario) lo cual ocasiona mucho tiempo de descanso, perdida de secuencia de trabajo, desorientación de funciones y áreas de trabajo.(todo esto se deduce de la carta de balance por criterio en campo de trabajo de mi persona).

Todas estas deficiencias en la ejecución de la partida son causa que la mano de obra no es explotada a su rendimiento máximo y por tanto existe personal que no agrega valor a la producción pues se vio que el personal que se encargaba del transporte y vertido del concreto no intercambiaban funciones de manera eficiente con el personal de compactado y nivelación del terreno lo que ocasionaba demasiados tiempos de esperas (principal actividad no productiva 47.23% en todo el personal de la cuadrilla, es aquí pues que se identificó la principal falencia. Uno de los principios fundamentales del LC es el de mantener un flujo continuo de procesos en el desarrollo de la producción lo cual es fuertemente quebrantado en la ejecución de la partida que se realizó.

De los resultados de la carta balance se dedujo que la cuadrilla esta sobredimensionada como a continuación se muestra:

Oficial = 254 observaciones de espera (E).

Es este trabajador que contempla el mayor tiempo de espera es por eso que se dimensionara la cuadrilla prescindiendo de sus labores las cuales, serán derivadas a la ejecución de otras partidas que escapan del alcance de esta tesis. Al mismo tiempo se reorganizará el número de trabajadores que componían las actividades de la partida , porque según carta balance el indicativo del trabajo contributorio nos indica 1.45% del TC es dedicado a transporte del concreto (I), lo cual es muy pobre para lo cual la actividad de preparación de mezcla que constaba en un inicio (sin herramientas LC) con 3 peones pasara a contar con 2 peones y la actividad transporte y colocado del concreto que constaba en un inicio (sin herramientas LC) pasara a tener 3 peones que como se menciona tiene un pobre índice porcentual de trabajo contributorio (TC).

La tabla resultante del dimensionamiento de la cuadrilla:

Tabla 14

*Resultante del Dimensionamiento de la Cuadrilla.*

<i>ACTIVIDAD</i>	<i>CUADRILLA</i>
Apisonado del terreno.	0.1cap + 1 peón
Preparación de la mezcla.	1 operario de equipo liviano+ 2 peón
Transporte y colocado del concreto.	0.1cap + 3 peón
Enrasado del concreto.	2 operarios

Nota. Fuente: Elaboración Propia

Como se ve en esta planilla y se explicó líneas arriba se prescindió del oficial y teniendo en consecuencia 11 trabajadores en la ejecución de la partida (Con herramientas LC), teniendo el mismo número de trabajadores como inicialmente se ejecutó (sin herramientas LC), solo que se cambió a un peón por un oficial ya que presenta criterios de la actividad para que nuestro avance sea mucho más óptimo.



**Figura 28. Vaciado de concreto al falso piso.**

Fuente: Elaboración Propia

### **3.5.2 Determinación de la sectorización (Grupo de control aplicando herramientas LC)**

Para poder iniciar un proceso de sectorización para dividir las áreas de trabajo en áreas de menor tamaño (Volúmenes de trabajo) y que todas estas pequeñas áreas tengan la misma cantidad de trabajo se tuvieron en cuenta factores tales como:

La geometría y simetría de las áreas que han ejecutarse en la partida.

El tipo de actividades con las que cuenta el trabajo.

La accesibilidad al lugar donde se ejecutará la partida.

La distancia del punto de preparación de la mezcla al lugar de su vertimiento.

La capacidad del equipo de preparación del concreto (pie<sup>3</sup> por tanda).

Teniendo en cuenta todos los aspectos antes mencionados se vio:

Que por la naturaleza intrínseca del trabajo y la geometría y la simetría del lugar donde se ejecutara la partida tendremos volúmenes semejantes de trabajo al dividir las áreas de trabajo en áreas iguales, el tipo de actividades que se realizaran (preparado de la mezcla, transporte, vertido, enrasado) no requieren de gran cuidado o personal altamente calificado bastara con señalar claramente las indicaciones de la secuencia de trabajo para su realización, la accesibilidad a todos los puntos es buena y su distancias son cortas no superan los 10m lo que permite una adecuada trabajabilidad del concreto, en cuanto a la capacidad del equipo este

es de bastante importancia pues será evaluado para determinar el tamaño de las áreas de sectorización que se realizaran.

Para la sectorización se determinaron previamente las actividades que componían la ejecución de la partida tabla 21 (Dimensionamiento de la cuadrilla).



**Figura 29. Preparación del concreto mezcla 1:8 e = 4" para falso piso.**

Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 14 se vuelve a recalcar que con respecto al personal inicial que componía la cuadrilla no se ha requerido la colaboración del oficial, como inicialmente estaba programada (expediente técnico). Esto debido a que según nuestro análisis dicho oficial no aportaba valor a la ejecución de la partida por la gran cantidad de trabajo no contributivo (TNC), que “desempeñaba” en obra.

Se agruparán las actividades de manera que cada una de ellas brinde 1 hora de adelanto a su predecesora de manera de liberar frentes de trabajo y establecer el tren de actividades, para cada uno de estos grupos de actividades se determinara su velocidad de avance de tal forma que se por iteraciones se llegue a establecer un área de sectorización común al grupo de actividades.

En la tabla 15 se puede ver que la actividad de apisonado según lo medido en campo y respaldado de las tablas de rendimiento de CAPECO es de 110 m<sup>2</sup>/día aproximadamente, si lo dividimos por la cantidad de horas de trabajo que tiene un día (8 horas) es decir tendríamos 13.75m<sup>2</sup>/hora esto se refleja en la tabla 15.

Tabla 15

*Velocidad de Avance Actividad 1.*

<i>ACTIVIDAD 01</i>		
Velocidad de apisonado por día	110	m2/día
Velocidad de apisonado por hora	13.75	m2/hr

Nota. Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 16, se puede ver que la capacidad de la mezcladora es de 11 pie<sup>3</sup> que es equivalente a 0.31m<sup>3</sup>, el espesor de falso piso es de 4pulg que es equivalente a 0.10m, entonces el área del sector que se puede cubrir por una tanda de la mezcladora es de  $0.31\text{m}^3/0.10\text{m} = 3.11 \text{ m}^2$ .

El tiempo de producción de transporte y vertido promedio (Tomada en campo en un promedio entre 10 minutos y 15 minutos y respaldada por las buenas practica en construcción) es de 13.5 min = 0.22 horas aproximadamente, entonces dividiendo Área del sector / tiempo de producción  $3.11/0.22=14.38 \text{ m}^2/\text{hr}$ .

Tabla 16

*Velocidad de Avance Actividad 2.*

<i>ACTIVIDAD 02</i>		
Capacidad mezcladora	11.00	Pie3
Capacidad mezcladora	0.31	m3
Espesor falso piso	4.00	in
Espesor falso piso	0.10	m
Área del sector (tanda)	3.11	m2
Tiempo de producción, transporte y vertido promedio (tanda)	0.22	hr
<i>Velocidad de ejecución</i>	<i>14.38</i>	<i>m2/hr</i>

Nota. Fuente: Elaboración Propia

De estas dos velocidades de avance de las actividades debemos de escoger la menor la cual determinara nuestra área de sectorización en el plano.

Siendo esta área de 13.75m<sup>2</sup>. (Velocidad de avance de la actividad 1)

Aparte de la iteración que se realizó teniendo en cuenta las planillas de velocidad de avance se optó por este valor de sectorización porque brinda ventajas considerables tales como:

Fácil orientación del personal obrero para dividir el terreno de cada aula (ambiente) en 4 partes iguales, lo cual ahorraría tiempo en la delimitación del mismo si las áreas no fueran iguales.

El primer frente será del apisonado (1 hora), empezando en el sector 1 (S1=13.75m<sup>2</sup>), luego este pasara al sector 2(perteneciente a otro ambiente), lo cual facilitara la labor del vaciado de concreto, pues no se interceptarían los frentes de trabajo, agilizando la labor de los trabajadores.

Los sectores que se irán cubriendo empezaran de 1 pasando al 2 de ahí al 3 consecutivamente tal como se muestra en la figura siguiente.

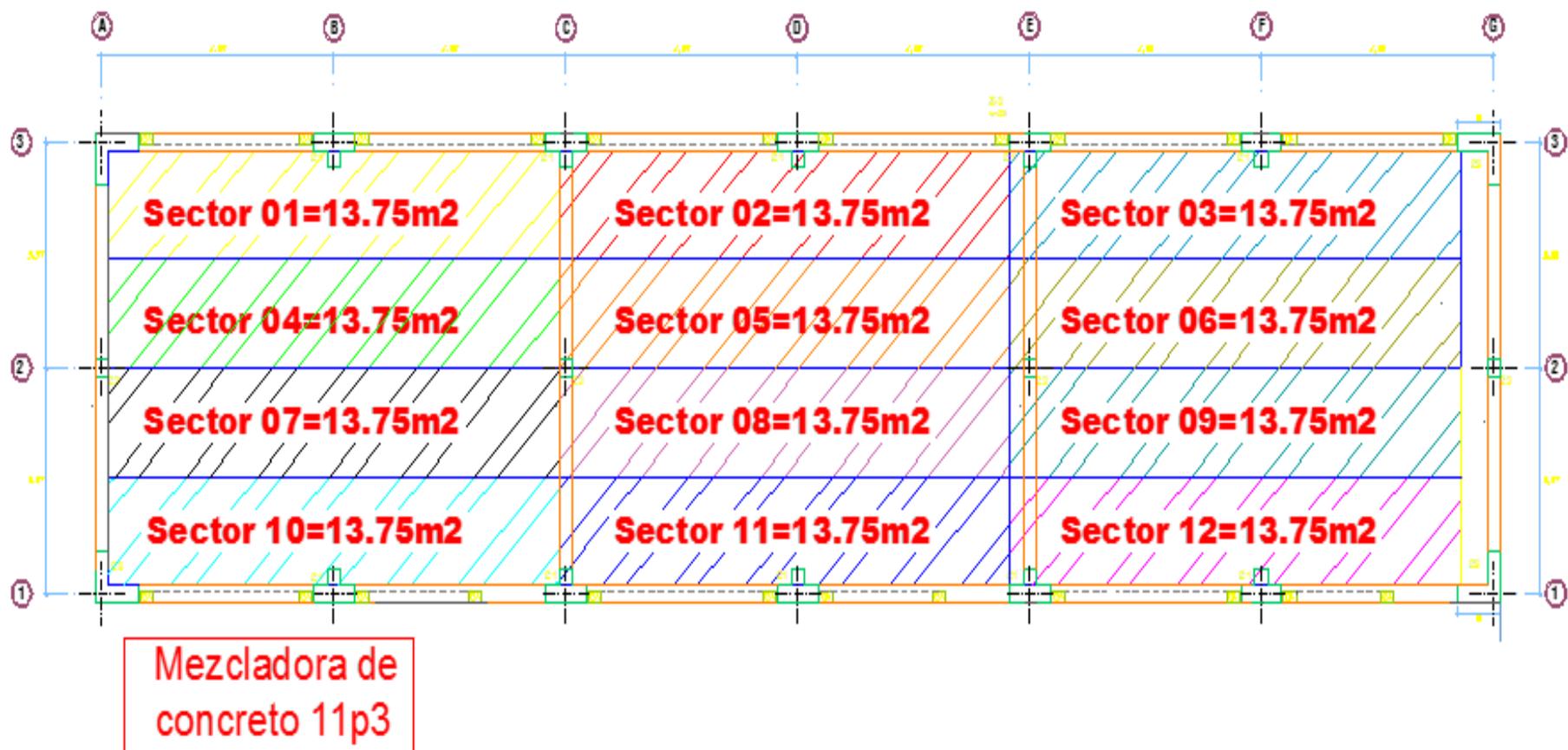


Figura 30. Sectorización Block 2 del pabellón A.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.3 Determinación del tren de actividades (Grupo de control aplicando herramientas LC)

Las actividades que se determinaron de la sectorización (actividad 1 y actividad 2) conforman la partida (aplicando Herramientas LC) serán agrupadas en dos frentes de trabajo cada uno con sus respectivos trabajadores, tal como se muestra a continuación:

Apisonado del terreno	
Preparación de la mezcla, transporte, colocado y enrasado	

**Figura 31. Frentes de trabajo de la partida.**

Fuente: Elaboración Propia

Una vez realizada la conformación de los frentes de trabajo, se procede a elaborar el tren de actividades que consta de una planilla en la cual en la columna izquierda se muestra los sectores (S1, S2,.....S12) donde se ejecutara la partida (sectorización) y en la fila superior las horas de trabajo. Se puede apreciar claramente la liberación de frentes de trabajo (intervalos de una hora). Que aseguran un flujo continuo de actividades.

Conformándose el siguiente tren de actividades:

	Hora												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
S1	Yellow	Green											
S2		Yellow	Green										
S3			Yellow	Green									
S4				Yellow	Green								
S5					Yellow	Green							
S6						Yellow	Green						
S7							Yellow	Green					
S8								Yellow	Green				
S9									Yellow	Green			
S10										Yellow	Green		
S11											Yellow	Green	
S12												Yellow	Green

**Figura 32. Conformación tren de actividades.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.4 Determinación del Buffer (Grupo de control aplicando herramientas LC)

Por la naturaleza de la partida que se está ejecutando (Falso Piso mezcla 1:8 e=4") y por recomendaciones de la literatura consultada, se planteará un buffer de tiempo para de darse el caso de no poder completar las actividades de la partida, estas se completaran en la última hora de trabajo de la jornada diaria (hora 8 según), pues según nuestras perspectivas de campo al utilizar las herramientas del LC, se encontró que la ultima hora ( 8va hora), se utilizara para trabajos que no hayan sido concluidas en su respectivo tiempo y trabajos de limpieza.

	Hora														
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15
S1	Yellow	Green						Red							Red
S2		Yellow	Green					Red							Red
S3			Yellow	Green				Red							Red
S4				Yellow	Green			Red							Red
S5					Yellow	Green		Red							Red
S6						Yellow	Green	Red							Red
S7							Yellow	Red	Green						Red
S8									Yellow	Green					Red
S9										Yellow	Green				Red
S10											Yellow	Green			Red
S11												Yellow	Green		Red
S12													Yellow	Green	Red

**Figura 33. Conformación de Buffer.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.5 Resultados de la velocidad, costo y rendimiento para el grupo de control con las herramientas LC.

La ejecución de la partida falso del bloque 2 del pabellón A se realizó el 16-07-2018 piso desde las 8:00 horas del mismo, llevándose a cabo la implementación de las herramientas LC (Dimensionamiento de la cuadrilla, Sectorización, Tren de actividades; Buffers), tal como lo planificado, obteniendo resultados muy alentadores en la misma. Pues como pudo observar la nueva programación resulto más eficiente, teniéndose que el primer día se pudo ver que a las 15.30 horas ya se había completado con lo programado para ese día, pero se decidió para el vaciado para tener un mejor control de lo establecido preliminarmente, y de derivó al personal a labores de limpieza y ordenamiento.

Con esto se puede ver que la optimización es un proceso continuo de mejora constante, pues después de cada optimización se puede seguir corrigiendo deficiencias en los procesos que se observan y controlan exclusivamente en campo.

Determinación de la velocidad (m<sup>2</sup>/día) para el Grupo de control (Realmente ejecutado con herramientas LC)

La velocidad lo determina la velocidad de ejecución de la actividad 1 , es decir

Velocidad = 13.75m<sup>2</sup>/hora = 96.00m<sup>2</sup>/día

Determinación del costo (Soles/m<sup>2</sup>) para el Grupo de control (Realmente ejecutado con herramientas LC)

Realizando nuevamente un ACU, en la cual se varió la velocidad de avance que se calculó en 13.75m<sup>2</sup>/hora x 7 horas =96.25 m<sup>2</sup>/día = 96.00m<sup>2</sup>/día(redondeando), cabe mencionar que se multiplico 7 horas porque como se indicó la ultima hora se considera buffer.

Como se puede ver en la figura que se presenta a continuación tenemos un costo de:

Costo = 39.65 soles/m<sup>2</sup>

**EJECUTADO CON HERRAMIENTA LC**

Partida 02.02.04.01

FALSO PISO MEZCLA 1:8 e=4"

Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	96.0000	EQ. 80.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	39.65	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
014700022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.0833	21.01	1.75
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0167	25.21	0.42
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.1667	21.01	3.50
0147010004	PEON	hh	6.0000	0.5000	15.33	7.67
						<b>13.34</b>
<b>Materiales</b>						
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0010	50.00	0.05
0221000011	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bis		0.4830	30.50	14.73
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.0273	13.10	0.36
0238000003	HORMIGON	m <sup>3</sup>		0.1450	60.00	8.70
0239050000	AGUA	m <sup>3</sup>		0.0162	6.00	0.10
						<b>23.94</b>
<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	13.34	0.40
0348010087	MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 11p3, 22 H hm		1.0000	0.1000	20.00	2.00
						<b>2.38</b>

**Figura 34. Partida ejecutado con herramientas LC.**

Fuente: Elaboración Propia

Determinación del rendimiento (HH/m<sup>2</sup>) para el Grupo de control (Realmente ejecutado con herramientas Lean)

Para la determinación del rendimiento, se suman los valores de la columna cantidad de la figura anterior correspondiente a mano de obra

$$0.0833+0.0167+0.1667+0.5=0.7667$$

Rendimiento = 0.7667 HH/m<sup>2</sup>

### 3.6 Análisis comparativo de resultados

Para tener como referencia comparativa tenemos que establecer un punto de pivote, el cual será las velocidades costos y rendimientos de lo que se programó inicialmente en el expediente técnico. Tal como se puede ver en la figura siguiente:

Donde:

Velocidad = 80 m<sup>2</sup>/día

Costo = 44.02 soles/m<sup>2</sup>

Rendimiento = 1.02 HH/m<sup>2</sup>

#### PROGRAMADO

Partida	02.02.04.01	FALSO PISO MEZCLA 1:8 e=4"					
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DIA	80.0000	EQ.	80.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>	44.02	
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.	
<b>Mano de Obra</b>							
0147000022	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	1.0000	0.1000	21.01	2.10	
0147010001	CAPATAZ	hh	0.2000	0.0200	25.21	0.50	
0147010002	OPERARIO	hh	2.0000	0.2000	21.01	4.20	
0147010003	OFICIAL	hh	1.0000	0.1000	17.03	1.70	
0147010004	PEÓN	hh	6.0000	0.6000	15.33	9.20	
							<b>17.71</b>
<b>Materiales</b>							
0201030004	ACEITE PARA MOTOR SAE-30	gal		0.0010	50.00	0.05	
0221000011	CEMENTO PORTLAND TIPO V	bls		0.4830	30.50	14.73	
0234000000	GASOLINA 84 OCTANOS	gal		0.0273	13.10	0.36	
0238000003	HORMIGÓN	m <sup>3</sup>		0.1450	60.00	8.70	
0239050000	AGUA	m <sup>3</sup>		0.0162	6.00	0.10	
							<b>23.94</b>
<b>Equipos</b>							
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	17.71	0.53	
0348010087	MEZCLADORA DE CONCRETO (TAMBOR) 11p3, 22 HP	hm	1.0000	0.1000	20.00	2.00	
							<b>2.38</b>

Figura 35. Partida programado por el Expediente Técnico.

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 17

Resumen Comparativo las dimensiones de productividad por grupo de estudio.

Ítem	Programado expediente técnico	Realmente ejecutado (sin herramientas LC)	Optimización (%)	Realmente ejecutado (con herramientas LC)	Optimización (%)
Velocidad (m2/día)	80.00	60.00	-25.00%	96.00	20.00%
Rendimiento (HH/m2)	1.02	1.36	-33.33%	0.77	24.84%
Costo (soles/m2)	44.02	49.93	-13.41%	39.65	9.93%

Nota. Fuente: Elaboración Propia

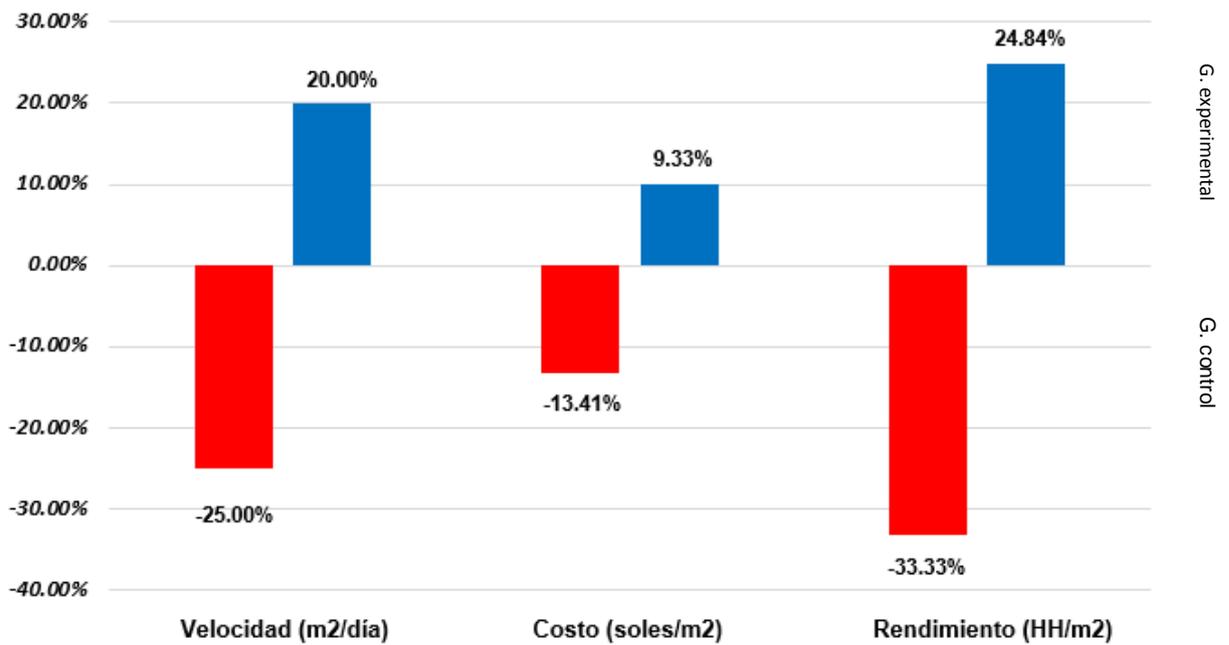


Figura 36. Comparación de optimización (%) antes y después de la aplicación de la herramienta de LC.

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.1 Optimización del costo

Veremos la optimización del costo contrastando los análisis de precios unitarios de la partida, también es de mencionar que en la ejecución de la partida en estudio en el block 1 del pabellón A se determinó que la totalidad del área(165 m<sup>2</sup>) se ejecutó en un lapso de 22 horas de trabajo lo cual en promedio rindió 60 m<sup>2</sup>/día.

A continuación, se muestra los análisis de costos unitarios (ACU) para tres categorías de análisis que son:

ACU para lo programado (expediente técnico)

ACU para lo realmente ejecutado (block 1)

ACU para lo realmente ejecutado con LC (block 2)

De los análisis de precio unitarios podríamos resumir lo siguiente:

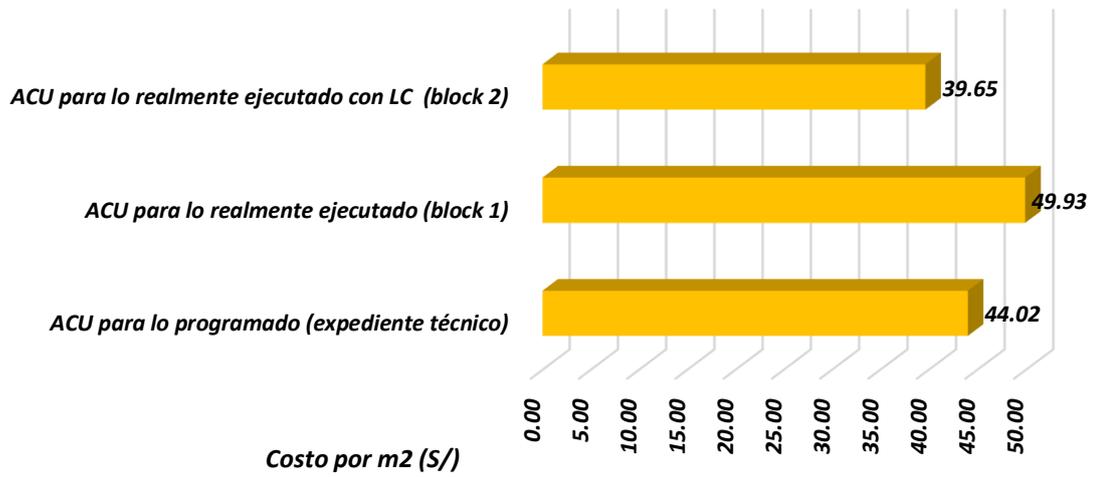
Tabla 18

*Costo y Ahorro por M2.*

<i>Categoría</i>	<i>Coto por m2 (\$/)</i>	<i>Metrado total (m2)</i>	<i>Costo total (\$/)</i>	<i>Ahorro (\$/)</i>	<i>% Ahorro</i>
ACU para lo programado (expediente técnico)	44.02	1308.00	57584.09		
ACU para lo realmente ejecutado (block 1)	49.93	1308.00	65304.86	-7720.78	-13.41%
ACU para lo realmente ejecutado con LC (block 2)	39.65	1308.00	53453.40	4130.69	7.17%

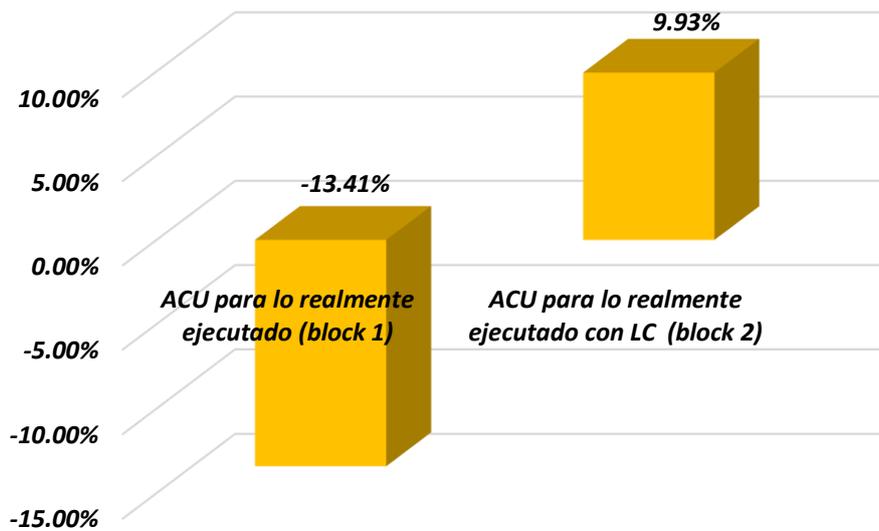
Nota. Fuente: Elaboración Propia

El porcentaje de ahorro es con respecto al ACU para lo programado (expediente técnico)



**Figura 37. Comparativa costo por m2 (S/.)**

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 38. Porcentaje de ahorro por m2.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.2 Optimización de la velocidad de ejecución

De los datos analizados podemos ver que:

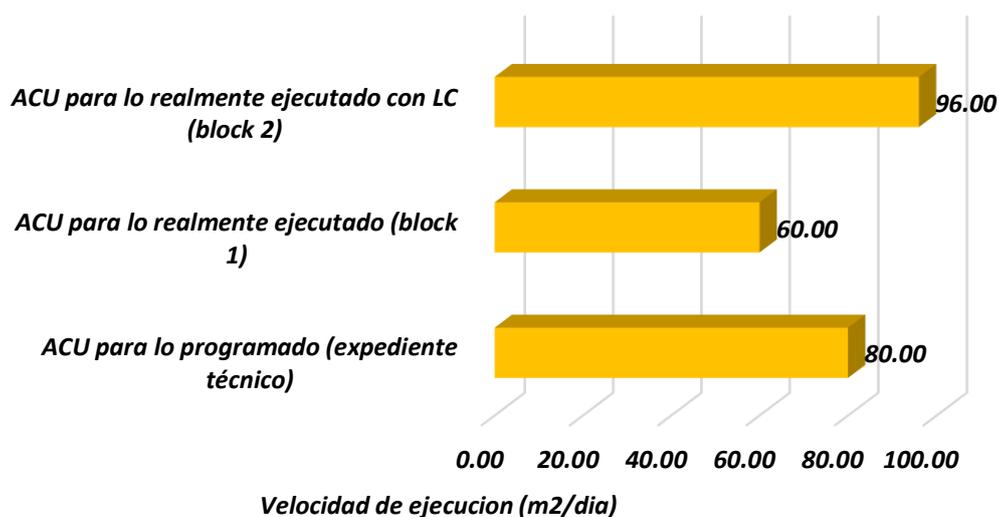
Tabla 19

*Velocidad y Porcentaje de Aumento de la Velocidad de Ejecución.*

<i>Categoría</i>	<i>Velocidad de ejecución (m2/día)</i>	<i>Variación de la velocidad (m2/día)</i>	<i>% de aumento</i>
ACU para lo programado (expediente técnico)	80.00		
ACU para lo realmente ejecutado (block 1)	60.00	-20.00	-25.00%
ACU para lo realmente ejecutado con LC (block 2)	96.00	18.00	20.00%

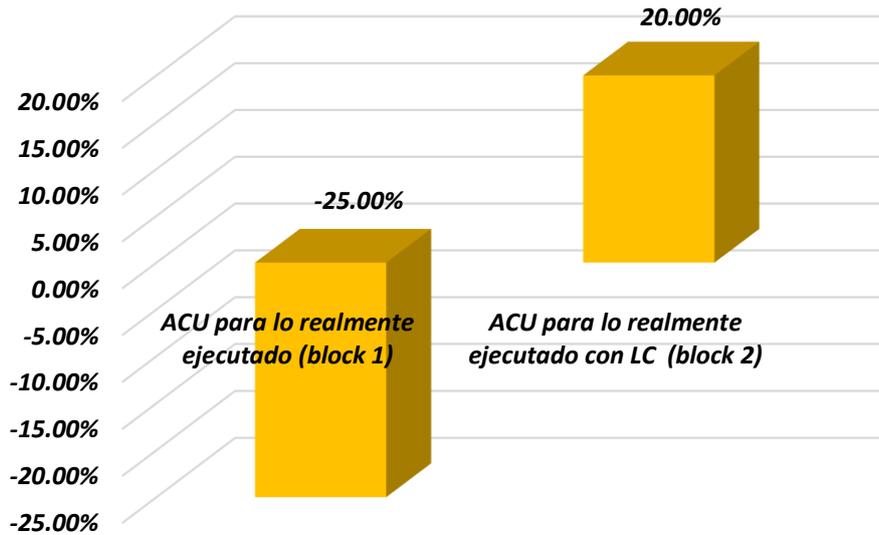
Nota. Fuente: Elaboración Propia

El porcentaje de aumento de la velocidad de ejecución es con respecto a ACU para lo programado (expediente técnico)



**Figura 39. Velocidad de ejecución (m2/día)**

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 40. Porcentaje de aumento de la velocidad de ejecución.**

Fuente: Elaboración Propia

### 3.6.3 Optimización del rendimiento

De los datos analizados podemos ver que:

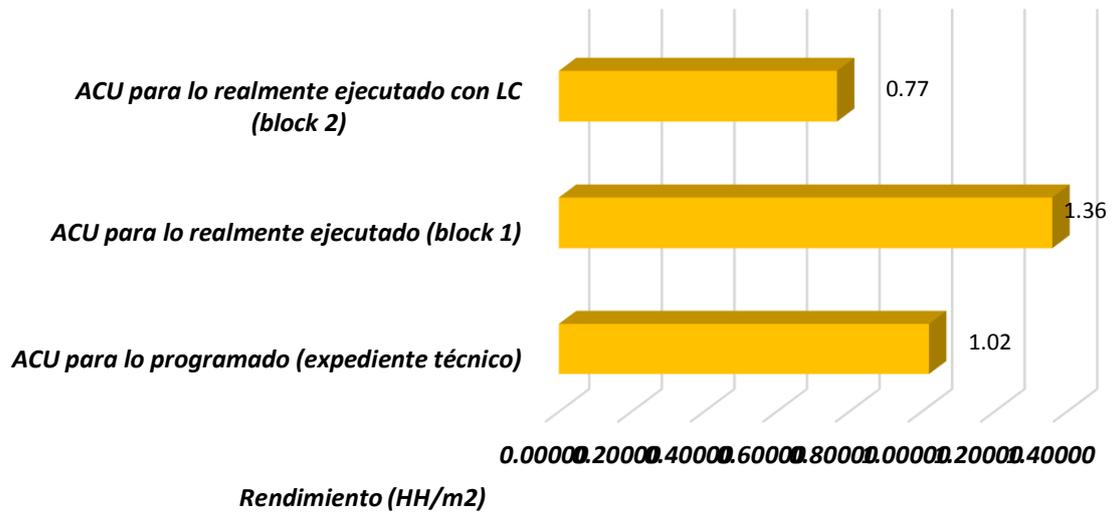
Tabla 20

#### *Rendimiento y Porcentaje de Aumento del Rendimiento*

<i>Categoría</i>	<i>Rendimiento (HH/m2)</i>	<i>Variación del rendimiento (HH/m2)</i>	<i>% de aumento</i>
ACU para lo programado (expediente técnico)	1.02		
ACU para lo realmente ejecutado (block 1)	1.36	-0.34	-33.33%
ACU para lo realmente ejecutado con LC (block 2)	0.77	0.253	24.84%

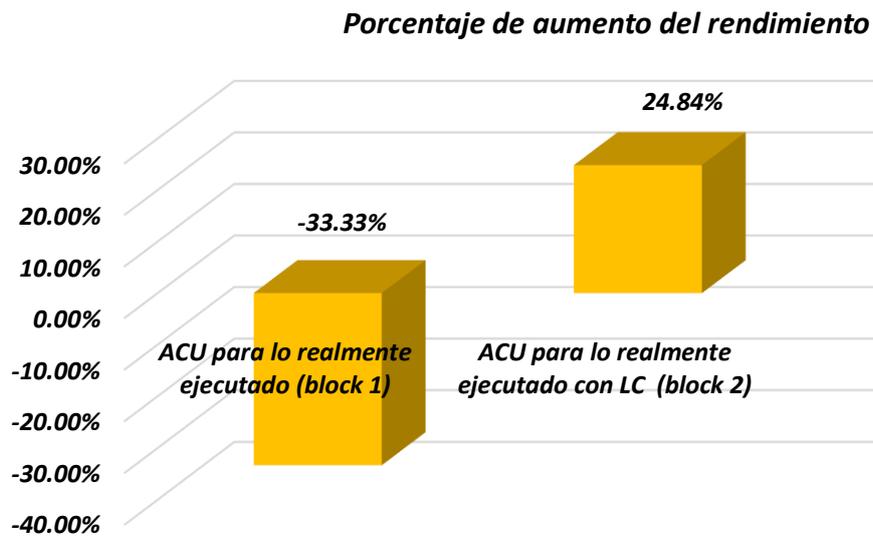
Nota. Fuente: Elaboración Propia

El porcentaje de aumento en el rendimiento es con respecto a ACU para lo programado (expediente técnico)



**Figura 41. Rendimiento en la ejecución (HH/m2)**

Fuente: Elaboración Propia



**Figura 42. Porcentaje de aumento en el rendimiento.**

Fuente: Elaboración Propia

## **IV. DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **Hipótesis General:**

En el resultado general de nuestra investigación se confirma la hipótesis planteada, es decir, que la aplicación de Lean Construction en la construcción del falso piso optimiza la productividad y los costos. Asimismo, nuestros resultados en cuanto a los indicadores de la carta balance para la partida falso piso e=4" presentaban niveles de TP = 21.16%, TC= 47.23% y TNC = 31.61% que coinciden parcialmente con los resultados de las investigaciones según (Flores Cervantes, 2016), En su tesis llamada "Aplicación de la filosofía Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la Construcción del estadio de la UNA – PUNO". Menciona "que presentan niveles de trabajo como TP= 36%, TC= 43% y TNC = 21%), por ende, se llevó a cabo la realización del nuevo plan de gestión aplicando la lean ajustando las cuadrillas ya que es ahorro económico ya aumento de la productividad para dicha obra". Estos indicadores porcentuales son evidencia de parámetros como lo son los costos y la productividad en la obra, Además, nuestros resultados confirman el postulado de la teoría de Lean Construction es decir que optimiza su aplicación en las construcciones.

### **Hipótesis específica 1:**

En el resultado específico 1 de nuestra investigación confirma la hipótesis planteada, es decir, que la aplicación de Lean Construction en la construcción del falso piso optimiza la velocidad de ejecución. De la misma forma, nuestros resultados en cuanto a la optimización reafirman la importancia del control de este parámetro en obra que coincide parcialmente con los resultados de la investigación según (Buleje R. Kenny, 2012), En su tesis llamada "PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DE UN CONDOMINIO APLICANDO CONCEPTOS DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCCION". Menciona "que la velocidad es un concepto importantísimo en la aplicación de las herramientas L.C. el autor de dicha tesis menciona que se pueden realizar curvas de productividad en función de la velocidad de ejecución" de igual manera, nuestros resultados confirman el postulado de la velocidad de ejecución es decir que optimiza su aplicación en la partida.

### **Hipótesis específica 2:**

En el resultado específico 2 de nuestra investigación confirma la hipótesis planteada, es decir, que la aplicación de Lean Construction en la construcción del falso piso optimiza el rendimiento, de la misma forma hacen referencia, nuestros resultados en cuanto a la optimización reafirman la importancia del control de este parámetro en obra que coincide parcialmente con los resultados de la investigación según (Arboleda López, 2014), En su tesis llamada “Análisis de la productividad, rendimiento y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación.” Menciona “Podemos decir que en las diferentes frentes de trabajo se hizo una investigación a través de mediciones en la productividad ya que se ve reflejado en los rendimientos” de igual manera, nuestros resultados confirman el postulado del rendimiento es decir que optimiza su rendimiento en la partida.

### **Hipótesis específica 3:**

En el resultado específico 3 de nuestra investigación confirma la hipótesis planteada, es decir, que la aplicación de Lean Construction en la construcción del falso piso optimiza el costo, asimismo se muestran en nuestros resultados en cuanto a la optimización del costo confirman la enorme influencia del control de este parámetro en obra que coincide parcialmente con los resultados de la investigación según (Camacol, 2005), Menciona “el 85% de todos los proyectos de construcción tienden a subir los costos” por otra parte (Gido & Clements, 2012) mencionan que “El seguimiento radica en analizar el desempeño de los costos con el objetivo primordial de aminorarlos” de igual manera, nuestros resultados confirman el postulado de los costos es decir que optimiza su aplicación en la partida.

## V. CONCLUSIONES

1. Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean Construction optimiza la productividad de la mano de obra y los costos en la partida falso piso 1:8 e=4” pues se vio en el desarrollo de nuestro estudio antes de la ejecución de las herramientas LC se presentaban niveles de TP = 21.16%, TC= 47.23% y TNC = 31.61% , las cuales fueron determinadas a través de la carta balance, estos indicadores porcentuales son evidencia de parámetros como lo son los costos, la velocidad de ejecución y el rendimiento en la obra, tras la aplicación de las herramientas LC como lo son el dimensionamiento de la cuadrilla, la sectorización, tren de actividades y el Buffer se lograron optimizar estos parámetros en la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.
2. Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean Construction optimiza La velocidad de ejecución en la partida falso piso 1:8 e=4” pues nuestro estudio arrojó una optimización del 20% en el grupo de control (con herramientas LC), frente a una pérdida de -25% en el grupo de control (sin herramientas LC) en la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.
3. Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean Construction optimiza El rendimiento en la partida falso piso 1:8 e=4” pues nuestro estudio arrojó una optimización del 24.84% en el grupo de control (con herramientas LC), frente a una pérdida de -33.33% en el grupo de control (sin herramientas LC) en la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.

4. Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean Construction optimiza El costo en la partida falso piso 1:8 e=4” pues nuestro estudio arrojó una optimización del 9.93% en el grupo de control (con herramientas LC), frente a una pérdida de -13.41% en el grupo de control (sin herramientas LC) en la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.

## **VI. RECOMENDACIONES**

1. Se recomienda a las empresas constructoras utilizar las herramientas Lean Construction como una iniciativa de innovación en la gestión de la construcción para la optimización de la productividad y los costos.
2. Se recomienda a las entidades estatales y públicas la evaluación, control y optimización de la velocidad de ejecución en sus proyectos constructivos a través de las herramientas LC, pues es a través de esta herramienta que se pueden generar cifras más actualizadas de acuerdo a la región donde se desarrollen las obras y no depender de las cifras de tablas elaboradas en la capital.
3. Se recomienda a los profesionales involucrados en el área la optimización de los rendimientos en sus proyectos mediante la aplicación de las herramientas LC, pues un adecuado control de los recursos permitirá un mejor rendimiento de las cuadrillas.
4. Se recomienda a las oficinas gubernamentales realizar revisiones exhaustivas acerca de los costos de los proyectos en los expedientes técnicos pues una adecuada optimización de los costos en sus proyectos mediante la aplicación de las herramientas LC, permitirían una reducción significativa de gastos al estado, los cuales podrían derivarse a otros proyectos.

## VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Ibarra, G. (2011). *Lean Construction*. Universidad Nacional Autónoma de México D.F.

Corredor, A., & Rojano V. (2009). *Lean Construction*. Universidad Pontificia Bolivariana en Bucaramanga, Colombia.

Ghio C., (2010). *Productividad en obras de construcción-diagnostico, crítica y propuesta*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú.

Meléndez, R. (2011). *Mejora de la productividad en proyectos de construcción y la aplicación de una metodología de gestión*. Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima, Perú.

Guzmán, T. (2014). *Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú.

Guzmán, M. (2010). *Productividad en la Construcción*. Escuela de Post Grado de la UPC, Lima, Perú.

Porras, D. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. Colombia.

Ramos, V. (2015). *Aplicación de Lean Construction a Edificios de Recepción Férrea*. Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima, Perú.

Koskela, L. (1992). *Application of the new Production Philosophy to Construction*. EE.UU.: Standford University.

Loyola, V., & Goldsack J., (2015). *Constructividad y Arquitectura Universidad de Chile*. Santiago, Chile.

Buleje, R. (2012). *Productividad en la Construcción de un Condominio Aplicando Conceptos De La Filosofía Lean Construcción*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú.

Casanova, M. (2012). *Implementación del Sistema Last Planner de una Habilidad Urbana*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú.

Serpell, B., Alarcón C. (1994). *Planificación y Control de Proyectos*. Santiago de Chile.

Brioso, L. (2012). *Taller Gestión Lean en la Construcción*. Consejo Departamental de Lima CIP Capítulo de Ingeniería Civil, Lima, Perú.

León, Q. (2012). *Aplicación del Lean Construction en Gestión de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería*. Universidad Politécnica de Madrid, España.

Paredes, E. (2010). *Modelo de Gestión de producción y su incidencia en las ventas de la Empresa La Raíz del Jeans del Cantón Pelileo*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Arbolea, S. (2014). *Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Cornejo, G., & Llallacachi, O. (2017). *Gestión de costos y productividad en la empresa Avícola PRODMIL S.A.C., Arequipa, periodo 2014 -2016*. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

Días, M. (2013). *Producción, comercialización y rentabilidad de la naranja (Citrus Aurantium) y su relación con la economía del Cantón La Mana y su zona de fluencia, año 2011*. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

Delgado, F. (2015). *Propuesta de disminución de tiempos muertos en la sección mezclado para reducir el costo de esta sección en una empresa textil, Arequipa 2015*. Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.

Gutiérrez, P., & Huamán, F. (2014). *Influencia de la motivación laboral en la productividad en la financiera UNO OECHSLE – Huancayo*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

Valera, D. (2015). *Los costos ocultos del presentismo laboral en las empresas manufactureras de Lima: 2012*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Martínez, J. (2011). *Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía de Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de la construcción*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Baladrón, C. (2017). *Evaluación de impactos de la implementación de metodologías Lean en proyectos de desarrollo minero en construcción*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Gonzales, J. (2011). *Propuesta de un sistema operativo de gestión basado en la filosofía "Lean Construction" que permita estandarizar las actividades implicadas en el montaje de la estructura metálica de un edificio*. Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.

Toledo, A. (2017). *Mejoramiento de la planificación operacional mediante la implementación de la filosofía de Lean Construction en el proyecto ampliación y mejoramiento del Hospital de Moquegua nivel II-2 Ubicado en el departamento de Moquegua*. Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.

Flores, D. (2016). *Aplicación de la filosofía de Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA – Puno*. Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Quispe, R. (2017). *Aplicación de Lean Construction para mejorar la productividad en la ejecución en obras de edificación, Huancavelica, 2017*. Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la filosofía de Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos*. Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

## **ANEXOS**

## **LISTADO DE ANEXOS**

**Anexo 1: Matriz de consistencia**

**Anexo 2: Operacionalización de variables**

**Anexo 3: Formato de medición de tiempos en la ejecución de la actividad**

**Anexo 4: Carta de balance de la actividad**

**Anexo 5: Plan de trabajo con herramienta lean construction**

**Anexo 6: Certificado de trabajo en dicha obra**

**Anexo 7: Fotos**

**Anexo 8: Artículo Científico**

## ANEXO 1

### MATRIZ DE CONSISTENCIA

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>P.G: ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la productividad y costos en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018?</p>	<p>O.G: Aplicar la filosofía de lean construction para optimizar la productividad y costos en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018</p>	<p>H.G: La aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la productividad y costos en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018.</p>	<p>1. Diseño de investigación: Es cuasi experimental, porque en ciencias sociales no hay experimento puro, es decir, si se vuelve a aplicar Lean, los resultados no serán exactamente iguales, sino parecidos, los sujetos considerados en el grupo de estudio están constituidos y se va evaluar tanto la productividad, velocidad, rendimiento y los costos. La investigación es del tipo longitudinal, porque la información se recoge en dos momentos, antes y después de la experimentación de Lean. El diagrama del diseño cuasi-experimental es el siguiente:</p>
<p>P. E1: ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la velocidad en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018?</p>	<p>O. E1: Aplicar la filosofía de lean construction para optimizar la velocidad en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018</p>	<p>H. E1: La aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la velocidad en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018</p>	<p>O1 X O2</p>
<p>P. E2: ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza el rendimiento en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018?</p>	<p>O. E2: Aplicar la filosofía de lean construction para optimizar el rendimiento en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018</p>	<p>H. E2: La aplicación de la filosofía de lean construction optimiza el rendimiento en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018</p>	<p>O1: Medición previa de la productividad y los costos, según Expediente Técnico. X: Aplicación del Lean Construction, en la Construcción de falso piso.</p>

<p>P. E3: ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza el costo en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018?</p>	<p>O. E3: Aplicar la filosofía de lean construction para optimizar el costo en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018</p>	<p>H. E3: La aplicación de la filosofía de lean construction optimiza el costo en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 ilo, moquegua 2018</p>	<p>O2: medición de la productividad y los costos después de la aplicación de lean construction en la construcción, en el grupo experimenta</p> <p>2. Población y muestra:</p> <p>2.1 Población:</p> <p>Para la presente investigación la población, está conformado por 11 trabajadores (Operarios, capataz, maestro de obra y peones) que laboraron en la Contrucción del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.</p> <p>2.2 Muestra:</p> <p>La muestra es censal, siendo la muestra igual a la población.</p> <p>3. Técnicas e instrumentos de recolección de dato:</p> <p>3.1 Técnicas: Revisión documental, mediante la revisión del Expediente Técnico del proyecto SNIP 67018, partida falso piso 1:8 e=4, respecto a la dimensiones velocidad, rendimiento y costo. Ex – ante y ex - post a la aplicación de Lean Contruction.</p> <p>3.2 Instrumentos: Los Instrumentos de recolección de información de campo se utilizó las fichas de campo o formatos de control,</p>
---	--	---	---

			<p>cámara fotográfica, cronometro y análisis de documentos, junto a tablas de estadística y formatos en Excel.</p> <p><b>4. Métodos de análisis de datos</b></p> <p>El procesamiento de los datos se realizará mediante hojas de cálculo de Excel. La presentación de los datos se realizó mediante tablas y gráficos y se determinaron las medidas comparativas y razones más adecuadas a las variables de estudio.</p>
--	--	--	--

## ANEXO 2

### OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES

VARIABLE	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADOR	INDICE
V. I Lean Construcción (LC)	Es la metodología para el manejo de la productividad en obra, a través de la cual se reduzcan o se eliminen todas las actividades que no agregan valor a la obra, aplicando metodologías Lean. (Porras D.H, 2014).	Se elabora un plan de trabajo para la construcción del piso falso, considerando los principios de Lean Construction: La sectorización, dimensionamiento de cuadrilla, tren de trabajo, buffers, sistema del último planificador y lookahead	Sectorización	Razón	Ordinal
			Dimensionamiento de cuadrilla		
			Tren de trabajo		
			Buffers		
V.D Productividad y costos	Está referida a la mejora que se pretende lograr en términos de tiempo (reducción del tiempo en ejecución	Mediante la revisión del expediente técnico del proyecto, respecto a la unidad de análisis, construcción del piso falso, construiremos la línea de base en función a lo programado: Programación	Velocidad	Razón	Ordinal
			Rendimiento		

	<p>de las actividades), calidad (trabajos hechos con mayor calidad y acabado) y costos (reducción o mejor uso de los recursos económicos) en la obra a ejecutarse. (Ghio C. V, 2010).</p>	<p>semanal, programación diaria, lecciones aprendidas, velocidad, rendimiento y tiempo. Concluida la aplicación de nuestro plan de trabajo con la filosofía de Lean, compararemos nuestros resultados respecto a lo programado según expediente técnico y determinados el nivel de eficiencia de la metodología de Lean Construcción.</p>	Costo		
--	---	---	-------	--	--

### ANEXO 3

## FORMATO DE MEDICIÓN DE TIEMPOS EN LA EJECUCIÓN DE LA ACTIVIDAD

<b>Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación del Lean Construcción en la partida concreto para falso piso en la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I no. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo Departamento de Moquegua-2018.</b>										
Mediciones de tiempos de ocupación en la ejecución de la Obra							Hora de Inicio			
Investigador:			Fecha: 01/03/2018				hora de Terminio			
	TP	TC	TNC	Observación			TP	TC	TN C	Observación
1						1				
2						2				
3						3				
4						4				
5						5				
6						6				
7						7				
8						8				
9						9				
10						10				
11						11				
12						12				
13						13				
14						14				
15						15				
16						16				
17						17				
18						18				
19						19				
20						20				
21						21				
22						22				
23						23				
24						24				
25						25				
26						26				
27						27				

28						28				
29						29				
30						30				
31						31				
32						32				
33						33				
34						34				
35						35				
Total						Total				

## ANEXO 4

### CARTA DE BALANCE DE LA ACTIVIDAD

Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación del Lean Construcción en la partida concreto para falso piso en la obra "Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I no. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo Departamento de Moquegua-2018.													
Mediciones de tiempos de ocupacion en la ejecucion de la Obra							Hora de Inicio						
Investigador: Jorge Suarez							Fecha: 01/03/2018						
	TP	T (Transporte)	L (Limpieza)	I (Indicaciones)	M (Mediciones)	X (Otros TC)	V (Viajes)	N (Tiempo Ocioso)	E (Espera)	R (Trabajo Rehecho)	D (Descanso)	B (Baño u ocupaciones)	Y (Otros TNC)
1		1											
2				1									
3	1												
4						1							
5	1												
6				1									
7	1												
8			1										
9		1											
10							1						
11		1											
12			1										
13				1									
14							1						
15	1												
16					1								
17								1					
18						1							
19	1												
20							1						
21					1								
22											1		
23				1									
24							1						
25	1												
26		1											
27									1				
28	1												
29							1						
30													1
31								1					
32				1									
33					1								
34	1												
35													1
36			1										
37	1												
38												1	
39	1												
40							1						
41		1											
42							1						
43							1						
44							1						
45					1								
46				1									
47	1												
48					1								
49								1					
50							1						
51	1												
52	1												
53		1											
54													
55						1						1	
56				1									
57	1												
58	1												
59												1	
60				1									
61			1										
62	1												
63					1								
64								1					
65		1											
66	1												
67			1										
68	1												
69							1						
70	1												
71				1									
72					1								
73						1							
74								1					
75	1												
76						1							
77									1				
78		1											
79												1	
80		1											





251			1										1	
252														
253				1										
254						1								
255									1					
256	1													
257					1									
258	1													
259	1													
260					1									
261									1					
262		1												
263			1											
264				1										
265				1										
266								1						
267		1												
268	1													
269						1								
270									1					
271					1									
272			1											
273														1
274				1										
275	1													
276	1													
277		1												
278	1													
279									1					
280	1													
281					1									
282								1						
283						1								
284	1													
285					1									
286													1	
287					1									
288			1											
289	1													
290		1												
291			1											
292									1					
293				1										
294	1													
295	1													
296			1											
297		1												
298					1									
299									1					
300		1												
301		1												
302									1					
303						1								
304	1													
305		1												
306		1												
307					1									
308								1						
309					1									
310										1				
311											1			
312	1											1		
313		1												
314					1									
315													1	
316				1										1
317														1
318					1									
319	1													
320		1												
321													1	
322						1								
323									1					
324			1											
325	1													
326		1												
327			1											
328								1						
329					1									
330			1											
331													1	
332									1					
333		1												
334			1											
335	1													
336	1													
337									1					
338						1								
339		1												
340								1						

341				1									
342					1								
343	1												
344			1										
345		1											
346		1											
347										1			
348							1						
349	1												
350			1										
351										1			
352	1												
353						1							
354							1						
355							1						
356				1									
357		1											
358										1			
359						1							
360	1												
361		1											
362		1											
363												1	
364										1			
365								1					
366						1							
367	1												
368						1							
369								1					
370		1											
371	1												
372			1										
373										1			
374							1						
375	1												
376										1			
377		1											
378	1												
379	1												
380		1											
381		1											
382										1			
383	1												
384	1												
385	1												
386			1										
387								1					
388										1			
389							1						
390	1												
391		1											
392												1	
393													1
394							1						
395				1									
396	1												
397	1												
398			1										
399											1		
400							1						

## ANEXO 5

### PLAN DE TRABAJO CON HERRAMIENTA LEAN CONSTRUCTION

<b>Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación de Lean Construction, en la construcción de falso piso 1:8 e=4; Proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018</b>	
Plan de trabajo aplicando herramientas de Lean Construction (LC)	
Se selecciona estas cuatro herramientas de muchas más de Lean Construction, ya que se tomó en cuenta aquellas porque es un fragmento pequeño de actividad y no amerita utilizar más herramientas en este estudio. Por lo que es una investigación cuasi – experimental, y con las cuatro herramientas LC da un óptimo resultado.	
<b>Sectorización:</b>	<p>Para poder iniciar un proceso de sectorización para dividir las áreas de trabajo en áreas de menor tamaño (Volúmenes de trabajo) y que todas estas pequeñas áreas tengan la misma cantidad de trabajo se tuvieron en cuenta factores tales como:</p> <p>La geometría y simetría de las áreas que han ejecutarse en la partida. El tipo de actividades con las que cuenta el trabajo. La accesibilidad al lugar donde se ejecutará la partida. La distancia del punto de preparación de la mezcla al lugar de su vertimiento. La capacidad del equipo de preparación del concreto (pie<sup>3</sup> por tanda). Teniendo en cuenta todos los aspectos antes mencionados se vio:</p> <p>Que por la naturaleza intrínseca del trabajo y la geometría y la simetría del lugar donde se ejecutara la partida tendremos volúmenes semejantes de trabajo al dividir las áreas de trabajo en áreas iguales, el tipo de actividades que se realizaran (preparado de la mezcla, transporte, vertido, enrasado) no requieren de gran cuidado o personal altamente calificado bastara con señalar claramente las indicaciones de la secuencia de trabajo para su realización, la accesibilidad a todos los puntos es buena y su distancias son cortas no superan los 10m lo que permite una adecuada trabajabilidad del concreto, en cuanto a la capacidad del equipo este es de bastante importancia pues será evaluado para determinar el tamaño de las áreas de sectorización que se realizaran.</p> <p>Para la sectorización se determinaron previamente las actividades que componían la ejecución de la partida (Dimensionamiento de la cuadrilla).</p>

<b>Dimensionamiento de cuadrilla:</b>	Ya que se tiene como antecedentes la ejecución del grupo de control, se sabe el desenvolvimiento del personal, por lo que se selecciona o cambia el personal que se vea reflejado en las cartas de balance por lo que se opta por una nueva selección de personal para ver como fruto mejoras en la ejecución del falso piso.
<b>Tren de trabajo:</b>	Una vez realizada la conformación de los frentes de trabajo, se procede a elaborar el tren de actividades que consta de una planilla en la cual en la columna izquierda se muestra los sectores (S1, S2,...S12) donde se ejecutara la partida (sectorización) y en la fila superior las horas de trabajo. Se puede apreciar claramente la liberación de frentes de trabajo (intervalos de una hora). Que aseguran un flujo continuo de actividades.
<b>Buffers:</b>	Por la naturaleza de la partida que se está ejecutando (Falso Piso mezcla 1:8 e=4") y por recomendaciones de la literatura consultada, se planteará un buffer de tiempo para de darse el caso de no poder completar las actividades de la partida, estas se completaran en la última hora de trabajo de la jornada diaria hora 8, pues según nuestras perspectivas de campo al utilizar las herramientas del LC, se encontró que la ultima hora ( 8va hora), se utilizara para trabajos que no hayan sido concluidas en su respectivo tiempo y trabajos de limpieza.

## ANEXO 6

### CERTIFICADO DE TRABAJO EN DICHA OBRA

  
SUB REGIÓN ILO – UNIDAD EJECUTORA ILO  
RUC 20532480397

035- 2017-GSRD.ILO-UE003/GR.MOQ

## CERTIFICADO DE PRÁCTICAS

EL GERENTE DE LA UNIDAD EJECUTORA SUB REGION DE DESARROLLO ILO

**HACE CONSTAR:**

Que El (La) Sr(a):

**ALBERT FRANCISCO BUSTAMANTE AJAHUANA**

Identificado con DNI N° 70319585

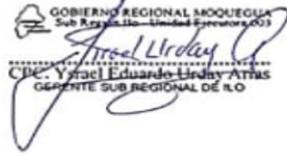
Que realizó Prácticas Pre Profesionales, en la obra: "MEJORAMIENTO DEL SERVICIO EDUCATIVO DE LA INSTITUCION EDUCATIVA CORONEL FRANCISCO BOLOGNESI CERVANTES, URB. MIRAMAR, DISTRITO DE ILO, PROVINCIA DE ILO, REGION MOQUEGUA.", de la Unidad Ejecutora Sub Región de Desarrollo Ilo 003 desde:

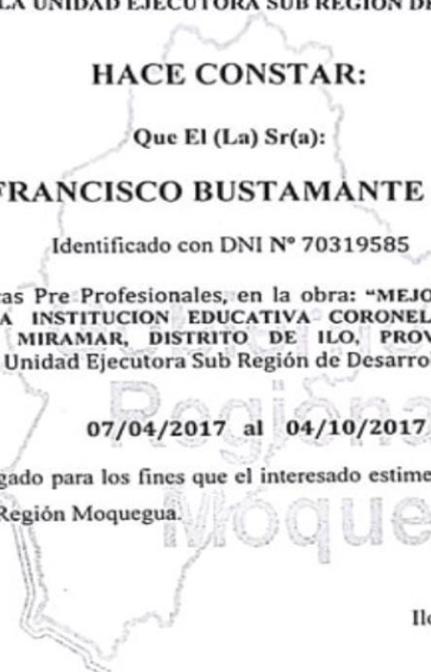
**07/04/2017 al 04/10/2017**

El presente es entregado para los fines que el interesado estime conveniente, se extiende en la Provincia de Ilo, Región Moquegua.

Ilo, 10 de Noviembre 2017



  
GOBIERNO REGIONAL MOQUEGUA  
Sub Región Ilo – Unidad Ejecutora 003  
C/D. Yirael Eduardo Lirio Atlas  
GERENTE SUB REGIONAL DE ILO



**ANEXO 7**  
**FOTOS DE LA EJECUCIÓN**



Terreno preparado (Aplisonado)



Preparación de la mezcla del concreto



Esparcimiento del concreto



Vaciado al falso piso



Area del falso piso con piso terminado



Comprobación de la presencia del investigador en obra



## **ANEXO 8**

### **ARTÍCULO CIENTÍFICO**

#### **1. TITULO**

Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación de Lean Construction, en la construcción de falso piso 1:8 e=4; Proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018

#### **2. AUTOR**

Albert Francisco Bustamante Ajahuana

#### **3. RESUMEN**

En la tesis denominada “Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación de Lean Construction, en la construcción de falso piso 1:8 e=4; Proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018” se identificó el problema ¿En qué medida la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la productividad y costos en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018? y la hipótesis que la aplicación de la filosofía de lean construction optimiza la productividad y costos en la construction del falso piso 1:8 e=4, en el proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

Es cuasi experimental, porque en ciencias sociales no hay experimento puro, es decir, si se vuelve a aplicar Lean, los resultados no serán exactamente iguales, sino parecidos, los sujetos considerados en el grupo de estudio están constituidos y se va evaluar tanto la productividad, velocidad, rendimiento y los costos.

La investigación es del tipo longitudinal, porque la información se recoge en dos momentos, antes y después de la experimentación de Lean. La técnica a utilizar Revisión documental, mediante la revisión del Expediente Técnico del proyecto, el instrumento recolección de información de campo se utilizó las fichas de campo o formatos de control, cámara fotográfica, cronometro y análisis de documentos, junto a tablas de estadística y formatos en Excel, la población está conformado por 11 trabajadores (Operarios, capataz, maestro de obra y peones) que laboraron en la Contruccion y la muestra la muestra es censal, siendo la muestra igual a la población.

La aplicación del Lean Construction mejora la productividad de la mano de obra y los costos en la partida falso piso 1:8 e=4”, pues a través de la aplicación de sus herramientas como el dimensionamiento de las cuadrilla, la sectorización, el tren

de actividades y el Buffer se permite la optimización de los costos, la velocidad de ejecución y el el rendimiento.

#### **4. PALABRAS CLAVE**

Lean Construction – Productividad – Costos – Rendimiento - Velocidad - optimización.

#### **5. ABSTRACT**

In the thesis called "Optimization of productivity and costs through the application of Lean Construction, in the construction of false floor 1: 8 e = 4; Project: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018 "the problem was identified To what extent the application of the lean construction philosophy optimizes productivity and costs in the construction of the false floor 1: 8 e = 4, in the project: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018? and the hypothesis that the application of the philosophy of lean construction optimizes the productivity and costs in the construction of the false floor 1: 8 e = 4, in the project: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018.

It is quasi-experimental, because in the social sciences there is no pure experiment, that is, if Lean is reapplied, the results will not be exactly the same, but similar, the subjects considered in the study group will be constituted and productivity will be evaluated. , speed, performance and costs.

The investigation is of the longitudinal type, because the information is collected in two moments, before and after the experimentation of Lean. The technique to use Documentary review, through the review of the project's Technical File, the field information collection instrument, the field files or control formats, camera, chronometer and document analysis were used, together with statistics tables and formats in Excel, the population is made up of 11 workers (workers, foreman, master builder and laborers) who worked in the construction and shows the sample is census, being the sample equal to the population.

The application of Lean Construction improves the productivity of labor and costs in the false departure floor 1: 8 e = 4 ", because through the application of its tools such as sizing of the cuadrilla, sectorization, train of activities and Buffer allows the optimization of costs, speed of execution and performance.

#### **6. KEYWORDS**

Lean Construction – Productivity – Costs – Performance – Speed – optimization.

#### **7. INTRODUCCIÓN**

Es bastante bien conocido en nuestro país que una de las “industrias” que marcan el ritmo del crecimiento económico es el sector de la construcción, mediante una simple relación podríamos deducir que mientras más ingresos presenten las personas, mayores será la demanda de vivienda, centros de esparcimiento, centros comerciales, etc. A su vez el crecimiento de infraestructura como lo son la construcción de infraestructura vial, la inversión en la construcción de hospitales, puestos de salud, colegios y demás son indicativos que la economía nacional va en aumento sostenido.

Durante el periodo de 2006-2012 el Perú presento un crecimiento sostenido de la construcción en nuestro país, a pesar de toda la problemática que se fueron presentando en ese lapso de tiempo, como por ejemplo la desaceleración de la economía China que se presentó hacia el 2008, en este periodo de tiempo el Perú presento un crecimiento económico promedio de 12.5%, solo en el 2012 este sector represento el 7% de la producción total nacional.

El siguiente grafico muestra la evolución del sector construcción en el periodo de 2010 a 2016.

A nivel internacional los problemas relacionados a la productividad en la construcción se ven reflejadas en cifras e índices que indican como no se tiene un manejo optimo acerca de la gestión de tiempos, recursos e información, un ejemplo claro y que se asemeja bastante a lo que se refiere a este tema en Latinoamérica y que tomamos como modelo para tener un parámetro de esta realidad problemática internacional lo presenta el país de España a través de los trabajos en las universidades de ese país se obtuvo que en la industria de la construcción se presentan problemas tales como: No evoluciona su productividad, 98% de sus proyectos presentan sobrecostos, 77% de sus proyectos se entregan a destiempo Estos problemas relacionados a la producción plantearon la pregunta de por qué se sucede este hecho, ellos encontraron que la respuesta a esta interrogante estaba basada en los siguientes factores: Organización pobre, Complejidad, Comunicación inadecuada, Resistencia al cambio, Falta de planificación y Mala organización

Presentando en resumen que estos eran los porcentajes en tiempos de las actividades en general que se desarrollaban en obra en ese país

A nivel nacional no existe una data estadística oficial sobre la medición de la productividad en las obras lo cual se constituye en un factor en contra en cuanto a la evaluación de los índices que marcan y señalan los niveles de productividad en las obras civiles (Trabajo productivo(TP),trabajo contributivo(TC),Trabajo no contributivo(TNC)),bajo el enfoque del Lean Construcción (LC).solo algunas trabajos aislados como lo son tesis universitarias o informes sobre entidades interesadas en estos procesos de mejora y optimización de la producción en obra dan una ligera perspectiva de cómo se encuentra a nivel nacional la gestión de la producción en la construcción destacándose que tenemos índices de productividad muy bajos a nivel nacional.

En lima metropolitana a finales de la década de los 90 y principios del año 2000 se realizó una medición de lo que respecta a la productividad en la construcción, esto se realizó a nivel de obras civiles de edificaciones exclusivamente. (No descartando que los procesos de medición de productividad no puedan aplicarse a otros tipos de obras como lo pueden ser obras viales o sanitarias entre otras) cuyos resultados se ven reflejados en la publicación “Productividad en las Obras de Construcción Diagnostico, Critica y Propuesta” que realizo el Dr. Virgilio Ghio Castillo. En estos resultados generales se ve que la ocupación del tiempo para 50 obras de edificación en lima.

La ejecución de la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 Almirante Miguel Grau distrito de Ilo provincia de Ilo departamento de Moquegua” presenta deficiencias en aspectos tales como el retraso en la ejecución de las partidas, una mala organización, la gran cantidad de trabajadores que por falta de organización presentan un exceso de tiempo muerto, entre otros aspectos que podrían verse mejorados al aplicarse las herramientas y técnicas de la filosofía de la construcción sin perdidas LC. Actualmente existe una gran molestia por parte del personal de gestión de obra y de los directos beneficiarios de la obra por el incumplimiento de plazos que se generan por el retraso de la ejecución de las diferentes actividades que componen las partidas de ejecución del proyecto, la falta de organización genera gran incertidumbre en lo que respecta al alcance del proyecto, asimismo como es típico en toda obra se presentan situaciones que no fueron contempladas en la programación de la obra que requerirían de una toma de decisiones acertadas y que agreguen valor a la obra.

Al continuar esta realidad en la ejecución del proyecto se prevé que la obra será entregada con gran de atraso, haciéndose merecedor de las penalidades económicas que estas acarrearán, esto sin considerar que es muy probable que la calidad no llegue a ser la óptima como se propuso en la programación del proyecto, trayendo consigo perjuicios económicos, confort, serviciabilidad, etc. Esta realidad es observable en la mayoría de las obras que se ejecutan en esta provincia y de no plantearse soluciones que se adecuen a esta realidad y lleguen a revertir esta situación se seguirán perdiendo cientos de horas de trabajo productivo trayendo consigo la pérdida económica y la falta de calidad en los proyectos que se están y se ejecutaran en un futuro.

Como parte de este trabajo se pretende implementar la filosofía LC en la gestión de la producción y los costos en la partida falso piso de la ejecución del proyecto, realizar el seguimiento de la misma y hacer una comparativa de cómo se mejoró la productividad y los costos comparada con la ejecución tradicional con la cual se tenía prevista realizarla. De esta manera se podrán inferir como incidiría en el proyecto completo su implementación todo esto con el fin de poder implementar una herramienta de gestión de la producción en los proyectos y tengan un alcance en aplicación a nivel regional o hasta nacional dependiendo de los resultados obtenidos.

## **8. METODOLOGÍA**

Es cuasi experimental, porque en ciencias sociales no hay experimento puro, es decir, si se vuelve a aplicar Lean, los resultados no serán exactamente iguales, sino parecidos, los sujetos considerados en el grupo de estudio están constituidos y se va evaluar tanto la productividad, velocidad, rendimiento y los costos.

La investigación es del tipo longitudinal, porque la información se recoge en dos momentos, antes y después de la experimentación de Lean. Donde población para la presente investigación la población, está conformado por 11 trabajadores (Operarios, capataz, maestro de obra y peones), la muestra es censal, siendo la muestra igual a la población. Técnicas revisión documental, mediante la revisión del Expediente Técnico del proyecto respecto a las dimensiones velocidad, rendimiento y costo, también Los Instrumentos de recolección de información de campo se utilizó las fichas de campo o formatos de control, cámara fotográfica,

cronometro y análisis de documentos, junto a tablas de estadística y formatos en Excel.

## **9. RESULTADOS**

Se tuvo resultados a través de un grupo de control realmente ejecutado sin herramientas LC y el otro grupo de control experimental que se aplicó las herramientas Lean Construction obteniendo diferentes a través de resultados que mostraremos a continuación.

Para el grupo de control realmente ejecutado sin herramientas Lean Construction en el bloque 1 – pabellón A, se obtiene que el tiempo de duración se toma directamente del promedio de los días de duración del trabajo que realizaron, que para nuestra partida fue de: 1er día: 58 m<sup>2</sup> (8horas) = 7.250 m<sup>2</sup>/hora, 2do día: 65 m<sup>2</sup> (8horas) = 8.125 m<sup>2</sup>/hora, 3er día: 42 m<sup>2</sup> (6horas) = 7.000 m<sup>2</sup>/hora, obteniendo una velocidad = 7.458 m<sup>2</sup>/ hora = 59.667 m<sup>2</sup>/día = 60m<sup>2</sup>/día, el costo por m<sup>2</sup> es de 49.93 soles y en la cual se suman las cantidades de mano de obra que se necesitan para la ejecución de 1m<sup>2</sup> de falso piso obteniendo un rendimiento = 1.36 HH/m<sup>2</sup>.

Y para el grupo de control experimental aplicando las herramientas de Lean Construction en el bloque 2 – pabellón A, se obtuvieron la velocidad de ejecución, es decir una velocidad = 13.75m<sup>2</sup>/hora = 96.00m<sup>2</sup>/día, Costo = 39.65 soles/m<sup>2</sup>, y un Rendimiento = 0.7667 HH/m<sup>2</sup>

## **10. DISCUSIÓN**

En el resultado general de nuestra investigación se confirma la hipótesis planteada, es decir, que la aplicación de Lean Contruction en la construcción del falso piso optimiza la productividad y los costos. Asimismo, nuestros resultados en cuanto a los indicadores de la carta balance para la partida falso piso e=4” presentaban niveles de TP = 21.16%, TC= 47.23% y TNC = 31.61% que coinciden parcialmente con los resultados de las investigaciones según (Flores Cervantes, 2016), En su tesis llamada “Aplicación de la filosofía Lean Contruction en la planificación, programación, ejecución y control de la Construcción del estadio de la UNA – PUNO”. Menciona “que presentan niveles de trabajo como TP= 36%, TC= 43% y TNC = 21%), por ende, se llevó a cabo la realización del nuevo plan de gestión aplicando la lean ajustando las cuadrillas ya que es ahorro económico ya aumento de la productividad para dicha obra”. Estos indicadores porcentuales son evidencia de parámetros como lo son los costos y la productividad en la obra, Además,

nuestros resultados confirman el postulado de la teoría de Lean Construction es decir que optimiza su aplicación en las construcciones.

En el resultado específico 1 de nuestra investigación confirma la hipótesis planteada, es decir, que la aplicación de Lean Construction en la construcción del falso piso optimiza la velocidad de ejecución. De la misma forma, nuestros resultados en cuanto a la optimización reafirman la importancia del control de este parámetro en obra que coincide parcialmente con los resultados de la investigación según (Buleje R. Kenny, 2012), En su tesis llamada "PRODUCTIVIDAD EN LA CONSTRUCCION DE UN CONDOMINIO APLICANDO CONCEPTOS DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCCION". Menciona "que la velocidad es un concepto importantísimo en la aplicación de las herramientas L.C. el autor de dicha tesis menciona que se pueden realizar curvas de productividad en función de la velocidad de ejecución" de igual manera, nuestros resultados confirman el postulado de la velocidad de ejecución es decir que optimiza su aplicación en la partida.

En el resultado específico 2 de nuestra investigación confirma la hipótesis planteada, es decir, que la aplicación de Lean Construction en la construcción del falso piso optimiza el rendimiento, de la misma forma hacen referencia , nuestros resultados en cuanto a la optimización reafirman la importancia del control de este parámetro en obra que coincide parcialmente con los resultados de la investigación según (Arboleda López, 2014), En su tesis llamada "Análisis de la productividad, rendimiento y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación." Menciona "Podemos decir que en las diferentes frentes de trabajo se hizo una investigación a través de mediciones en la productividad ya que se ve reflejado en los rendimientos" de igual manera, nuestros resultados confirman el postulado del rendimiento es decir que optimiza su rendimiento en la partida.

En el resultado específico 3 de nuestra investigación confirma la hipótesis planteada, es decir, que la aplicación de Lean Construction en la construcción del falso piso optimiza el costo, asimismo se muestran en nuestros resultados en cuanto a la optimización del costo confirman la enorme influencia del control de este parámetro en obra que coincide parcialmente con los resultados de la investigación según (Camacol, 2005), Menciona "el 85% de todos los proyectos de

construcción tienden a subir los costos” por otra parte (Gido & Clements, 2012) mencionan que “El seguimiento radica en analizar el desempeño de los costos con el objetivo primordial de aminorarlos” de igual manera, nuestros resultados confirman el postulado de los costos es decir que optimiza su aplicación en la partida.

## **11. CONCLUSIONES**

Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean Construction optimiza la productividad de la mano de obra y los costos en la partida falso piso 1:8 e=4” pues se vio en el desarrollo de nuestro estudio antes de la ejecución de las herramientas LC se presentaban niveles de TP = 21.16%, TC= 47.23% y TNC = 31.61% , las cuales fueron determinadas a través de la carta balance, estos indicadores porcentuales son evidencia de parámetros como lo son los costos, la velocidad de ejecución y el rendimiento en la obra, tras la aplicación de las herramientas LC como lo son el dimensionamiento de la cuadrilla, la sectorización, tren de actividades y el Buffer se lograron optimizar estos parámetros en la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.

Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean Construction optimiza La velocidad de ejecución en la partida falso piso 1:8 e=4” pues nuestro estudio arrojó una optimización del 20% en el grupo de control (con herramientas LC), frente a una pérdida de -25% en el grupo de control (sin herramientas LC) en la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.

Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean Construction optimiza El rendimiento en la partida falso piso 1:8 e=4” pues nuestro estudio arrojó una optimización del 24.84% en el grupo de control (con herramientas LC), frente a una pérdida de -33.33% en el grupo de control (sin herramientas LC) en la obra “Mejoramiento del servicio educativo en la I.E.I No. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.

Se concluye que la aplicación de la filosofía Lean Construction optimiza El costo en la partida falso piso 1:8 e=4” pues nuestro estudio arrojó una optimización del 9.93% en el grupo de control (con herramientas LC), frente a una pérdida de -13.41% en el grupo de control (sin herramientas LC) en la obra “Mejoramiento del servicio

educativo en la I.E.I No. 303 almirante Miguel Grau distrito de Ilo, provincia de Ilo departamento de Moquegua-2018”.

## 12. REFERENCIAS

Ibarra, G. (2011). *Lean Construction*. Universidad Nacional Autónoma de México D.F.

Corredor, A., & Rojano V. (2009). *Lean Construction*. Universidad Pontificia Bolivariana en Bucaramanga, Colombia.

Ghio C., (2010). *Productividad en obras de construcción-diagnostico, crítica y propuesta*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú.

Meléndez, R. (2011). *Mejora de la productividad en proyectos de construcción y la aplicación de una metodología de gestión*. Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima, Perú.

Guzmán, T. (2014). *Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú.

Guzmán, M. (2010). *Productividad en la Construcción*. Escuela de Post Grado de la UPC, Lima, Perú.

Porras, D. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. Colombia.

Ramos, V. (2015). *Aplicación de Lean Construction a Edificios de Recepción Férrea*. Universidad Nacional de Ingeniería (UNI), Lima, Perú.

Koskela, L. (1992). *Application of the new Production Philosophy to Construction*. EE.UU.: Standford University.

Loyola, V., & Goldsack J., (2015). *Constructividad y Arquitectura Universidad de Chile*. Santiago, Chile.

Buleje, R. (2012). *Productividad en la Construcción de un Condominio Aplicando Conceptos De La Filosofía Lean Construcción*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú.

Casanova, M. (2012). *Implementación del Sistema Last Planner de una Habilitación Urbana*. Pontificia Universidad Católica del Perú (PUCP), Lima, Perú.

Serpell, B., Alarcón C. (1994). *Planificación y Control de Proyectos*. Santiago de Chile.

Brioso, L. (2012). *Taller Gestión Lean en la Construcción*. Consejo Departamental de Lima CIP Capítulo de Ingeniería Civil, Lima, Perú.

León, Q. (2012). *Aplicación del Lean Construction en Gestión de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería*. Universidad Politécnica de Madrid, España.

Paredes, E. (2010). *Modelo de Gestión de producción y su incidencia en las ventas de la Empresa La Raíz del Jeans del Cantón Pelileo*. Universidad Técnica de Ambato, Ambato, Ecuador.

Arbolea, S. (2014). *Análisis de productividad, rendimientos y consumo de mano de obra en procesos constructivos, elemento fundamental en la fase de planeación*. Universidad Nacional de Colombia, Medellín, Colombia.

Cornejo, G., & Llallacachi, O. (2017). *Gestión de costos y productividad en la empresa Avícola PRODMIL S.A.C., Arequipa, periodo 2014 -2016*. Universidad Peruana Unión, Lima, Perú.

Días, M. (2013). *Producción, comercialización y rentabilidad de la naranja (Citrus Aurantium) y su relación con la economía del Cantón La Mana y su zona de fluencia, año 2011*. Universidad Técnica de Cotopaxi, La Maná, Ecuador.

Delgado, F. (2015). *Propuesta de disminución de tiempos muertos en la sección mezclado para reducir el costo de esta sección en una empresa textil, Arequipa 2015*. Universidad Católica San Pablo, Arequipa, Perú.

Gutiérrez, P., & Huamán, F. (2014). *Influencia de la motivación laboral en la productividad en la financiera UNO OECHSLE – Huancayo*. Universidad Nacional del Centro del Perú, Huancayo, Perú.

Valera, D. (2015). *Los costos ocultos del presentismo laboral en las empresas manufactureras de Lima: 2012*. Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú.

Martínez, J. (2011). *Propuesta de metodología para la implementación de la Filosofía de Lean (Construcción Esbelta) en proyectos de la construcción*. Universidad Nacional de Colombia, Bogotá, Colombia.

Baladrón, C. (2017). *Evaluación de impactos de la implementación de metodologías Lean en proyectos de desarrollo minero en construcción*. Pontificia Universidad Católica de Chile, Santiago de Chile, Chile.

Gonzales, J. (2011). *Propuesta de un sistema operativo de gestión basado en la filosofía "Lean Construction" que permita estandarizar las actividades implicadas*

*en el montaje de la estructura metálica de un edificio.* Universidad de la Salle, Bogotá D.C., Colombia.

Toledo, A. (2017). *Mejoramiento de la planificación operacional mediante la implementación de la filosofía de Lean Construction en el proyecto ampliación y mejoramiento del Hospital de Moquegua nivel II-2 Ubicado en el departamento de Moquegua.* Universidad José Carlos Mariátegui, Moquegua, Perú.

Flores, D. (2016). *Aplicación de la filosofía de Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de la construcción del estadio de la UNA – Puno.* Universidad Nacional del Altiplano, Puno, Perú.

Quispe, R. (2017). *Aplicación de Lean Construction para mejorar la productividad en la ejecución en obras de edificación, Huancavelica, 2017.* Universidad Cesar Vallejo, Perú.

Guzmán, A. (2014). *Aplicación de la filosofía de Lean Construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos.* Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú.

**DECLARACIÓN JURADA DE AUTORÍA Y AUTORIZACIÓN  
PARA LA PUBLICACIÓN DEL ARTÍCULO CIENTÍFICO**

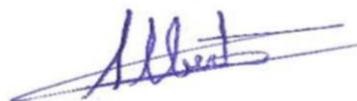
Yo, **Albert Francisco Bustamante Ajahuana**, estudiante del Programa de Maestría en Gestión Pública de la Escuela de Posgrado de la Universidad César Vallejo, identificado(a) con DNI **70319585**, con el artículo titulado:

**“Optimización de la productividad y los costos mediante la aplicación de Lean Construction, en la construcción de falso piso 1:8 e=4; Proyecto: SNIP 67018 Ilo, Moquegua 2018”**

Declaro bajo juramento que:

- 1) El artículo pertenece a mi autoría.
- 2) El artículo no ha sido plagiado ni total ni parcialmente.
- 3) El artículo no ha sido auto plagiado; es decir, no ha sido publicada ni presentada anteriormente para alguna revista.
- 4) De identificarse la falta de fraude (datos falsos), plagio (información sin citar a autores), auto plagio (presentar como nuevo algún trabajo de investigación propio que ya ha sido publicado), piratería (uso ilegal de información ajena) o falsificación (representar falsamente las ideas de otros), asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad César Vallejo.
- 5) Si, el artículo fuese aprobado para su publicación en la Revista u otro documento de difusión, cedo mis derechos patrimoniales y autorizo a la Escuela de Postgrado, de la Universidad César Vallejo, la publicación y divulgación del documento en las condiciones, procedimientos y medios que disponga la Universidad.

Moquegua ,01 de Septiembre del 2018



.....  
Albert Francisco Bustamante Ajahuana