



# FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de Ingeniería Industrial

“IMPLEMENTACIÓN DE LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION EN LA MEJORA DE PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN CIVIL DE LA EMPRESA FALCÓN CONSULTORES Y CONSTRUCTORES S.R.L., 2021”

Trabajo de suficiencia profesional para optar el título profesional de:

Ingeniero Industrial

Autor:

Bach. Pedro Abdel Falcón Guerra

Asesor:

MBA Ing. Erick Humberto Rabanal Chávez

Lima – Perú

2021

## **DEDICATORIA**

A la memoria de mi padre Pedro Ubaldo Falcón Gavilán quien me inculcó a perseverar en la vida hasta lograr mis metas.

A mi madre por su amor y apoyo incondicional en mi vida.

A mis hijos por ser motivo para seguir adelante.

## **AGRADECIMIENTO**

A la Universidad Privada del Norte por brindarme una enseñanza de calidad y poder graduarme como profesional.

A mi asesor por guiarme y enseñarme a realizar un buen trabajo.

A el equipo humano de la EMPRESA FALCÓN CONSULTORES Y CONSTRUCTORES S.R.L. por su confianza y apoyo brindado.

## Contenido

<b>DEDICATORIA</b>	2
<b>AGRADECIMIENTO</b>	2
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	5
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	6
<b>INDICE DE GRÁFICOS</b>	7
<b>RESUMEN EJECUTIVO</b>	8
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b>	9
1.1. Antecedentes de la empresa	11
1.2. Realidad problemática	14
1.3. Justificación	15
1.4. Formulación de objetivos	16
<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO</b>	17
2.1. Antecedentes de trabajo de investigación	17
2.2. Contexto actual del sector construcción	25
2.3. Filosofía Lean construction	26
2.4. Proyectos de construcción en empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L.	38
<b>CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA</b>	40
3.1. Contexto general	40
3.2. Proceso actual de la ejecución de obras	40
3.3. Gestión actual de los proyectos en la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021.	41
3.4. Aplicación del Lean Construction en obra	53
3.4.1. Trabajo Contributorio (TC)	54
3.4.2. Trabajo no contributorio (TNC)	54
3.4.3. Trabajo productivo	54
3.4.4. Resultados del nivel general de actividad	58
<b>CAPÍTULO IV. RESULTADOS</b>	74
<b>CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b>	77
5.1. Conclusiones	77
5.2. Recomendaciones	78
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	79
<b>ANEXOS</b>	89

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clientes.....	13
Tabla 2 Sistema de gestión del proyecto .....	49
Tabla 3 Personal Operario en campo del proyecto .....	49
Tabla 4 Presupuesto del proyecto.....	50
Tabla 5 HH/ Programadas en el expediente técnico .....	52
Tabla 6 HH/ Programadas realmente utilizadas en las 2 primeras semanas .....	52
Tabla 7 Trabajo Contributorio.....	54
Tabla 8 Trabajo No Contributorio.....	54
Tabla 9 Trabajo productivo .....	54
Tabla 10 Formato de procesamiento de todas las actividades .....	56
Tabla 11 Porcentaje del nivel general de la actividad.....	58
Tabla 12 Porcentaje a nivel general de la actividad TC.....	59
Tabla 13 Porcentaje a nivel general de la actividad TNC.....	61
Tabla 14 Datos de trabajadores de la cuadrilla .....	64
Tabla 15 Detalle de las actividades componentes de los trabajos.....	64
Tabla 16 Planilla carta balance.....	65
Tabla 17 Porcentaje de la carta balance a nivel general.....	66
Tabla 18 Porcentaje de la carta balance a nivel de TP .....	67
Tabla 19 Porcentaje de la carta balance a nivel de TC.....	68
Tabla 20 Porcentaje de la carta balance a nivel de TNC.....	69
Tabla 21 Dimensionamiento de la cuadrilla.....	71

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Organigrama de la Empresa.....	13
Figura 2. Enfoque tradicional vs Enfoque Lean. (Pons, 2014) .....	32
Figura 3. LPDS (Ballard, 2008) .....	33
Figura 4. Target costing en 12 pasos. Fuente: Maskell (2009) .....	35
Figura 5. Mapa de ubicación geográfica .....	43
Figura 6. Ubicación del departamento de Lima .....	44
Figura 7. Ubicación del distrito de Pueblo Libre, en la provincia de Lima .....	44
Figura 8. Ubicación de Av. Paso de los andes, distrito de Pueblo Libre .....	45
Figura 8. Ejecución de obra.....	47
Figura 9. Trabajadores en obra.....	47
Figura 10. Coordinaciones en obra .....	47
Figura 11. Análisis de costos unitarios.....	70
Figura 12. Frentes de trabajo de la partida .....	72
Figura 13. Tren de actividades .....	73

## INDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1 Comparativo en HH de Expediente técnico y realmente usadas .....	53
Gráfico 2 Porcentaje a nivel general de actividad.....	58
Gráfico 3 Nivel General de Actividad TC .....	60
Gráfico 4 Nivel de la actividad general TNC.....	61
Gráfico 5 Resultados a nivel general de la carta balance .....	66
Gráfico 6 Porcentaje de carta balance a nivel de trabajo productivo (TP).....	67
Gráfico 7 Porcentaje de carta balance a nivel de trabajo contributorio (TC).....	68
Gráfico 8 Porcentaje de carta balance a nivel de trabajo no contributorio (TNC).....	69

## RESUMEN EJECUTIVO

En este trabajo se analizó a la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021 y a ejecución de su obra “Renovación de pistas y remodelación de armado de alumbrado público en el(la) avenida paso de los andes, tramo; plaza la bandera hasta la avenida Simón Bolívar en la localidad de Pueblo Libre, distrito de Pueblo Libre, provincia Lima, departamento de Lima”, aplicando la filosofía Lean Construction.

Con base al contexto descrito, el autor hizo uso de herramientas de la filosofía Lean Construction en una de las partidas de la ejecución de la obra, poniendo en marcha la división de los tres grupos de trabajo; trabajo productivo, trabajo contributorio y trabajo no contributorio, además de la carta balance para posteriormente aplicar el dimensionamiento, y tren de actividades, lo que permitió determinar que había actividades que consumían mucho tiempo de trabajo y no permitían una optimización en la productividad.

Se concluye que; la filosofía Lean Construction permite optimizar la productividad en diversas actividades de la ejecución de obras, que puede reducir tiempos de trabajo, recurso humano y evitar sobre costos en la obra.



## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

A nivel mundial el sector de la construcción ha ido evolucionando acorde al surgimiento de nuevas tecnologías que han ayudado a que diversos procesos se optimizan gracias al uso de equipos tecnológicos que en muchas ocasiones han disminuido el tiempo de trabajo por obrero y que ha contribuido a mejorar las construcciones, pero esta tecnología también ha permitido que surjan nuevas filosofías y metodologías respecto a procesos en la producción, el término Lean que se traduce al español como “sin pérdidas” fue acuñado en la década de los 90 gracias al trabajo de investigadores que pudieron comprobar la eficiencia del Sistema de Producción Toyota que era liderado por Taiichi Ohno, partiendo de esto posteriormente se realizaron diversas investigaciones para aplicar el uso del concepto Lean al sector de la construcción. Desde el año 1993 se fundó el Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) que es una red de profesionales de la arquitectura, ingeniería y construcción en todo el mundo, quienes constantemente trabajan para investigar en torno a esta filosofía.

Orihuela (2011) indica que el Lean Construction es una nueva forma de producción con el objetivo de minimizar o eliminar pérdidas de los recursos usados en un proyecto de construcción, generando un máximo valor a los clientes, teniendo en cuenta que en muchos proyectos a nivel mundial siempre existen altos niveles de pérdida, por lo que es preciso mejorar los tipos de trabajo que involucrar al trabajo productivo (TP), el trabajo contributivo (TC) y el trabajo no contributivo (TNC), generado muchas veces que la tercera parte de la producción sean solo desperdicios. Es necesario recalcar que “Las técnicas del Lean Construction, como el Last Planner System, forman parte de esta nueva era tecnológica y facilitan la planificación de las obras de construcción, potenciando el

trabajo colaborativo entre todos los agentes intervinientes y mejorando los procedimientos”. (Pons y Rubio, 2019, p.16).

La industria de la construcción en el Perú representa una de las principales fuentes de ingresos económicos de gran porcentaje de ciudadanos, debido a que el estado promueve la inversión pública, así como la inversión privada, ambas contribuyen a mantener un ritmo continuo de la tasa de crecimiento del PBI. (Construye, 2019) Afirma: “En el Sector Construcción se visualizó un crecimiento de 1,51% impulsado por el mayor consumo interno de cemento (4,65%); no obstante, se contrajo el avance físico de obras (-7,02%)”, esta era la realidad que se tenía hasta el año pasado. Sin embargo, con la pandemia generada por el Covid19, el sector construcción se ha visto afectado en nuestro país con la paralización de obras desde que se inició el aislamiento social obligatorio que duró más de tres meses, en los cuales se dejaron de construir y generar ingresos.

El Informe Económico de la Construcción – IEC que es una publicación de la Cámara Peruana de la Construcción en su informe de junio 2020, analiza la situación generada por la pandemia, las pérdidas de dinero y reducción de personal en torno a esta pandemia, además indica que es preciso que se impulsen iniciativas viables para la reactivación de la economía en este sector. Es por ello, que urge implementar mejores metodologías y filosofías que permitan optimizar los procesos de la construcción y reduzcan las pérdidas que siempre se han generado con los métodos tradicionales en la construcción.

En este contexto, el presente trabajo de investigación tiene como objetivo implementar la filosofía Lean Construction dentro de los proyectos de la empresa, para un adecuado uso de los recursos, planeamiento estratégico de materiales y mano de obra para los servicios que brinda y los proyectos que construye, optimizando todos sus procesos.

## **1.1. Antecedentes de la empresa**

FALCÓN CONSULTORES Y CONSTRUCTORES S.R.L, es una empresa fundada en el año 1995, ubicada en la ciudad de Lima, en la región Lima, dedicada al rubro de diseño y construcción civil, presta servicios de mantenimiento, reparaciones, construcción y remodelaciones a empresas privadas y entidades públicas, teniendo como fuente principal de ingresos económicos los proyectos de construcción.

### **1.1.1. Misión**

Somos una empresa dedicada al rubro de la ingeniería, construcción, gerencia de proyectos, implementación de todo tipo de infraestructura y desarrollos inmobiliarios. Con el motivo de contribuir al éxito de nuestros clientes, desarrollando sus proyectos con calidad, seguridad, y dentro del plazo y presupuesto previstos.

### **1.1.2. Visión**

Ser una empresa reconocida a nivel nacional, destacando por su política de calidad, eficiencia y seguridad en los trabajos ejecutados, diversificando nuestra participación en las diferentes áreas de la industria de la construcción.

### **1.1.3. Valores**

Confianza y credibilidad

Eficiencia

Transparencia

Integridad y rectitud

Respeto por la comunidad

Cuidado del medioambiente

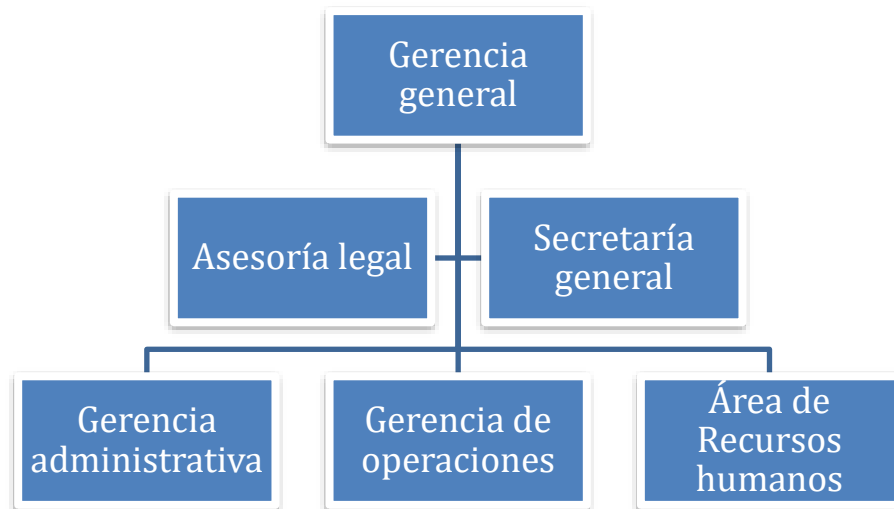
#### **1.1.4. Política integrada de seguridad**

La empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. trabaja basándose en la Norma de Seguridad G-50 para la construcción, que establece los lineamientos técnicos necesarios para garantizar que las actividades de construcción se desarrollen sin accidentes de trabajo, ni causen enfermedades ocupacionales.

Reuniendo las condiciones necesarias para garantizar la seguridad y salud en los trabajadores y de terceras personas, para tal efecto se debe considerar:

- Organización de las áreas de trabajo.
- Instalación de suministro de energía.
- Instalación eléctrica provisional.
- Acceso y vías de circulación.
- Tránsito peatonal dentro del lugar del trabajo.
- Vías de evacuación, salidas de emergencia y zonas seguras.
- Señalización.
- Ventilación.
- Servicios de bienestar.
- Prevención y extinción de incendios.
- Tópico de emergencia y botiquín de primeros auxilios.

#### **1.1.5. Organigrama**



**Figura 1. Organigrama de la Empresa**

**1.1.6. Clientes**

*Tabla 1. Clientes*

Ítem	Cliente	Ubicación
1	Municipalidad de pueblo libre	Lima
2	Gobierno Regional del Callao	Callao
3	Municipalidad Provincial de Oyón	Lima

**Fuente: Elaboración propia**

**1.1.7. Actividades especializadas**

Ejecutor de obra; se especializa en ejecutar obras de inversión pública.

Elaboración de expedientes; se formulan los expedientes técnicos para determinadas obras.

Supervisión de obra; se brinda los servicios de supervisión de obras que están siendo ejecutadas en diversas partes del país.

Proveedor de bienes y servicios.

## **1.2. Realidad problemática**

La empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L desde su creación se ha desarrollado bajo un método tradicional para desarrollar sus proyectos de construcción, pasando por los objetivos que afectan a todos los procesos de las actividades de control que generalmente son impuestos por quienes dirigen la empresa, la metodología siempre ha ido en detectar errores y corregirlos, teniendo siempre como responsables a una sola área. Los clientes siempre han sido ajenos a la empresa, además que el control de producción siempre ha sido dirigido según la inversión de cada actividad. Sin embargo, con el uso de nueva tecnología se ha logrado un incremento de la eficiencia de algunos procesos. Esta filosofía tradicional siempre ha traído pérdidas de tiempo, de materiales que al final se han traducido en déficits económicos en el desarrollo de los proyectos.

Por esto, es necesaria la implementación de la filosofía Lean Construction con el fin de que todas las actividades a desarrollar dentro de la ejecución de un proyecto sean adecuadamente gestionadas, asesoradas y controladas, que se trabaje en base a una metodología de prevenir y no de corregir continuamente los errores. Además, de que se pueda organizar de un adecuado modo que se eliminen todas esas actividades que generar pérdidas.

### **1.2.1. Formulación del problema**

¿Cómo el diseño de la implementación de la filosofía Lean Construction mejorará los proyectos de construcción de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021?

### 1.2.2. Problemas específicos

¿Cuál es la gestión actual de los proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021?

¿Cuál es la metodología para la implementación de la filosofía Lean Construction en la mejora de proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021?

¿De qué forma la implementación de la filosofía Lean Construction mejoraría el trabajo de mano de obra en los proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021?

### 1.3. Justificación

En nuestro país muchas empresas constructoras aún trabajan con el sistema tradicional para construir, eso quiere decir que existe un déficit en la gestión de proyectos para la construcción, en sus distintas fases como lo es el diseño, planificación y ejecución. Es por ello por lo que esta investigación aborda la utilización de herramientas y técnicas para la implementación de nuevas tecnologías, para mejorar la gestión a partir de la filosofía Lean Construction.

A nivel teórico, la presente investigación se justifica en el sentido de cubrir un vacío en el conocimiento científico actualizado desde la percepción de las nuevas teorías aplicables al Lean Construction con la finalidad de mejorar los procesos en las construcciones, optimizando el trabajo y el uso de los recursos.

A nivel social, la presente investigación se justifica en el sentido de beneficiar al sector de la construcción con el uso de esta filosofía que permitirá reorganizar las empresas de construcción con la finalidad de mejorar sus procesos, optimizar recursos y esto se

traduzca en cumplimiento de normativas referentes a los proyectos de construcción que se desarrollen en nuestro país.

A nivel práctico y académico, permitirá reflexionar sobre el uso de esta filosofía en el ámbito de la construcción, y su importancia de ser considerada dentro de los currículos de enseñanza de estudiantes de pregrado con el fin de que adquiera un óptimo conocimiento antes de egresar y desarrollarse como ingenieros civiles o arquitectos.

#### **1.4. Formulación de objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Diseñar un sistema de la filosofía Lean Construction en la mejora de proyectos de construcción de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L, en el año 2021.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

Identificar la gestión actual de los proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021.

Determinar la metodología para la implementación de la filosofía Lean Construction en la mejora de proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021.

Diagnosticar la forma en que la implementación de la filosofía Lean Construction mejoraría el trabajo de mano de obra en los proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021.



## CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de trabajo de investigación

#### 2.1.1. Nacionales

Paredes Contreras, J. (2019) en su tesis “Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en obras de edificación de la Ciudad de Trujillo”, de la Universidad César Vallejo. Tuvo como objetivo determinar la influencia del Lean Construction en la mejora de productividad de las obras, con una muestra de 09 trabajadores del proyecto el edificio multifamiliar “La Torre de San Francisco”. La metodología de investigación es de enfoque cuantitativo, tipo transversal, diseño cuasi experimental.

Los autores, en su aplicación del Lean Construction, identificaron que en un caso concreto como el de vaciado de las columnas existen tres tipos de trabajos; productivos (TP), contributarios (TC) y no contributarios (TNC), usando la carta de balance de cuadrilla en el que pudieron determinar que en el diagnóstico inicial el 9% era de trabajo productivo, el 29% trabajo contributivo y 62% trabajo no contributivo, después de la aplicación de esta filosofía se obtuvo que el trabajo productivo aumentó al 15%, el trabajo contributivo a 46% y el trabajo no contributivo descendió al 39%.

Concluye que; la aplicación de la filosofía lean Construction influye positivamente en la productividad de obras en las diversas dimensiones como la planificación y control, nivel general de actividad de obra, nivel de carta de balance y prueba de los cinco minutos.

Araujo Cervantes, A. et al (2019) en su tesis “Implementación de herramientas Lean Construction en proyectos multifamiliares de densidad media. Caso Proyecto Precusores en Surco”, tuvo como objetivo la implementación de herramientas de gestión del Lean Construction para el cumplimiento de objetivos de plazo, costo y calidad para minimizar y prevenir los diversos problemas que se presentaban en las obras. Para esto, los autores, en la investigación indican que con la aplicación de estas herramientas es posible la disminución de re trabajos, mejorar los incumplimientos de calidad, que el proyecto mejore su rentabilidad y que se note una disminución en las observaciones post venta logrando que los clientes queden satisfechos.

Los autores obtuvieron como resultados; las planificaciones Pull permitieron; cumplir los plazos establecidos a través de reuniones colaborativas, las mismas que se realizaban antes del inicio de la obra, y diversas capacitaciones. Concluyeron que; la implementación de las herramientas basadas en la filosofía Lean Construction permitió un ahorro en el proceso de construcción de 6.55%.

Loayza Chambilla, W. y Gómez Choquejahuá, S. (2018) en su tesis “Aplicación de la filosofía Lean Construction en el planeamiento del proyecto mejoramiento de los servicios de salud del Hospital Hipólito Unanue Tacna – 2018”, de la Universidad Privada de Tacna. Tuvo como objetivo la aplicación de la filosofía Lean Construction en una edificación hospitalaria de Tacna, elaborando programaciones para este proyecto, implementando el Last Planner System enfocándose en el control

eficiente del tiempo para cumplir los plazos contractuales y la optimización de recursos.

Para esto, los autores, encontraron que el Last Planner System permite la medición del desempeño semanal estimando la confiabilidad y calidad del proceso de programación y planificación, este desempeño es medido con un porcentaje de Plan Completado (PPC), estos fueron medidos desde la semana 34 a la 56.

Entre sus resultados obtuvo que; se disminuyeron los trabajos contributivos en un 17%, además que esto generó una rentabilidad de S/. 19,889.42 a favor de la empresa. Concluyó que la aplicación de la filosofía Lean Construction permitió una localización de cantidades de trabajo, la estimación de ejecución de partidas y obtención de recursos proyectados necesarios.

Quispe Mitma, R. (2017) en su tesis “Aplicación de “lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017”, de la Universidad César Vallejo. Tuvo como objetivo determinar la influencia de la aplicación de técnicas Lean Construction en la productividad de las obras, con una muestra de 6 personas relacionadas a las obras de construcción, a quienes se les aplicó una encuesta, recolectándose los datos con una ficha de observación.

El autor, aplica esta metodología a un proyecto de edificación para medir como es que a través de las herramientas como; el nivel general de actividades, carta de balance de cuadrilla, se mejoran los procesos y se identifican los tiempos de los trabajos productivos, contributarios y no

contributarios, proponiendo soluciones claras que aumenten la productividad en la obra.

El autor resalta entre los resultados obtenidos; en el diagnóstico de inicio el 31% es trabajo productivo, 41% trabajo contribuido y 27% trabajo no contribuido, luego de la aplicación del Lean Construction, se identificó el 39% de trabajo productivo, 35% trabajo contributivo y 24% de trabajo no contributivo. Concluye que, la aplicación del Lean Construction en actividad de obra, carta de balance de cuadrilla, prueba cinco minutos, influye significativamente en la productividad de la ejecución de obras.

Cerna Chávez, E. (2017) en su tesis “Gestión de productividad de la filosofía Lean Construction en el proceso de relleno en la presa palo redondo”, de la Universidad Privada Antenor Orrego. Tuvo como objetivo determinar la gestión de productividad de la filosofía Lean Construction en este proceso correspondiente a los meses de agosto a octubre del año 2015, iniciando el estudio bajo el conocimiento de situación actual de este proceso para luego implementar las herramientas de la filosofía Lean Construction.

Para ello, el autor, recopiló los datos necesarios del relleno a través de las cartas balance, reportes de producción diarios, costos de partida, todos por una semana y con el acompañamiento de 2 meses, posteriormente se estandarizó el proceso de relleno hasta la culminación de este.

El autor resalta entre sus resultados que; los tiempos de las actividades de conformación y compactación de material de relleno, el volumen del relleno ejecutado. Además, el resultado del rendimiento en la división de las horas

máquina de las actividades. Concluyó que; se concientizó al personal del campo para el cumplimiento de los objetivos planteados en la implementación de la Filosofía Lean Construction. Se logró una reducción en el trabajo no contributivo en 21.52%, el trabajo contributivo en 4.12% y el trabajo productivo incrementó en 25.64%.

### **2.1.2. Internacionales**

Crespo Muñoz, W. (2015) en su tesis titulada “Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction”, de la Universidad Central de Ecuador. Tuvo como objetivo implementar la corriente del Lean Construction en los proyectos de la ciudad de Quito para reducir el tiempo de actividades que no agregan valor.

Para esto, el autor realizó un diagnóstico de cada proyecto analizando la productividad de las actividades que generan desperdicios, datos que se registraron, tabularon y procesaron para obtener estadísticamente el porcentaje de pérdidas obtenidas con la finalidad de establecer mejorar y realizando una nueva medición de la productividad de las mismas, esto, a través de la técnica de “Last planner”.

Concluyó que; existía una falta de control en las actividades debido a las subcontrataciones de la mano de obra. Para optimizar los procesos de construcción se tomaron los índices de porcentaje de actividades completadas, pasando el trabajo productivo de 55% a 60%, el trabajo contributivo se redujo de 20% a 19% y el trabajo no contributivo se redujo de 24% a 21%.

Talero Lozano, Sebastián (2017) en su tesis “Aportes de la filosofía “Lean Construction” a la optimización de procesos en la gestión de proyectos de la empresa talero ingeniería”, de la Universidad de América de Colombia. Tuvo como objetivo identificar los aportes de la filosofía Lean Construction en la optimización de los procesos.

Para esto, el autor realizó un diagnóstico de los proyectos que se ejecutaban, identificando que el primer proyecto que debía realizar excavaciones en unos lagos no contaba con una planeación detallada, en el día 12 de ejecución se presentó una falla con un equipo que no pudo ser resuelta y que disminuyó el ritmo de trabajo. Mientras que en el proyecto 2 que ya había sido ejecutado, se trataba sobre el urbanismo en un conjunto de departamentos, no se tenía un orden sobre algunas acciones como el acopio de material para la construcción, presentando problemas como el exceso de materiales a usar, dejando grandes cantidades de sobrantes.

El autor resalta en sus conclusiones que; la filosofía Lean Construction expone teorías y modelos para optimizar los procesos. En la empresa se identificó la falta de control en los procesos dependiendo de un cambio cultural en la empresa desde la gerencia hasta los trabajadores. Además, se encontró que la sobre producción y excesos de inventario generaron pérdidas económicas.

Cano, H., Nieto, N y Arango, K. (2017) en su tesis “Implementación de la Metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa Gramar S.A.”, de la Universidad Católica de Colombia. Tuvo como objetivo implementar la metodología Lean

Construction para establecer lineamientos y parámetros en la optimización de recursos y mejoramiento de la empresa. Planteó la utilización del sistema Last Planner o último planificador en el proceso de instalación de revestimientos en varias de las obras de la compañía, con el fin de mejorar los rendimientos, maximizar las ganancias y eliminar todas las actividades que no generan valor (desperdicios).

Para esto, el autor realizó un diagnóstico de la situación actual, obteniendo pruebas de análisis de desempeño y rendimiento de obra, estandarizando procesos que no generan valor y estableciendo los procedimientos que garanticen un óptimo uso del tiempo.

Entre sus resultados se encontró que; existen evidencias de desperdicios generados, se obtuvo una amplia visión de los componentes productivos y no productivos de la compañía. Además, se permitió realizar estrategias de control, seguimientos y formatos para identificar con facilidad los errores. El autor concluye que; con la aplicación de esta metodología se reducen los tiempos de respuesta de la gerencia y planta de producción,

Jaramillo Rodríguez, A. (2018) en su tesis “Implementación de la filosofía Lean Construction en la empresa constructora Vifarco Cia. Ltda.”, de la Universidad de las Fuerzas Armadas de Ecuador. Tuvo como objetivo implementar la filosofía Lean Construction para el proyecto “Conjunto Residencial Cataleya”, basándose en la metodología del mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping).

Para esto el autor, aplicó el mapeo de la cadena de valor que sirvió para realizar un diagnóstico situacional, detectando problemas y desperdicios

vinculados a diversos procesos. Ayudó a la definición de planes de acción para su inmediata implementación.

Esta investigación es importante porque dentro de sus conclusiones resalta que; los procesos de valor que más generar desperdicios en el de subproceso de construcciones, a través de la observación a los operarios se determina el tiempo estimado en realizar las tareas y uso de equipos, además de los problemas de seguridad. Con el uso de esta filosofía se demostró que el correcto seguimiento y control de obra sirve para analizar los problemas de raíz y mejorar los procesos.

Huamán Sanaguano, R. (2018) en su tesis “La Filosofía Lean aplicada en la gerencia de proyectos para construcciones viales”, tuvo como objetivo aplicar la filosofía Lean en la gerencia de proyecto con el fin de lograr una ejecución eficiente, minimizando los costos excesivos generados por los tiempos no productivos, falta de gestión y planificación de los gerentes de las constructoras.

Para ello, el autor al integrar la filosofía Lean Construction, realizó un análisis y determinó la aplicación de esta tras una rigurosa evaluación, aplicó el modelo de gestión Lean Project Delivery System (LPDS) que permitió; identificar, evaluar, desarrollar el proyecto fortaleciendo los tiempos no contributivos y potenciando al máximo los tiempos productivos.

El autor entre sus conclusiones destaca que; la gestión del proyecto vial se realizó bajo normas tradicionales encontrando disminución de productividad y ocasionando pérdidas. Al realizar la propuesta de la implementación de la filosofía Lean Construction, se diagnosticó que los tiempos no contributivos



tenía porcentaje alto siendo la espera y el ocio las causas de pérdidas. Además, se identificó que los costos podrían disminuir si el rendimiento de mano de obra aumenta. Esta permite una buena planificación, control de actividad y alternativas de solución a los problemas.

## **2.2. Contexto actual del sector construcción**

Actualmente la construcción no es ajena a la evolución tecnológica y la innovación, puesto que estas han provisto de herramientas para incrementar la eficiencia en la gestión de proyectos de construcción, maquinarias más versátiles y novedosas, materiales nuevos que aportan mejoras en el tiempo de ejecución, además de cumplir con requisitos de calidad y sostenibilidad que se requieren para el desarrollo de proyectos. En el desarrollo de los proyectos de construcción, se involucra también la seguridad y salud, factores importantes en la etapa de ejecución de las obras, porque se tienen que cumplir con ciertos requisitos de seguridad para cada actividad, evitando así posibles daños que puedan afectar a la salud del trabajador.

El modelo tradicional de construcción no da mayor importancia al control de pérdidas o planeamiento de horas hombre y horas máquina, considera además que el inicio de las actividades se da con el ingreso de materiales, mano de obra calificada y no calificada para obtener unidades productivas o partidas constructivas.

La empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L., es una empresa que fundada en el año 1995, dedicada al rubro de construcción civil, presta servicios de mantenimiento, reparaciones, construcción y remodelaciones a empresas privadas y entidades públicas, teniendo como fuente principal de ingresos económicos los proyectos de construcción, a medida que se va posicionando en el mercado de la

construcción, presenta una experiencia de servicios desarrollados de pequeña a mayor escala.

La empresa, ha llevado de forma tradicional el desarrollo de los servicios y proyectos, planteando un cronograma básico de trabajos secuenciales, con una serie de materiales y mano de obra según la labor a realizar, sea mantenimiento o ejecución del proyecto, identificándose que los trabajos no se cumplen en los plazos programados, existencia de proyectos con devolución de materiales que no han sido utilizados debido a compras por exceso y excesiva demanda de mano de obra para la realización de tareas dentro de la programación.

## **2.3. Filosofía Lean construction**

### **2.3.1. Definición**

El Lean Construction Institute (2017) indica que:

Es un enfoque basado en la gestión de la producción para la entrega de un proyecto - una nueva manera de diseñar y construir edificios e infraestructuras. La gestión de la producción Lean ha provocado una revolución en el diseño, suministro y montaje del sector industrial. Aplicado a la gestión integral de proyectos, desde su diseño hasta su entrega, Lean cambia la forma en que se realiza el trabajo a través de todo el proceso de entrega.  
(p.8)

Pons (2017) indica:

Es la persecución de la excelencia a través de un proceso de mejora continua en la empresa, que consiste fundamentalmente en minimizar o eliminar todas aquellas actividades y transacciones que no añaden valor, a través de la

optimización de recursos y la maximización de la entrega de valor al cliente, para diseñar y producir a un menor coste, con mayor calidad, más seguridad y con plazos de entrega más cortos, dentro de un marco ecológico con el entorno. (p.27)

El Lean Construction es la filosofía que se implementa en el sector construcción con el fin de optimizar todos los procesos eliminando aquellas acciones o actividades que demandan uso de recursos humanos en cuanto al tiempo y uso de recursos económicos en cuanto al uso excesivo de materiales, por esto es que es necesaria implementar con el fin de desarrollar mejor cada proceso.

### **2.3.2. Antecedentes históricos.**

El término “Lean” tiene su origen en el país de Japón a inicios de la década de los años 60, nació como parte de una serie de investigaciones realizadas por ingenieros de la empresa TOYOTA, puesto que buscaban mejorar su línea de producción, siendo el ingeniero Taiichi Ohno, quien estaba a cargo de la producción y buscaba la eliminación de residuos y mejora de los tiempos de entrega de los automóviles, evitando que los residuos se acumularan, buscaba entregar un producto óptimo, evitando que se generaran problemas y resolviéndolos antes de delegar mayor producción.

Estas investigaciones dieron como resultado la “producción lean” que significa producción sin pérdidas, buscando minimizar significativamente las pérdidas. Esto dio como resultado la creación del proceso TPS, Toyota Production System que consistía en la reducción de existencia y defectos en el proceso de operación y mejorar la producción de fábrica, estas ideas se

fueron desarrollando por ingenieros que fueron estableciendo nuevos enfoques a la producción sin pérdidas, dejando un legado que podría acoplarse y ser utilizado en diversos sectores de producción.

Posteriormente en la década de los 90, Lauri Koskela fue el pionero en implementar esta filosofía de producción sin pérdidas al sector de la construcción, teniendo como resultado la “Aplicación de la nueva filosofía de producción de la construcción” que realizó junto a otros investigadores en la Universidad de Stanford. A él se le sumó el investigador Glenn Ballard quien posteriormente fue el primero en desarrollar el Sistema último Planificador (SUP) que buscan reducir los niveles de jerarquía en la gestión de la construcción optimizando el proceso de asignación de recursos. Fue justamente Ballard junto a Greg Howell quienes fundaron el Lean Construction Institute con el objetivo de desarrollar nuevos conocimientos basados en esta filosofía.

De este instituto se ha partido para que la filosofía Lean Construction siga siendo investigada por diversos profesionales en países como el nuestro.

### **2.3.3. Principios de Lean Construction**

Koskela (2002) define “diversos principios básicos para la ejecución de la filosofía Lean Construction, las cuales se detallan a continuación” (p.18):

Identificación de actividades que no agregan valor: Es un proceso importante de diagnóstico que permite identificar aquellas actividades que se realizan de manera constante pero que no agregan valor, el fin es reducirlas progresivamente hasta llegar a eliminarlos, estas actividades pueden darse en

cuanto a los costos, el tiempo, trabajos colaborativos, etc.

**Incremento del valor del producto:** Una vez que se eliminan las pérdidas, se debe enfocar en darle valor al producto, esto involucra directamente a los clientes, y se puede lograr teniendo una visión desde el cliente, mejorando el producto para que iguale o supere las expectativas de cada cliente.

**Reducción de la variabilidad:** Esta afecta de manera negativa a la producción y a los clientes, por lo que se debe reducir esta variabilidad permitiendo que se eviten problemas con las programaciones y se vuelvan a realizar actividades que no agregan valor.

**Reducir el ciclo de producción:** Los tiempos destinados a los ciclos de producción pueden reducirse con la teoría de lotes de producción y lotes de transferencia, la que orienta a realizar una división de la producción en pequeños lotes que se pueden transferir de proceso en proceso, logrando que el ciclo dure menos.

**Simplificar procesos:** Esta se da cuando se mejora el flujo a través de reducir los procesos, esto puede lograrse con una evaluación permanente de la calidad y aprendizaje de la mano de obra a través de capacitación al personal, reducir los cambios al producto o proceso.

**Incremento de transparencia en los procesos:** La transparencia es lo que se debe cuidar no solo como empresa, sino también desde los contratistas, proveedores, colaboradores, etc. Puesto que si tienen acceso a mayor información les será más fácil aplicar metodologías que creen valor, permite también tener una retroalimentación instantes y es positiva para los

colaboradores. Es importante también, descentralizar la toma de decisiones y potenciar habilidades con el fin de que puedan tomar acción.

Capacitación: Es importante mantener a los colaboradores capacitados con el fin de que los procesos de producción sean óptimos.

Mejora continua: Se refiere a identificar las causas por las que no se cumplen ciertas actividades y tratar de solucionarlas, promoviendo la mejora continua.

#### **2.3.4. La construcción según el enfoque Lean**

Por lo general las principales diferencias de enfoque y planteamiento entre un sistema tradicional y el de Lean, es que en el primero se genera mucho desperdicio e improductividad que dejan pérdidas económicas, mientras que, en el Lean, los actores involucrados de un proyecto de construcción trabajan en maximizar el valor de los clientes y minimizar las gestiones que no aportan nada.

***Enfoque Tradicional:*** Siguiendo el sistema tradicional, el promotor encarga el prediseño para la precomercialización, posteriormente la empresa constructora calcula el costo de la construcción según el pre diseño, sumándose los datos generales y costos indirectos, dando el costo estimado de la producción. Al aplicar el principio de costos, puede suceder que se aumenten los precios de la venta responsabilizando a los clientes o mantener el precio disminuyendo el margen de beneficio, poniendo el riesgo los ingresos de la constructora.

***Enfoque según Lean Construction:*** Este enfoque se basa en la creación de un equipo de gestores en el que se involucran los principales actores como;

diseñadores, arquitectos, la empresa constructora, promotores e incluso los consultores externos. Primero se realiza el cálculo teniendo en cuenta el valor para el cliente, que las define este y se ajusta a los precios que puede pagar. De este modo, el estudio inicia con el cálculo del costo de la construcción según lo definido por el cliente, asumiendo que se realizarán acciones improductivas y que no añaden valor. De este modo se puede abordar la continua mejora siguiente estos pasos:

- Se conoce que una parte de las acciones serán improductivas y no aportan valor, por ello se lleva un control de costes Lean, ya que se poseen las herramientas para identificar, calcular y controlar los desperdicios. Se mejora el beneficio real y se disminuye el desperdicio actual mediante la mejor de diseños y procesos de ejecución.
- La mejora continua y el control de costes siguen mejorando el diseño y proceso, se reducen los desperdicios alcanzando los beneficios esperados.
- Se estabiliza el margen de beneficios, transformando el desperdicio y costes de producción en un manejo real sobre el coste inicial.

Esta filosofía de Lean Construction, sin duda permite una optimización en la construcción generando un proceso en el que se eliminen los desperdicios de costos y de tiempos, lo que permite una mejora continua en el proceso de construcción de una obra.



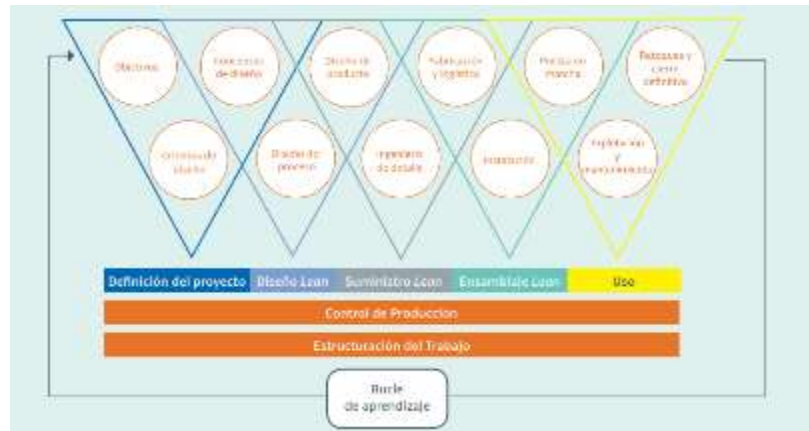
**Figura 2. Enfoque tradicional vs Enfoque Lean. (Pons, 2014)**

### 2.3.5. Implementación del Lean Construction

La implementación de la filosofía Lean Construction todavía genera dudas en muchos empresarios, porque no saben cuánto se debe invertir en tiempo y dinero. Sin embargo, al conocer las fases de implementación pueden ir dándose cuenta de lo importante que es mejorar la productividad. Pons (2017) indica:

La implementación de Lean Construction gracias al Lean Project Delivery System (LPDS) o Integrated Project Delivery (IPD) ya que son herramientas integradoras que ofrecen una visión de conjunto de todas las fases del proyecto, desde un punto de vista Lean. LPDS se define como un proceso colaborativo para la gestión integral del proyecto, a lo largo de todo el ciclo de vida de este. Se emplea un equipo en todo el proceso para alinear fines, recursos y restricciones. Se trata de un enfoque por etapas que comprende la definición del proyecto, el diseño, el suministro, el montaje o ejecución y el uso y mantenimiento posterior del edificio, instalaciones o infraestructura. (p.38)





**Figura 3. LPDS (Ballard, 2008)**

Las fases de un proyecto Lean basado en el LPDS, se dan de la siguiente manera:

**Fase de inicio del proyecto:** En esta fase es necesaria que los colaboradores del proyecto estén juntos, definan el propósito y lo traduzcan en requisitos específicos, es en esta fase en la que los propietarios deben determinar el costo permitido para el proyecto a ejecutar, este es el costo que se espera invertir y que se cumpla. Además, se establece el costo objetivo, en el que se establecen otros objetivos como la factibilidad de la construcción, flexibilidad, montaje. La duración y todo lo que se debe tener en cuenta antes de su ejecución.

**Fase de diseño Lean;** En esta el equipo de trabajo debe crear diversas alternativas basándose en los requisitos de diseño, limitaciones y costo objetivo del proyecto. Si es que los equipos de trabajo colaboran con esta fase muchos de los costos de contingencia se pueden minimizar o eliminar, suponiendo un ahorro. Durante esta fase es importante completar el programa maestro y el diseño de procesos. La práctica tradicional de la selección de opciones y la ejecución de las tareas de diseño tan pronto como sea posible provoca la repetición del trabajo y trastornos cuando una decisión de diseño

tomada por un especialista entra en conflicto con las decisiones de otro. La estrategia basada en una visión de conjunto empleada en el diseño Lean permite a los diferentes especialistas interdependientes avanzar de manera más segura dentro de los límites del conjunto de alternativas actuales bajo consideración. (Pons, 2017, p. 41)

**Fase de suministro Lean:** consiste en la ingeniería de detalle, lo que tiene como requisito el diseño del producto y proceso. Aquí se tiene en cuenta que el plan logístico debe incluir el suministro de materiales a través de la planificación Pull y las decisiones deben ser tomadas cumpliendo con los plazos de entrega.

**Fase de montaje o ejecución Lean:** Esta fase inicia cuando se entrega la información, materiales, recursos humanos, maquinarias y todo lo necesario para ejecutar las obras. Durante esta fase el sistema del último planificador se usa para llevar un adecuado control de la producción y sostener un flujo continuo de materiales en el transcurso de la ejecución de la obra. Además, se debe tener en cuenta todo lo que implica la ejecución de obra, desde la normativa hasta los materiales, siendo consciente que cada obra se ajusta a determinados requisitos y normas.

Fase de uso de mantenimiento: Es la última fase y concluye cuando el proyecto es entregado y se pone en uso la infraestructura construida. Cierra con el fin de la obra, los retoques y mantenimiento.

Coste objetivo o target costing: Permite dirigir la empresa desde el valor de los clientes, aquí se realiza un trabajo estrecho con los clientes, teniendo en cuenta sus necesidades. Este se basa en algunos principios:

Coste dirigido por el precio; la forma en la que el cliente valora los productos o servicios de la empresa.

Focalización en los clientes y mercados; integra a las áreas de marketing, ventas y procesos.

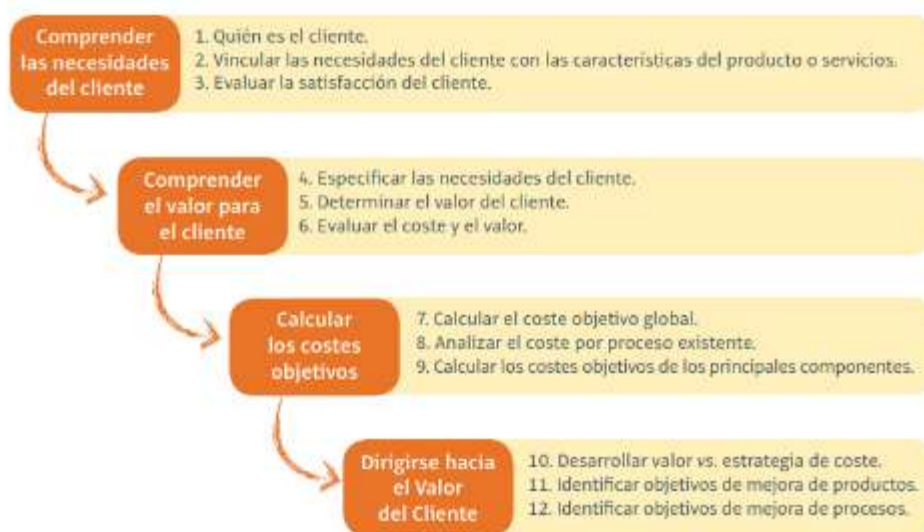
Focalizado en el diseño; integración con el diseño del producto.

Metodología de mejora multifuncional; es la integración de la empresa en búsqueda del incremento de valor al cliente.

La mejora viene a través del flujo de valor; se debe focalizar todo en cuanto a los flujos de valor.

Contrastar coste con valor del cliente; la integración de la creación de valor para el cliente con el costo.

**Figura 4. Target costing en 12 pasos. Fuente: Maskell (2009)**



### 2.3.6. Last planner system (LPS)

Este modelo tiene como finalidad la reducción de incertidumbre en la

programación de actividades. El control se realiza dentro de los proyectos teniendo a una persona designada para esta función, esta realiza una revisión del programa inicial hasta convertirlo en algo más detallado, con la posibilidad de asignar tareas y designar responsabilidad a personas por actividad. En esta planificación es indispensable tener un control absoluto de las actividades planeadas.

### **2.3.7. 5 S**

Este modelo es uno de los más completos para la gestión de proyectos, se denomina 5 S por sus siglas en japonés (Seiri, Seiton, Seiketsu, Shitsuke):

Seleccionar – seiri: es la identificación de elementos necesarios para ejecutar los proyectos, realizar una jerarquización del más importante a los menos necesarios.

Ordenar – seiton; se identifican los materiales que son necesarios para que puedan usarse sin complicaciones optimizando el uso de los espacios y del tiempo.

Limpiar – seiso; luego de la realización de listas de selección de elementos es posible una mejor limpieza y eliminación de cosas innecesarias.

Estandarizar – seiketsu; se depuran las situaciones imprevistas evitando que la estandarización sea un proceso repetitivo.

Mantener – shitsuke; permite realizar una retrospección a los pasos anteriores, para evitar perder el rumbo de lo ya establecido.

### **2.3.8. Factores críticos del sistema de gestión actual**

Actualmente en el desarrollo de los proyectos de construcción de la empresa

Falcón Consultores y Constructores S.R.L se ha identificado que existen diversos factores que limitan la optimización de la producción, como:

Trabajo colaborativo excesivo; en el desarrollo de diversas actividades, dentro de los procesos se han identificado que algunas actividades como la mezcla o distribución de materiales tienen trabajo colaborativo que podría evitarse, con un uso menor del personal.

### **2.3.9. Efectos de la programación Last Planner System**

Al aplicarse la filosofía Lean Construction y dentro del modelo Last Planner System, es preciso reducir la programación de actividades, por lo que será necesario designar a un personal para esta programación de modo que se asignen las tareas necesarias por cada actividad a realizar en un proyecto a ejecutar.

Este modelo permitirá mantener un control total de cada actividad planificada, de modo que se mantenga el orden y la optimización de los procesos.

### **2.3.10. Variabilidad que no contribuyen al incremento de productividad**

Es la identificación de esas actividades que varían constantemente y que no aportan a incrementar la productividad de los procesos en la construcción de proyectos de la empresa, es preciso al momento de realizar el diagnóstico, identificarlas y reducirlas o reemplazarlas por otras que, si aporten productividad, evitando gastos innecesarios.

### **2.3.11. Comparación en tiempo y costo entre construcción tradicional y construcción Lean Construction**

La comparación entre uso de la metodología tradicional y el Lean Construction, permitirá realizar una comprobación de aquellas actividades que no agregan valor y que se siguen ejecutando.

Permitirá mejorar los procesos, logrando que se optimicen y puedan contribuir a los gastos adicionales en cada proyecto de construcción.

#### ***Impacto de aplicación de filosofía Lean Construction***

Al aplicar la filosofía Lean Construction la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L que se ha desarrollado bajo métodos tradicionales, podrá tener una organización óptima, los procesos permitirán simplificar procesos y optimizarlos. Esto reducirá los costos que se consignan en las partidas de gastos imprevistos. Esta dimensión se medirá a través de fichas de observación para realizar un diagnóstico y posteriormente medir la aplicación de esta filosofía.

## **2.4. Proyectos de construcción en empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L.**

### **2.4.1. Definición**

Rivera (2015) indica que es la infraestructura que se necesita crear para la satisfacción de necesidades públicas o privadas. Obedece a una planificación de diversas etapas que van desde el estudio técnico, el diseño preliminar, la ejecución y el proyecto terminado. (p.3)

### **2.4.2. Etapas de un proyecto de construcción**

Las etapas de un proyecto de construcción pueden variar acorde a la necesidad e implementarse los procesos según la magnitud. Rivera (2015) indica que

estos pueden ser:

Identificación de la necesidad; determinar el motivo por el que se necesita construir.

Localización; conocer el lugar en el que se ejecutará esta obra.

Cálculo de inversión; conocer el dinero que se necesitará para destinar a este proyecto.

Gestión de permisos y trámites; para realizar la obra se necesitan muchos trámites y permisos para iniciar su ejecución.

Diseño; se refiere a la realización de planos, bosquejos, diagramas para la visualización del proyecto.

Licitación; el proceso en el que una empresa se hace acreedora de la responsabilidad de construir.

Ejecución; poner en marcha la construcción de la obra.

## CAPÍTULO III. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

### 3.1. Contexto general

La empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L., ganó la buena pro para ejecutar la obra: Renovación de pistas, remodelación, armado de alumbrado público en la avenida Paso de los Andes, tramo plaza La Bandera hasta la avenida Paseo Los Andes, en la localidad de Pueblo libre, distrito de Pueblo Libre, provincia de Lima, departamento de Lima, con CUI N° 2498361.

Esta obra empezó a ejecutarse en el mes de diciembre del año 2020, está valorizada en S/. 645,072.71 nuevos soles.

En el inicio de la ejecución de la obra, se prosiguió a compatibilizar las especialidades detalladas en el expediente técnico de contratación, debido a que el planteamiento de la especialidad de las instalaciones eléctricas referidos en los planos demostraban incongruencias en el diagrama unifilar del mismo, por lo cual se elaboró en consulta las observaciones e incompatibilidades detectadas en la revisión y compatibilización de la especialidad de arquitectura, esto fue comunicado formalmente a la entidad (Municipalidad Distrital de Pueblo Libre – Gerencia de Desarrollo Urbano) para su conocimiento correspondiente

La empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L., detectó incompatibilidades en el diseño de la instalación de las farolas y el cableado correspondiente, debido a que no cumplía con las especificaciones técnicas del Reglamento Nacional de Construcción, siendo que la luminosidad era demasiada para el lugar donde se habían instalado, por lo que se tuvieron que cambiar, a la vez se detectó sobre dimensionamiento de los cables lo que generó un costo adicional a la institución.

### 3.2. Proceso actual de la ejecución de obras



En la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L., el proceso para la ejecución de obras se basa en los siguientes pasos:

***Ganar la buena pro***, es el proceso en el que la Empresa se presenta como postor a una licitación pública, luego de pasar las evaluaciones y ganar la buena pro.

***Firma de contrato***, es cuando ya se realizará la firma con la entidad para la que se va a ejecutar la buena obra.

***Etapa de ejecución***; primero se realizan trabajos de gabinete para la revisión del expediente técnico de obra, planos detalles de materiales a usar en la obra, análisis de compatibilidad para evitar problemas posteriores.

***Etapa de ejecución física***; es el inicio de la construcción de obra, se destina el recurso humano, los materiales, equipos y herramientas, acorde al cronograma de trabajo.

***Proceso de entrega***; al finalizar la obra cuando se hace entrega a la entidad, revisando todos los detalles de lo que se está entregando en cumplimiento de lo indicado en el expediente técnico.

### **3.3. Gestión actual de los proyectos en la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L. en el año 2021.**

#### **3.3.1. Datos generales**

**Finalidad pública:** Adecuados servicios de espacios públicos urbanos.

**Denominación de inversión:** renovación de pistas y remodelación de armado de alumbrado público en el(la) avenida paso de los andes, tramo; plaza la bandera hasta la avenida Simón Bolívar en la localidad de Pueblo Libre, distrito de Pueblo Libre, provincia Lima, departamento de Lima

**Ubicación:**

Departamento : Lima

Provincia : Lima

Distrito : Pueblo Libre

Localidad : Av. Paso de los Andes (Tramo Plaza la Bandera hasta la Av. Simón Bolívar)

Coordenadas : **X= 275775.47 m; Y= 8665007.38 m**

**Código único de inversión** : 2498361

**Valor referencial** : s/. 716,747.46 nuevos soles.

**Valor contratado** : S/. 645,072.71 nuevos soles.

**Plazo de ejecución** : 30 días calendarios

**Modalidad de ejecución** : Administración indirecta-por contrata

**Financiamiento** : Donaciones y transferencias

### 3.3.2. Ubicación geográfica y política

La intervención está ubicada en la Av. Paso de los Andes (tramo Plaza de la Bandera hasta la Av. Simón Bolívar), en el Distrito de Pueblo Libre de la Provincia de Lima del Departamento de Lima. El Distrito de Pueblo Libre es uno de los 43 distritos que conforman la provincia de Lima, está ubicada en el departamento de Lima. Geográficamente se encuentra ubicado a 12° 04' 13" de latitud sur; a 77° 03' 45" de longitud oeste y a 90 metros de altitud.

#### **Límites del distrito de Pueblo Libre:**

Por el norte con el Distrito de Lima y Breña.

Por el sur con el Distrito de Magdalena del Mar.

Por el este con el Distrito de Jesús María.

Por el oeste con el Distrito de San Miguel.

### **Condiciones climatológicas**

Las características climáticas principales de la zona de intervención son:

Temperatura mínima	:	15 °C
Temperatura media	:	23 °C
Temperatura máxima	:	27 °C
Humedad Relativa	:	90 %
Velocidad del Viento Máximo	:	10 Km/h

### **Altitud del área de intervención**

El área de intervención se encuentra a una altitud de 100 m.s.n.m.

**Figura 5. Mapa de ubicación geográfica**



Figura 6. Ubicación del departamento de Lima



Figura 7. Ubicación del distrito de Pueblo Libre, en la provincia de Lima

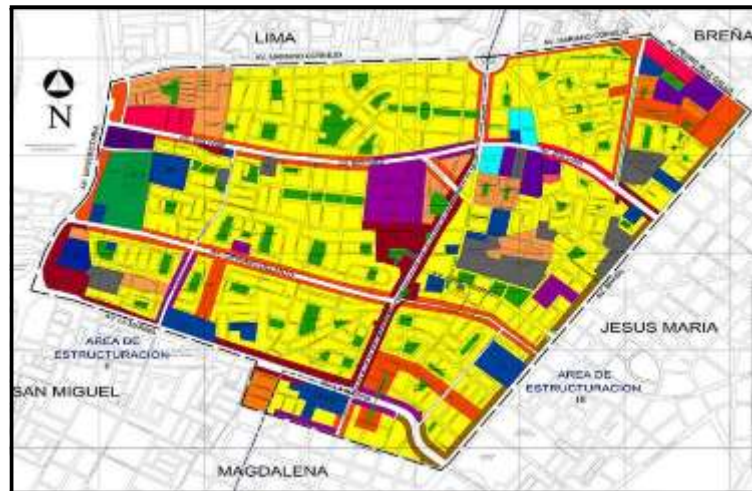


Figura 8. Ubicación de Av. Paso de los andes, distrito de Pueblo Libre



### 3.3.3. Antecedentes

La Av. Paso de los Andes es una la vía con bastante fluencia vehicular y peatonal, la berma central carece de una adecuada Iluminación.

Bajo esta premisa se plantea la **RENOVACIÓN DE PISTAS Y REMODELACIÓN DE ARMADO DE ALUMBRADO PÚBLICO**, brindando adecuadas condiciones de iluminación y seguridad a lo largo de la avenida mencionada, para los pobladores del Distrito de Pueblo Libre, de acuerdo a los requerimiento y necesidades de la población y

sobre todo normas técnicas de seguridad necesarias para salvaguardar la integridad de las personas que transitan.

### **Situación actual**

Actualmente la Av. Paso de los Andes, la carpeta de rodadura se encuentra en mal estado donde se pudo observar gran cantidad de baches profundos, piel de cocodrilo entre otras fallas producidas por alta carga vehicular y factores climáticos además la avenida mencionada se encuentra con iluminación inadecuada, es necesario su mejoramiento.

### **Características del área de intervención**

El área a intervenir en la **Av. Paso de los andes** es: Área: 5,895.15 m<sup>2</sup>

Los vecinos y autoridades locales han solicitado a la Municipalidad de Pueblo Libre se elabore intervención a nivel de Expediente Técnico: Renovación de pistas y remodelación de armado de alumbrado público en el(la) avenida paso de los andes, tramo; plaza la bandera hasta la avenida Simón Bolívar en la localidad de Pueblo Libre, distrito de Pueblo Libre, provincia Lima, departamento de Lima, por esto se brindó un lugar con adecuadas condiciones de recreación, incentivar a una recreación inclusiva y mejorar el ornato de este distrito.

### **Objetivos**

#### **Objetivo General:**

Renovar la Pista y el Armado de Alumbrado Público en la Av. Paso de los Andes

#### **Objetivos Específicos:**

Brindar adecuada transitabilidad vehicular.

Mejora el alumbrado de la Av. Paso de los Andes

Elevar el nivel seguridad potenciando la Iluminación del distrito de Pueblo

Libre.

**Figura 8. Ejecución de obra**



**Figura 9. Trabajadores en obra**



**Figura 10. Coordinaciones en obra**



#### **3.3.4. 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 proyecto tenemos las siguientes características:

Unidad Gestora: Unidad formuladora de la Municipalidad Distrital de Pueblo Libre - Lima

Unidad Ejecutora: Unidad ejecutora de inversiones de la Municipalidad Distrital de Pueblo Libre - Lima

Modalidad Ejecución: Administración indirecta – Por Contrata

Se tomó a bien describir la situación actual del sistema de gestión en el presente, pues este nos brindará un aspecto general de cómo se manejaba el proyecto.



***Tabla 2 Sistema de gestión del proyecto***

---

1. Gestión de plazos y costos: Está a cargo de la gerencia general de la empresa en coordinación con el ingeniero residente de obra.

---

2. Gestión de calidad y seguridad: El área de gestión de calidad está a cargo del ingeniero supervisor de proyecto en coordinación con el ingeniero asistente de obra quién hace que se cumpla que los trabajos se desarrollen acorde a los planos y especificaciones técnicas indicadas en el expediente técnico de obra.

El área de seguridad a cargo del ingeniero especialista en seguridad y salud en el trabajo, quien debe hacer cumplir las normas correspondientes a la prevención de riesgos y salud en el trabajo del personal de obra.

---

3. Gestión de recursos humanos: A cargo del administrador de obra quien es el responsable del cumplimiento de las leyes laborales y la gestión de la planilla del régimen especial de construcción civil.

La ejecución del proyecto estuvo conformada por: 25 obreros y 4 profesionales en la dirección técnica.

---

4. Gestión de la producción: No se cuenta con una oficina especializada en la gestión de la producción, solo se controlan los avances semanales de obra por parte de la residencia del proyecto. A cargo del ingeniero asistente de obra en coordinación con el maestro de obra, quienes planifican los trabajos diarios a ejecutar como la de la cantidad del personal a utilizarse.

---

El personal operativo con el que se contó para la ejecución de esa obra fue:

***Tabla 3 Personal Operario en campo del proyecto***

<b>Personal operativo</b>	
Operador de equipo liviano	<b>3</b>
Operador de equipo pesado	<b>4</b>
Topógrafo	<b>1</b>
Capataz	<b>1</b>
Operario	<b>6</b>
Oficial	<b>3</b>
Peón	<b>18</b>
Controlador oficial	<b>1</b>
<b>Total</b>	<b>37</b>

Además, es importante tener en cuenta el presupuesto total de esta obra, ya que este ayuda a distribuir el trabajo en campo.

***Tabla 4 Presupuesto del proyecto***

<b>PARTIDA</b>	sub total
Pavimentos	<b>334,211.41</b>
Obras provisionales	<b>9,704.22</b>
Seguridad y salud	<b>2,710.40</b>
Plan para la vigilancia. Prevención y control del covid-19 en el trabajo	<b>14,888.84</b>
Obras preliminares	<b>1,965.75</b>
Movimiento de tierras	<b>51,639.36</b>
Parchado de pavimento c/maquinaria	<b>184,200.74</b>
Señalización	<b>58,841.30</b>
Impacto ambiental	<b>7,778.95</b>
Rampas vehicular	2,481.84
Optimización de alumbrado	193,973.89
Obras provisionales	6,663.05
Movimientos de tierras	28,657.60
Pavimento flexible	1,901.89
Luminarias	149,514.82
Reposición de grass natural	7,236.54
<b>Total costo directo (a)</b>	<b>528,185.30</b>

Gastos generales	
Gastos fijos	
Gastos variables	
Total gastos generales (b)	13,204.64
Utilidad (c)	5,281.86
Subtotal(a+b+c)	546,671.80
Igv	98,400.92
<b>TOTAL</b>	<b>645,072.72</b>

### 3.3.5. Situación actual del proyecto

La ejecución de esta obra visibilizó la deficiencia en algunos aspectos como la gestión eficiente de los recursos humanos e insumos de la obra que generaron algunos retrasos e incluso horas de trabajo extra, la falta de comunicación y coordinación fue determinante para comprender que la ejecución de la obra “Renovación de pistas, remodelación, armado de alumbrado público en la avenida Paso de los andes, en la localidad de Pueblo libre, distrito de Pueblo Libre, provincia de Lima, departamento de Lima”, con CUI N° 2498361, requería una evaluación.

El objetivo principal de esta fue identificar el tiempo de la mano de obra (HH) programada inicialmente en el expediente técnico, llegándose a diferenciar entre esta y lo que realmente se utilizó, permitiendo tener una visión real del desarrollo de la ejecución de la obra, la misma que se muestra en un gráfico es preciso señalar que la mano de obra que realmente se utilizó hasta el último día de ejecución, fue porque se tuvo en cuenta el control de asistencia del personal operativo, cronograma de labores específicas usadas, inspección de labores desarrolladas, teniendo en cuenta que la forma de llevar un control de la mano de obra, presenta limitaciones propias del sistema de ejecución de la obra, pero fueron tomadas de manera referencial a fin de desarrollar el presente trabajo de investigación.

**Tabla 5 HH/ Programadas en el expediente técnico**

Descripción partida	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Pavimentos	48.00	48.00	48.00	25.00
Obras provisionales	48.00	48.00	48.00	25.00
Seguridad y salud	20.00	20.00	20.00	00.00
Plan para la vigilancia. Prevención y control del covid-19 en el trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00
Obras preliminares	30.00	30.00	30.00	30.00
Movimiento de tierras	60.00	60.00	60.00	25.00
Parchado de pavimento c/maquinaria	24.00	24.00	24.00	0.00
Señalización	12.00	12.00	12.00	0.00
Impacto ambiental	24.00	24.00	24.00	24.00
Rampas vehicular	18.00	18.00	18.00	18.00
Optimización de alumbrado	20.00	20.00	20.00	00.00
Movimientos de tierras	30.00	30.00	30.00	30.00
Pavimento flexible	18.00	18.00	18.00	00.00
Luminarias	36.00	36.00	36.00	0.00
Reposición de grass natural	00.00	00.00	00.00	25.00

Fuente: elaboración propia

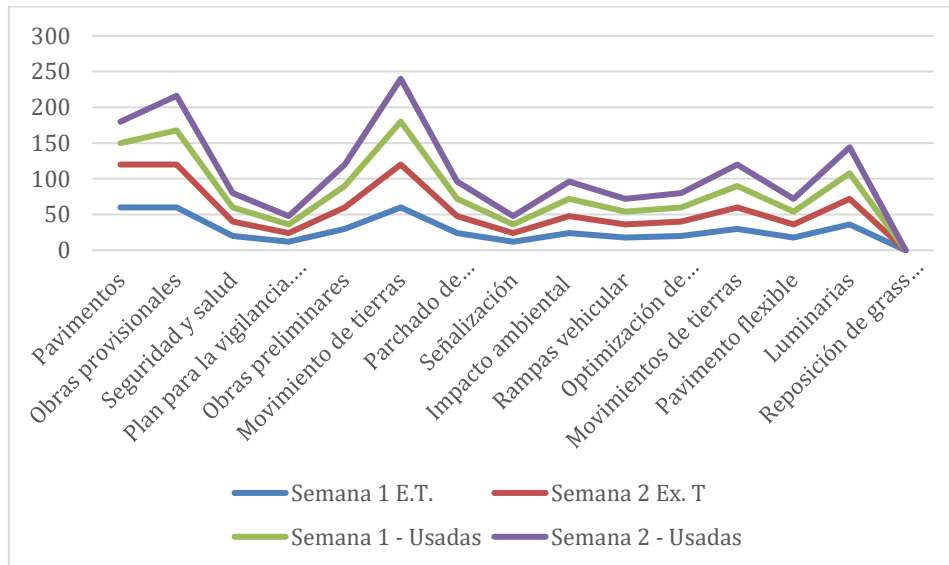
**Tabla 6 HH/ Programadas realmente utilizadas en las 2 primeras semanas**

Descripción partida	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4
Pavimentos	30.00	30.00	30.00	30.00
Obras provisionales	48.00	48.00	48.00	30.00
Seguridad y salud	20.00	20.00	20.00	00.00
Plan para la vigilancia. Prevención y control del covid-19 en el trabajo	12.00	12.00	12.00	12.00
Obras preliminares	30.00	30.00	30.00	30.00
Movimiento de tierras	60.00	60.00	60.00	25.00
Parchado de pavimento c/maquinaria	24.00	24.00	24.00	0.00
Señalización	12.00	12.00	12.00	0.00
Impacto ambiental	24.00	24.00	24.00	24.00
Rampas vehicular	18.00	18.00	18.00	18.00
Optimización de alumbrado	20.00	20.00	20.00	00.00
Movimientos de tierras	30.00	30.00	30.00	30.00
Pavimento flexible	18.00	18.00	18.00	00.00
Luminarias	36.00	36.00	36.00	0.00
Reposición de grass natural	00.00	00.00	00.00	25.00

En el siguiente gráfico se determinó a partir de los datos de las tablas 5 y 6, que puede verse claramente que hasta fines de diciembre del año 2020 la obra en cuestión tuvo 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.

**Gráfico 1 Comparativo en HH de Expediente técnico y realmente usadas**



Fuente: Elaboración propia

### 3.4. Aplicación del Lean Construction en obra

El nivel general de actividad es una herramienta propuesta por el Lean Construction, con la finalidad de tener una visión general de la productividad en la obra, los datos que se obtienen se toman en cuenta para las partidas ejecutadas. Por esto, se realizó una medición y clasificación del tipo de trabajo que desarrollaba cada personal de la obra clasificándolas en trabajos productivos (TP), trabajos contributorios (TC) y trabajos no contributorios (TNC).

Las observaciones fueron realizadas a través de la observación directa desde un mismo punto que brindaba condiciones de visualización de toda la obra, se tomaron todos los datos del personal operativo de la obra, estos fueron recogidos en un espacio de 5 días de trabajo, contando 20 observaciones por día, teniendo en cuenta que la obra era de poca duración de ejecución. A continuación, se detalla los subgrupos

componentes de los trabajos contributivos y los no contributivos, apoyados por una entrevista al personal encargado de obra.

### 3.4.1. Trabajo Contributorio (TC)

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

*Tabla 7 Trabajo Contributorio*

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
<b>T</b>	<b>Transporte</b>
<b>L</b>	<b>Limpieza</b>
<b>I</b>	<b>Indicaciones o instrucciones</b>
<b>M</b>	<b>Mediciones</b>
<b>X</b>	<b>Otros TC</b>

### 3.4.2. Trabajo no contributivo (TNC)

El trabajo no contributivo este compuesto por los siguientes subgrupos de actividades:

*Tabla 8 Trabajo No Contributorio*

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
<b>V</b>	<b>Viajes</b>
<b>E</b>	<b>Espera</b>
<b>R</b>	<b>Trabajo rehecho</b>
<b>D</b>	<b>Descanso</b>
<b>B</b>	<b>Baño u ocupaciones físicas</b>
<b>Y</b>	<b>Otros TNC</b>

### 3.4.3. Trabajo productivo

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

*Tabla 9 Trabajo productivo*

<b>Sigla</b>	<b>Significado</b>
<b>H</b>	<b>Humedecimiento</b>
<b>A</b>	<b>Apisonado manual</b>

<b>E</b>	<b>Ensayo de compactación</b>
<b>G</b>	<b>Retiro y reposición de grass</b>
<b>MT</b>	<b>Movimiento de tierras</b>





12	1									1			
13					1								
14		1		1				1				1	
15	1							1					
16							1						
17											1		
18	1				1								
19													1
20			1					1					

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.4. Resultados del nivel general de actividad

#### 3.4.4.1. A nivel general

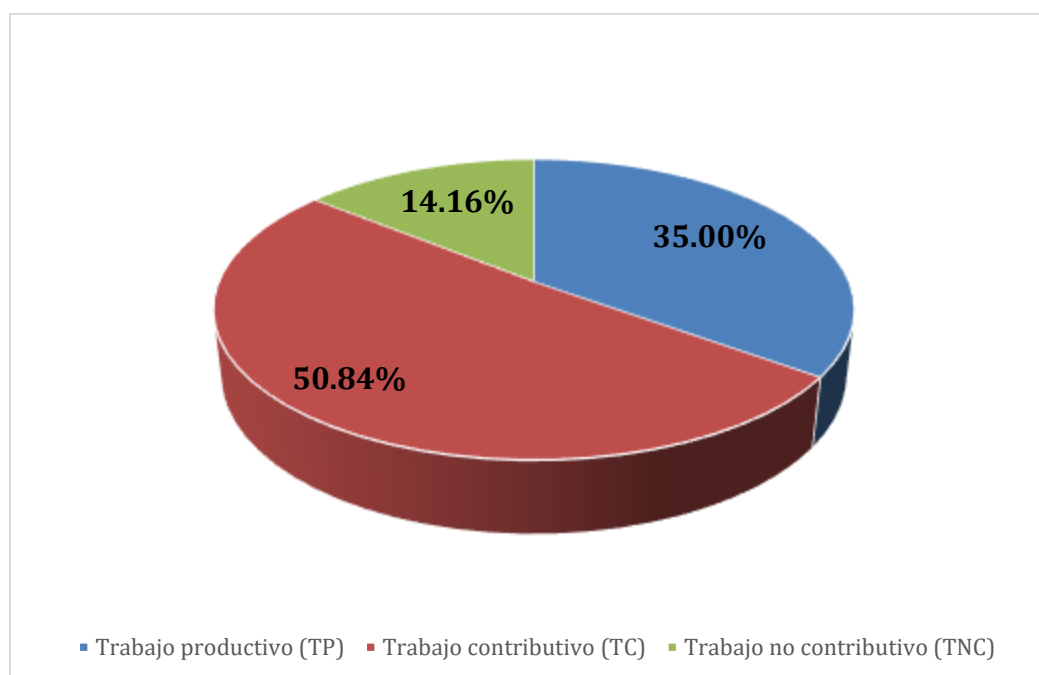
Realizando el procesamiento de los datos se obtuvieron los siguientes resultados para el trabajo productivo, contributivo y no contributivo.

*Tabla 11 Porcentaje del nivel general de la actividad*

ACTIVIDAD	NÚMERO DE VECES	PORCENTAJE
Trabajo productivo (TP)	42	35.00%
Trabajo contributivo (TC)	61	50.84%
Trabajo no contributivo (TNC)	17	14.16%
<b>TOTAL</b>	<b>120</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

*Gráfico 2 Porcentaje a nivel general de actividad*



Fuente: Elaboración propia

Como se puede observar en el gráfico; el 50.84% es el trabajo contributivo, el 35% es

trabajo productivo y el 14,16% es trabajo no contributivo, lo que prende una señal de alarma ya que en la ejecución de obra lo que debería primar es el trabajo productivo y el contributivo, por lo que este procesamiento nos permite reflejar que existe un porcentaje de trabajo no contributivo que debe reducirse de modo que todo el proceso de ejecución de obra sea realmente eficiente y no genere aumento de tiempo o en el peor de los casos, aumentos de costos económicos.

#### 3.4.4.2. A nivel de trabajo contributivo

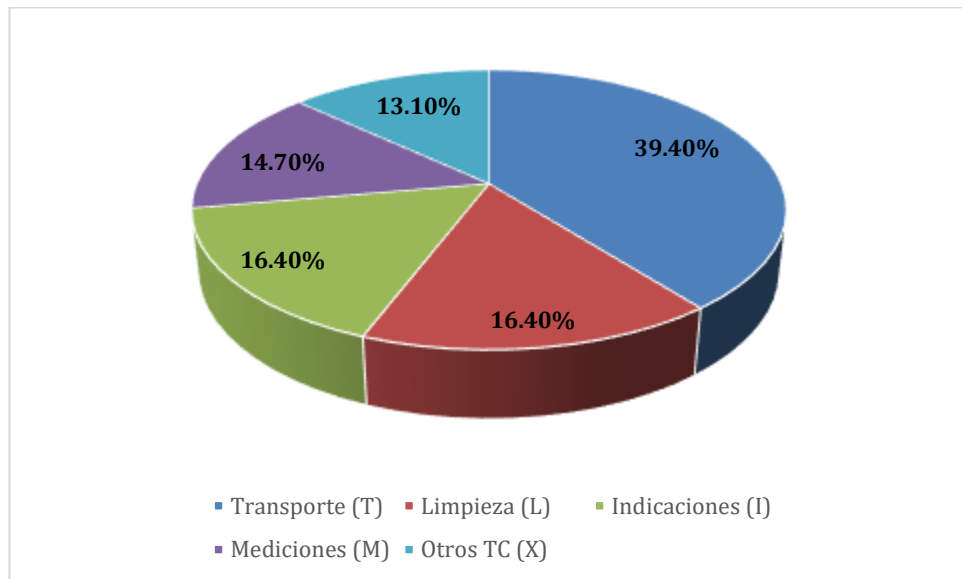
De acuerdo a los datos presentados en la planilla de recolección se obtuvieron los siguientes resultados a nivel de trabajo contributivo:

*Tabla 12 Porcentaje a nivel general de la actividad TC*

ACTIVIDAD	NÚMERO DE VECES	PORCENTAJE
Transporte (T)	24	39.4%
Limpieza (L)	10	16.4%
Indicaciones (I)	10	16.4%
Mediciones (M)	9	14.7 %
Otros TC (X)	8	13.1%
<b>TOTAL</b>	<b>61</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 3 Nivel General de Actividad TC**



Fuente: Elaboración propia

El gráfico N° 3 nos permite determinar que el porcentaje más elevado está en las acciones de transporte 39,40%, seguido de limpieza e indicaciones que tienen 16,40% cada una, el 14,7% de acciones de medición y el 13,10% de otros trabajos contributorios en los que se puede resaltar apoyo en determinadas acciones. Esto nos permite tener un reflejo real de que es preciso reevaluar las acciones de transporte, ya que quizá estas pueden reducirse haciendo una buena gestión del transporte de material para la ejecución de obra, además el porcentaje de indicaciones podría disminuir si es que estas se dan de manera clara al iniciar cada acción en la obra, lo que reduciría el estar repitiendo las indicaciones en determinados periodos de tiempo.

#### **3.4.4.3. A nivel de trabajo no contributorio (TNC)**

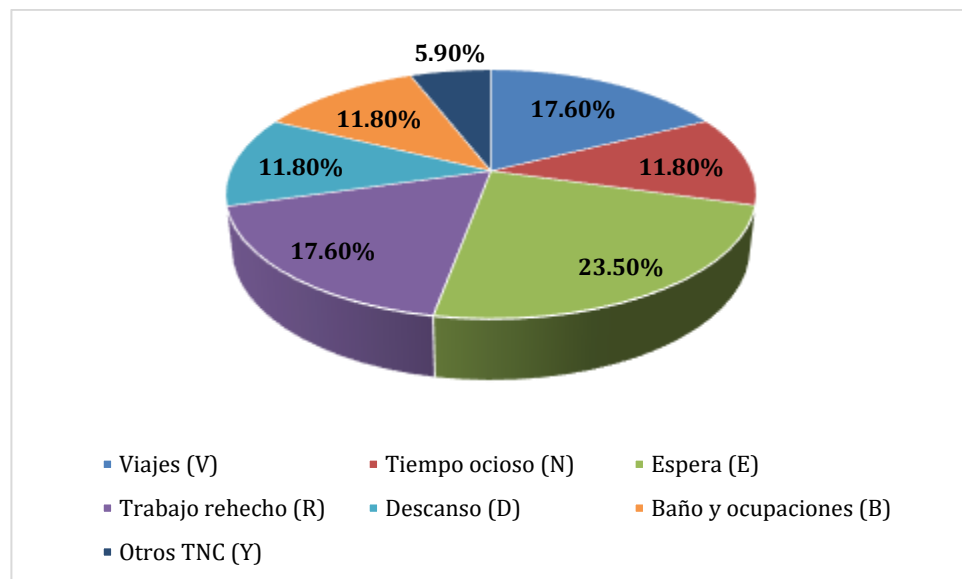
De acuerdo a los datos presentados en la planilla de recolección se obtuvieron los siguientes resultados a nivel de trabajo no contributorio:

**Tabla 13 Porcentaje a nivel general de la actividad TNC**

ACTIVIDAD	NÚMERO DE VECES	PORCENTAJE
Viajes (V)	3	17.6 %
Tiempo ocioso (N)	2	11.8 %
Espera (E)	4	23.5 %
Trabajo rehecho (R)	3	17.6 %
Descanso (D)	2	11.8 %
Baño y ocupaciones (B)	2	11.8 %
Otros TNC (Y)	1	5.9 %
<b>TOTAL</b>	<b>17</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 4 Nivel de la actividad general TNC**



Fuente: Elaboración propia

Este gráfico N° 4 permite identificar que el mayor porcentaje del trabajo no contributivo se refleja en los tiempos de espera con 23,5%, siendo demasiado para toda la ejecución de la obra, poniendo en alerta que estos deben de reducirse. Además, el 17,6% de trabajo rehecho, lo que indica que hay acciones que se tuvieron que rehacer como la reposición de grass, el 17,6% de viajes que parece un porcentaje válido en el transcurso de la obra, y finalmente el 11,8% para descanso, baño y otros respectivamente, tiempos

que deben acortarse para mejorar la eficiencia de la obra.

#### **3.4.4.4. Carta balance**

La carta balance representa detalladamente el nivel de productividad de una actividad específica que se desarrolle en la ejecución de la obra, esta es una herramienta eficaz para que la gestión de la productividad sea eficiente y pueda aplicarse a todas las demás actividades de la ejecución del proyecto logrando que cada proceso sea eficiente.

El análisis que nos permite obtener esta carta de balance es el de la mano de obra con la finalidad de obtener los tiempos de los empleados por lo que cada actividad de cada trabajador constituye la partida, el procedimiento es similar a la medición del nivel de la actividad general que se toma para toda la obra, con la diferencia que se detalla de mejor manera y se aplica a diversas partidas. Esta clasificación de las actividades se realizó en los tres grupos de trabajos generales; el trabajo productivo, el trabajo contributorio y el trabajo no contributorio que permitirá obtener información verídica para determinar los tiempos de ocupación en los tiempos de ejecución. En este estudio se realizó la carta balance de la partida “Conformación y Compactación de la sub rasante” puesto que la obra tuvo esta acción como punto central y es la que se decidió analizar y optimizar.

#### ***Conformación y compactación de la sub rasante***

#### **Descripción de la partida**

Los trabajos de excavación deberán quedar sin irregularidades, para lo cual se procederá a efectuar la conformación a nivel de la subrasante en las zonas de corte, asimismo se procederá a eliminar las piedras mayores de 3” de diámetro previo a la conformación (riego y batido), perfilado y compactado.

El contratista suministrará y usará las plantillas, para el control de anchos y cotas. La cota de cualquier punto de la subrasante perfilada no deberá variar en más de diez milímetros (10 mm) con respecto a la cota de replanteo aprobada.

La compactación de la subrasante, se verificará de acuerdo con los siguientes criterios:

La densidad de la subrasante compactada se definirá sobre un mínimo de determinaciones, en sitios elegidos al azar. Las densidades individuales del lote (Di) deben ser, como mínimo, el noventa y cinco por ciento (95%) de la máxima densidad en el ensayo próctor modificado de referencia (De).

### **Método de Construcción**

Concluidas las obras de movimientos de tierras y que se haya comprobado que no existen dificultades con las redes y conexiones domiciliarias de energía, agua y desagüe, se procederá al apisonado manual o compactado con una plancha vibradora, previo humedecimiento. La operación continúa hasta lograr un material homogéneo de humedad uniforme lo más cercana a la óptima, definida por el ensayo de compactación Próctor Modificado que se obtenga en laboratorio para una muestra representativa del suelo de la capa del sub-rasante; las mismas que serán comprobadas por el inspector o el supervisor.

### **Unidad de medida**

Se medirá en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

### **Bases de pago**

El pago se efectuará por metro cúbico (m<sup>3</sup>) ejecutado medido en la forma indicada y aprobado por el supervisor. El “precio unitario” comprende todos los costos de equipos, mano de obra con beneficios sociales, implementos de seguridad, herramientas y otros necesarios para realizar los trabajos.

**Tabla 14 Datos de trabajadores de la cuadrilla**

<b>Cargo</b>	<b>Nombres y apellidos</b>
1 capataz	
1 oficial	
Peón (1)	
Peón (2)	
Peón (3)	
Peón (4)	
Peón (5)	
Peón (6)	

*Fuente: Elaboración propia*

Se detallan las actividades componentes de los TP, TC, TNC:

**Tabla 15 Detalle de las actividades componentes de los trabajos**

<b>TP</b>	
<b>H</b>	<b>Humedecimiento</b>
<b>A</b>	<b>Apisonado manual</b>
<b>C</b>	<b>Ensayo de compactación</b>
<b>TC</b>	
<b>T</b>	<b>Transporte</b>
<b>L</b>	<b>Limpieza</b>
<b>I</b>	<b>Indicaciones o instrucciones</b>
<b>M</b>	<b>Mediciones</b>
<b>X</b>	<b>Otros TC</b>
<b>TNC</b>	
<b>V</b>	<b>Viajes</b>
<b>E</b>	<b>Espera</b>
<b>R</b>	<b>Trabajo rehecho</b>
<b>D</b>	<b>Descanso</b>



<b>B</b>	<b>Baño u ocupaciones físicas</b>
<b>Y</b>	<b>Otros TNC</b>

Fuente: Elaboración propia

A continuación, se realizó el llenado de la planilla:

**Tabla 16 Planilla carta balance**

Tiempo	1 capataz	1 oficial	Peón (1)	Peón (2)	Peón (3)	Peón (4)	Peón (5)	Peón (6)
1	E	M	E	E	E	E	E	E
2	E	M	E	E	E	E	E	E
3	E	M	E	E	E	E	E	E
4	E	M	E	E	E	E	E	E
5	H	H	H	H	H	H	H	H
6	H	H	H	H	H	H	H	H
7	H	H	H	H	H	H	H	H
8	I	D	D	D	D	D	D	D
9	I	D	D	D	D	D	D	D
10	I	D	D	D	D	D	D	D
11	V	E	E	E	E	E	E	E
12	V	B	B	B	B	B	B	B
13	A	M	A	A	A	L	A	T
14	A	M	A	A	A	L	A	T
15	A	M	A	A	A	L	A	T
16	A	M	A	A	A	L	A	T
17	A	E	A	A	A	A	A	A
18	E	E	E	E	E	E	E	E
19	C	C	C	C	C	C	C	C
20	C	C	C	C	C	C	C	C

Fuente: Elaboración propia

#### 3.4.4.5. Resultados de la carta balance a nivel general de la partida

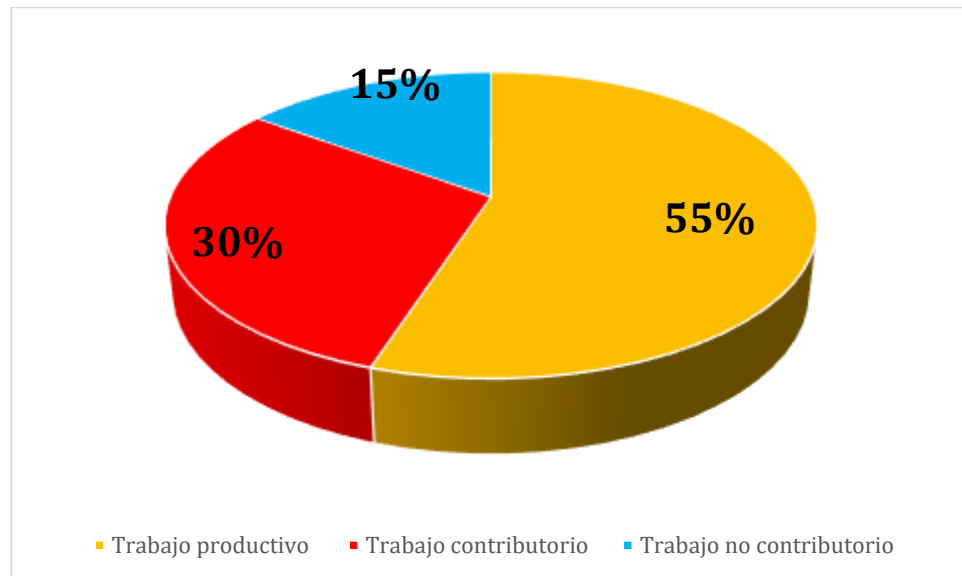
Los resultados que más se destaca en este análisis es que la mayoría del trabajo contributorio está en mediciones, limpieza y transporte, mientras que el trabajo no contributorio destaca por los tiempos de espera y descansos del personal de obra, además el trabajo productivo está mal distribuido. Para esta aplicación de la carta balance, se hicieron 100 observaciones por día, ya que nos centramos en una sola actividad.

**Tabla 17 Porcentaje de la carta balance a nivel general**

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>N° OBSERVADO</b>	<b>% N OBSERVADO</b>
Trabajo productivo (TP)	55	55%
Trabajo contributorio (TC)	30	30%
Trabajo no contributorio (TNC)	15	15%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 5 Resultados a nivel general de la carta balance**



Fuente: Elaboración propia

Aplicando la carta balance de la actividad “Conformación y Compactación de la sub rasante” se determinó a nivel general que el 55% es la ejecución de trabajo productivo, lo que indica que es un porcentaje adecuado, mientras que el 30% es el trabajo contributorio y el 15% de trabajo no contributorio, un indicador de que debe mejorarse los tiempos en este grupo.

#### **3.4.4.6. Resultados carta balance a nivel de trabajo productivo (TP)**

Procesando los datos del total de la carta balance se procedió a obtener el total

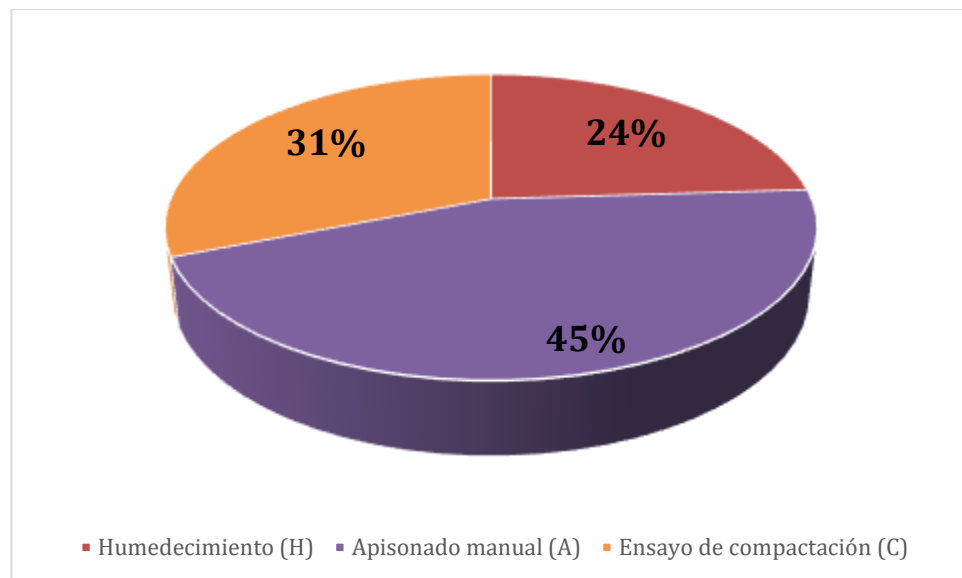
del trabajo productivo (TP).

**Tabla 18 Porcentaje de la carta balance a nivel de TP**

<b>TIPO DE TRABAJO</b>	<b>Nº OBSERVADO</b>	<b>% N OBSERVADO</b>
Humedecimiento (H)	24	24%
Apisonado manual (A)	45	45%
Ensayo de compactación (C)	31	31%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 6 Porcentaje de carta balance a nivel de trabajo productivo (TP)**



Fuente: Elaboración propia

En este gráfico se determina que el trabajo productivo está conformado por el 45% del apisonado manual, el 24% por la acción de humedecimiento del piso y el 31% por el ensayo de compactación.

#### **3.4.4.7. Porcentaje de la carta balance a nivel de trabajo contributorio (TC)**

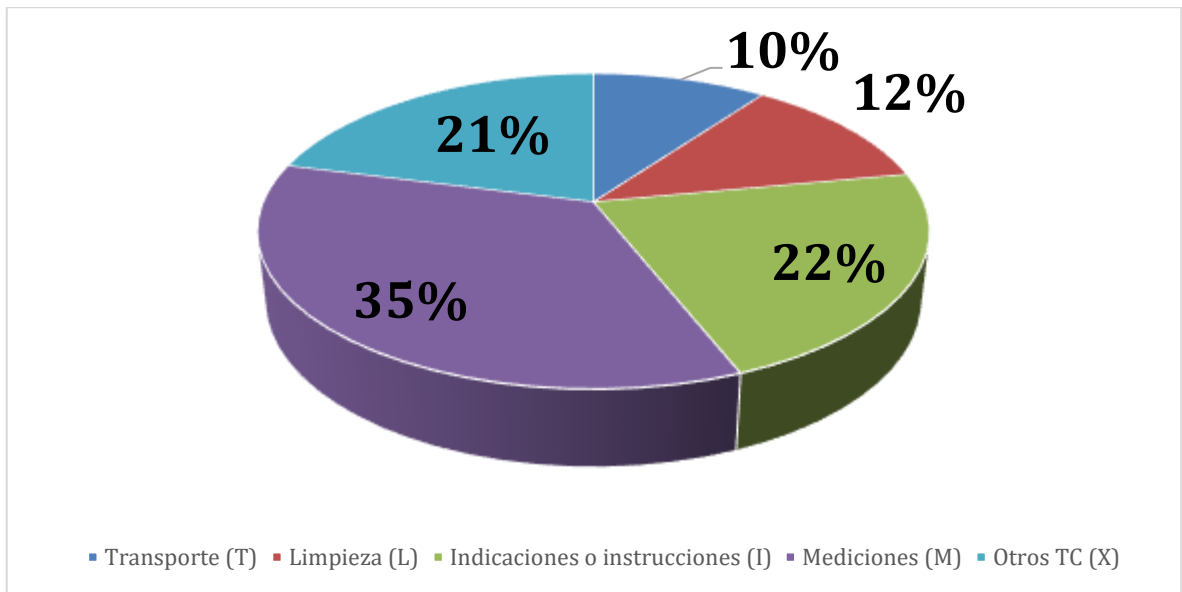
Procesando los datos del total de la carta balance se procedió a obtener el total del trabajo contributorio (TC).

**Tabla 19 Porcentaje de la carta balance a nivel de TC**

TIPO DE TRABAJO	N° OBSERVADO	% N OBSERVADO
Transporte (T)	10	10%
Limpieza (L)	12	12%
Indicaciones o instrucciones (I)	22	22%
Mediciones (M)	35	35%
Otros TC (X)	21	21%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 7 Porcentaje de carta balance a nivel de trabajo contributorio (TC)**



Fuente: Elaboración propia

En el gráfico N° 7 se identificó que el trabajo contributorio estuvo conformado por el 35% de mediciones, lo que supone un exceso de tiempo en esta acción, el 22% de indicaciones que fueron repetidas muchas veces las mismas indicaciones a los peones, el 21% de otros trabajos contributorios, el 12% de acciones de limpieza y el 10% de acciones de transporte. Determinando que deben reducirse ciertas acciones como transporte e indicaciones.

#### **3.4.4.8. Porcentaje de la carta balance a nivel de trabajo no contributorio (TNC)**

Procesando los datos del total de la carta balance se procedió a obtener el

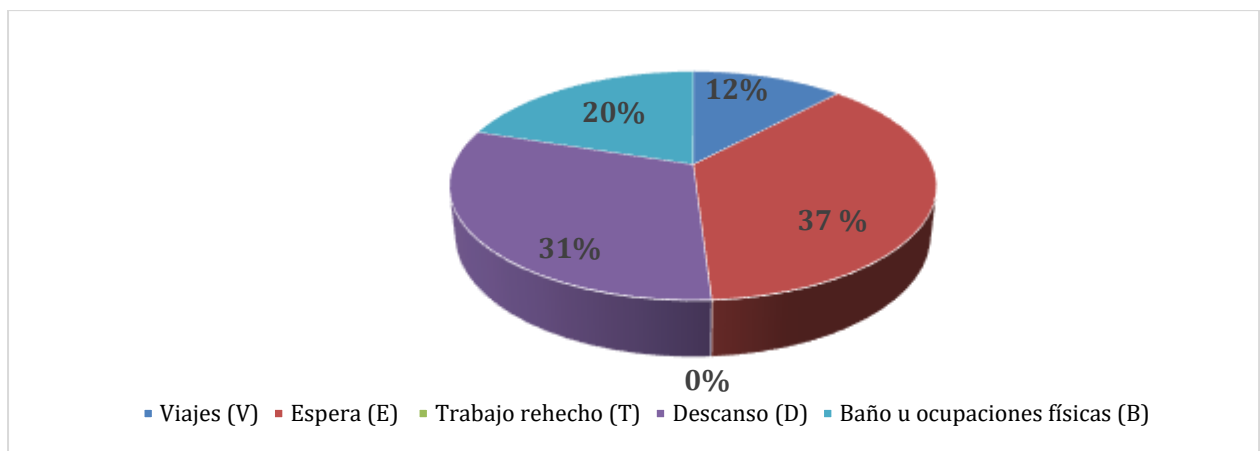
total del trabajo no contributorio (TNC).

**Tabla 20 Porcentaje de la carta balance a nivel de TNC**

TIPO DE TRABAJO	Nº OBSERVADO	% N OBSERVADO
Viajes (V)	12	12%
Espera (E)	37	37%
Trabajo rehecho (T)	0	0%
Descanso (D)	31	31%
Baño u ocupaciones físicas (B)	20	20%
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia

**Gráfico 8 Porcentaje de carta balance a nivel de trabajo no contributorio (TNC)**



Fuente: Elaboración propia

En los trabajos no contributorios, la carta de balance nos permitió identificar qué; el 37% estuvieron destinados a tiempos de espera lo que debía reducirse significativamente, el 31% a tiempos de descanso siendo demasiados para esta acción, el 20% a viajes y el 12% a baño u otras ocupaciones como beber agua, finalmente no se registraron trabajos rehechos lo que determina que a pesar de que algunos tiempos no estuvieron bien distribuidos, no hubo que rehacer ninguna acción dentro de esta partida.

La carta balance nos permitió tener datos reales de la productividad de la

mano de obra en la ejecución de la partida “Conformación y Compactación de la sub rasante”, mostrando una tendencia de los tiempos que los trabajadores emplearon en diversas actividades, ya que es muy complicado tener los tiempos de manera cronométrica acorde a las 8 horas de trabajo que realiza cada trabajador.

La carta balance se considera como una herramienta de la filosofía Lean Construction ya que permite tener un indicativo de los niveles de productividad, en este proyecto se identificaron; la ejecución de trabajo productivo, lo que indica que es un porcentaje adecuado, mientras que el 30% es el trabajo contributorio y el 15% de trabajo no contributorio.

#### 3.4.4.9. Determinación de la velocidad, costo y rendimiento

El tiempo de duración de esta partida estuvo programada teniendo en cuenta que la duración era de 6 días de trabajo, teniendo en cuenta los siguientes datos:

**Figura 11. Análisis de costos unitarios**

Partida	01.05.03	CONFORMACIÓN Y COMPACTACIÓN DE LA SUB RASANTE CIEQUIPO					3.09
Rendimiento	m <sup>2</sup> /DÍA	MO. 1,500.0000	EQ. 1,500.0000	Costo unitario directo por : m <sup>2</sup>			
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0147010003	OFICIAL		hh	1.0000	0.0053	18.12	0.10
0147010004	PEON		hh	4.0000	0.0213	16.37	0.35
							0.45
	<b>Equipos</b>						
0337010001	HERRAMIENTAS MANUALES		NMO		3.0000	0.45	0.01
0348040001	CAMION CISTERNA 4x2 (AGUA) 122 HP 1,500		hm	1.0000	0.0053	135.44	0.72
0349090000	MOTONIVELADORA DE 125 HP		hm	1.0000	0.0053	184.19	0.98
0349110010	RODILLO LISO VIBRATORIO AUTOPORTANTE 101-135 HP 10 -12TON		hm	1.0000	0.0053	175.54	0.93
							2.64

El total de la partida era de 795.85 metros cuadrados entre los 6 días de trabajo eran 132.64 metros cuadrados por día.

Cada metro cuadrado estaba valorizado en 3.09 nuevos soles haciendo un total 2,459.18 nuevos soles.

La velocidad promedio debía ser de:

16.58 metros cuadrados por hora

Cabe resaltar que la velocidad se mide en m<sup>2</sup>/día, al utilizar las herramientas lean.

#### 3.4.4.10. Dimensionamiento de la cuadrilla

Acorde a lo observado respecto a la ejecución de la partida de “Conformación y Compactación de la sub rasante”, que fue un poco desordenado debido a que se contabilizaron 8 horas de trabajo diario, pero según la aplicación de la carta balance el trabajo real es de 6 horas, ya que se identificó mucho tiempo de espera y descanso, lo que significa que existió personal que trabaja muy poco, haciendo un descuadre en el cumplimiento del metraje por día.

Estas deficiencias son por la ejecución de esta partida sin explotar al máximo el rendimiento de la mano de obra, identificando personal que no agrega valor a la producción ya que se observó que las acciones de limpieza demoraron mucho, las indicaciones fueron dadas en repetidas ocasiones y las ocupaciones de los baños eran repetitivas. Por ello, fue preciso poner en marcha algunas estrategias del Lean Construction, como el dimensionamiento de la cuadrilla para reordenar las actividades de la partida de la siguiente manera:

***Tabla 21 Dimensionamiento de la cuadrilla***

<b>Actividad</b>	<b>Cuadrilla</b>
Humedecimiento	<b>1 capataz + 1 oficial + 5 peones</b>
Apisonado manual	<b>5 peones</b>
Ensayo de compactación	<b>1 oficial + 5 peones</b>

Fuente: Elaboración propia

Como se observa en esta cuadrilla, se prescindió de un peón teniendo en cuenta que era el que más tiempo de espera y descansos tenía a diferencia de los otros 5, por lo que solo con 5 se realizó el trabajo de manera óptima cumpliendo con toda la partida.

#### **3.4.4.11. Determinación de la sectorización**

Para tener un mejor rendimiento se procedió a sectorizar dividiendo en áreas de trabajo la partida, teniendo en cuenta que sean de menor a mayor tamaño y que todas tengan una misma cantidad de trabajo teniendo en cuenta; la simetría de las áreas, las actividades, el acceso, distancia y capacidad del equipo para el humedecimiento y apisonado. Por lo que se decidió tener 3 sectores:

Sector 1: Humedecimiento

Sector 2: Apisonado manual

Sector 3: Ensayo de compactación

#### **3.4.4.12. Determinación del tren de actividades**

Estas actividades se determinaron acorde a la sectorización que fue agrupada en tres frentes de trabajo con sus respectivos trabajadores, como se muestra en la siguiente figura

Humedecimiento	
Apisonado manual	
Ensayo de compactación	

**Figura 12. Frentes de trabajo de la partida**

Luego de conformar estos frentes de trabajo, elaboramos el tren de actividades con los sectores y las horas de trabajo para asegurar el



flujo continuo de las actividades.

	HORAS							
	1	2	3	4	5	6	7	8
S1								
S2								
S3								

**Figura 13. Tren de actividades**

Este tren de actividades permitió tener una mejor organización al momento de ejecutar la partida cada día.

## CAPÍTULO IV. RESULTADOS

Como resultado general de nuestra investigación sobre el diseño de un sistema de la filosofía Lean Construction en la mejora de proyectos de construcción de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L, en el año 2021, se puede determinar que este permite una mejora significativa en el trabajo que se realiza debido a que se pudo optimizar los tiempos y la efectividad en una partida específica que se analizó en este estudio, teniendo en cuenta que se utilizó la segmentación del trabajo en tres grupos que permitió identificar el 50.84% del trabajo contributorio, el 35% de trabajo productivo y el 14,16% de trabajo no contributorio, dándonos porcentajes reales en esta ejecución de obra, además la aplicación de la carta balance que permitió identificar los tiempos de uso en la partida “conformación y compactación de la sub rasante”, mediante la observación de 1000 veces por día al equipo de trabajo.

Estos resultados concuerdan con Paredes Contreras, J. (2019) en su tesis “Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en obras de edificación de la Ciudad de Trujillo”, con una muestra de 09 trabajadores del proyecto el edificio multifamiliar “La Torre de San Francisco”, identificaron que en un caso concreto como el de vaciado de las columnas existen tres tipos de trabajos; productivos (TP), contributarios (TC) y no contributarios (TNC), usando la carta de balance de cuadrilla en el que pudieron determinar que en el diagnóstico inicial el 9% era de trabajo productivo, el 29% trabajo contributivo y 62% trabajo no contributivo, después de la aplicación de esta filosofía se obtuvo que el trabajo productivo aumentó al 15%, el trabajo contributivo a 46% y el trabajo no contributivo descendió al 39%.

Al respecto, Pons (2017) menciona que el Lean Construction es la persecución

de la excelencia a través de un proceso de mejora continua en la empresa, que consiste fundamentalmente en minimizar o eliminar todas aquellas actividades y transacciones que no añaden valor, a través de la optimización de recursos.

Respecto a identificar la gestión actual de los proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L, se determinó que la gestión es tradicional, si bien cumple con todos los estándares de calidad y seguridad acorde a las normas de los procesos de licitación, es preciso renovar los procesos de ejecución de diversas actividades con la finalidad de que tengan una mejor eficacia y que incluso lleguen a un ahorro de tiempo. Esto en semejanza con Talero Lozano, Sebastián (2017) en su tesis “Aportes de la filosofía “Lean Construction” a la optimización de procesos en la gestión de proyectos de la empresa talero ingeniería”, quien concluyó que la filosofía Lean Construction expone teorías y modelos para optimizar los procesos. En la empresa se identificó la falta de control en los procesos dependiendo de un cambio cultural en la empresa desde la gerencia hasta los trabajadores. Además, se encontró que la sobre producción y excesos de inventario generaron pérdidas económicas. Precisamente algo que se debe aplicar en adelante en la empresa del presente estudio, para que en proyectos de construcción a futuro se tenga una mejor organización y optimización de los recursos.

Respecto a determinar la metodología para la implementación de la filosofía Lean Construction en la mejora de proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L, se analizó la identificación de los tres grupos de trabajo; trabajo productivo, no contributivo y contributivo, además de la carta de balance, lo que permitió posteriormente

sectorizar y realizar un tren de actividades con una partida específica, dando buenos resultados en su ejecución, pues permitió optimizar el tiempo el partida de conformación y compactación de la sub rasante.

Finalmente, sobre el diagnóstico en que la implementación de la filosofía Lean Construction mejoraría el trabajo de mano de obra en los proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L, se logró determinar que ayuda en gran medida a optimizar los tiempos ya que la carta balance permitió identificar qué; en la actividad “Conformación y Compactación de la sub rasante” se determinó a nivel general que el 55% es la ejecución de trabajo productivo, lo que indica que es un porcentaje adecuado, mientras que el 30% es el trabajo contributorio y el 15% de trabajo no contributorio, un indicador de que debe mejorarse los tiempos en este grupo. Esto nos llevó a identificar además que existían trabajadores que en varias ocasiones hacían usos de tiempos de espera, descansos y ocupaciones físicas que quitaban tiempo a la ejecución de la partida, por lo que se determinó trabajarla solo con 5 peones y no con 6 que se habían destinado inicialmente. Por lo que, aplicar esta filosofía Lean Construction, realmente fue de gran ayuda, teniendo en cuenta que esta se aplicó solo en un porcentaje de la obra y comprendiendo que en la ejecución de obras mayores puede ayudar a optimizar los tiempos y el uso de los recursos.

## CAPÍTULO V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### 5.1. Conclusiones

- El diseñar de un sistema de la filosofía Lean Construction en la mejora de proyectos de construcción de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L, es necesario, debido a que las herramientas que ofrece como la división de los tipos de trabajo, la carta balance, la sectorización y tren de actividades son importantes para mejorar y optimizar los recursos de determinadas partidas que posteriormente pueden aplicarse a la totalidad de acciones de la obra.
- La identificación de la gestión actual de los proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L, permitió conocer que aún se aplican métodos tradiciones de construcción en la ejecución de obras, que si bien se cumplen con los estándares de calidad y seguridad, no permiten del todo optimizar los recursos que en varias ocasiones puede significar una reducción de los tiempos e incluso de los costos.
- En la identificación de la metodología para la implementación de la filosofía Lean Construction en la mejora de proyectos de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L., se concluye que; con la aplicación de algunas herramientas de esta filosofía se optimiza el uso del tiempo y permite identificar el desempeño del recurso humano dándonos la posibilidad de mejorar los procesos.
- Finalmente, sobre el diagnóstico en que la implementación de la filosofía Lean Construction mejoraría el trabajo de mano de obra en los proyectos

de construcción civil de la empresa Falcón Consultores y Constructores S.R.L., se concluye que es efectiva, puesto que se puso en práctica en la partida de conformación y compactación de sub rasante en la obra de renovación de pistas y remodelación de armado de alumbrado público en el(la) avenida paso de los andes, tramo; plaza la bandera hasta la avenida Simón Bolívar en la localidad de Pueblo Libre, distrito de Pueblo Libre, provincia Lima, departamento de Lima, permitiendo una optimización de esta partida que nos permitió identificar el adecuado uso del tiempo y de la mano de obra.

## **5.2. Recomendaciones**

- Se recomienda a la empresa constructora recibir mayores capacitaciones para poner en práctica todas las herramientas del Lean Construction de manera que busquen siempre la innovación en optimizar su productividad de recursos humanos y financieros.
- A las entidades se les recomienda brindar diversos cursos de capacitación a las empresas constructoras con el fin de que puedan ponerse en vanguardia con la aplicación de esta filosofía y mejores sus procesos al ejecutar una obra, ya que muchas veces existen retraso en las entregas debido a una mala gestión del recurso humanos, el tiempo e incluso de los costos.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilar, I. (2014). *Análisis de la planificación tradicional y propuesta de un sistema mejorado de planificación aplicando principios generales del sistema Last Planner en las partidas de concreto armado de la construcción del edificio 'Los Treboles' en la ciudad de Trujillo*. (Tesis de maestría) Lima: Universidad Privada Antenor Orrego.
- Aguilar, R. (2015). *Improving Production With Lean Thinking*. Monterey: tecnologico de monterey.
- Aguilera, G. O., & Vergara, A. L. (2009). “*Lean Construction*” aplicada a proyectos de construcción de edificaciones de vivienda unifamiliar”. Recuperado de: [https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/550/digital\\_17994.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://repository.upb.edu.co/bitstream/handle/20.500.11912/550/digital_17994.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Alarcón, L. e. (2011). *La gestión de la obra desde la perspectiva del último planificador*. Revista de Obras Públicas, 26-33. Recuperado de: [http://ropdigital.ciccp.es/detalle\\_articulo.php?registro=19033&anio=2011&numero\\_revista=3518](http://ropdigital.ciccp.es/detalle_articulo.php?registro=19033&anio=2011&numero_revista=3518)
- Alfalla, R. (2016). *Gestión Estratégica de la Cadena de Suministro*. Perú: Universidad del Pacífico.
- Arana, G. (2017). *Integración sistémica y evaluación de herramientas de la filosofía lean construction: last planner system y pull planning en la planificación y control de un túnel de trinchera cubierta en el Perú*. (Tesis de maestría) Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC).
- Araujo, A. A. (2019). *Implementación de la herramientas Lean Construction en Proyectos Multifamiliares de densidad Media. Caso de precursores de Surco*. Lima, Perú. (Tesis de maestría). Universidad Privada de Ciencias. Recuperado de: [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648717/Araujo\\_CA.pdf?sequence=2&isAllowed=y](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/648717/Araujo_CA.pdf?sequence=2&isAllowed=y)
- Arteaga, A. A. (2017). “*¿Que es IPD Construction?*”. Mexico. Recuperado de: <https://www.leanconstructionmexico.com.mx/post/que-es-ipd-construction>
- Barrado, P. P. (2012). *Desarrollo de una herramienta para la implantación de Lean Construction*. España: Universitat Politècnica de Catalunya. Escola Tècnica Superior

- d'Enginyers de Camins, Canals i Ports de Barcelona. Departament d'Infraestructura del Transport i del Territori, 2012 (Enginyeria de Camins, Canals i Ports), 2012.
- Botero, L. F. (2006). *Construcción sin pérdidas: análisis de procesos y filosofía Lean Construction*. Colombia: Construdata.
- Brancevic, A. (2016). *Introducing Lean Construction Methodologies: A Microenterprise Case Study*. Leeds Beckett University.
- Brioso. (2015). *El análisis de la construcción sin pérdidas (Lean Construction) y su relación con el Project & Construction Management: Propuesta de regulación en España y su inclusión en La Ley de la Ordenación de la Edificación*. (Tesis Doctoral). Universidad Politécnica de Madrid- Escuela Técnica Superior de Arquitectura. Madrid, Madrid.
- Botero, L. (2014) Diez años de implementación Lean en Colombia: Logros y dificultades. Medellín. Universidad EAFIT.
- Buleke. (2012). *Productividad en la construcción de un condominio aplicando conceptos de la filosofía lean construcción*. (Tesis de Pre Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- C. Nesensohn, D. J. (2015). *Maturity and Maturity Models in Lean Construction*. ResearchGate, 46-59.
- Cáceres Vásquez, M. (2018). *Uso del Lean Project Delivery System para evaluar y costear los reclamos post ocupación en proyectos de vivienda multifamiliar*. Lima.
- Callacna, M. (2016). *Mejora de la productividad en tres partidas de acabados con la aplicación de la filosofía Lean Construction en un proyecto de la empresa Casa Ejecutores S.A.C*, 2016. (Tesis de grado) Lima: Universidad César Vallejo.
- Cano, H., Nieto, N y Arango, K. (2017) *Implementación de la Metodología Lean Construction para la optimización de recursos en la empresa Gramar S.A.* (Tesis de grado). Universidad Católica de Colombia. Recuperado de: <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/14785/1/PROYECTO%20DE%20GRADO%202017%20JUNIO%20-%20GRAMAR.pdf>
- Cámara Peruana de Construcción (2020) Informe económico de la construcción. Recuperado de: [http://www.construccionindustria.com/iec/descarga/IEC2930\\_0620.pdf](http://www.construccionindustria.com/iec/descarga/IEC2930_0620.pdf)
- Carreño, A. (2017). *Cadena de suministro y logística*. Perú: Fondo editorial PUCP.



- Cartolin, R. (2017). *Relación de la calidad dentro del Last Planner System aplicado en la construcción de tres edificios multifamiliares*. Perú: Universidad de San Martín de Porres - USMP.
- Castro, & Ruiz. (2014). *Optimización del desempeño del proyecto de edificación nuevo centro de salud a desarrollarse en el distrito de Luya-Luya-Amazonas, aplicando la metodología lean Construction. (Tesis de Post Grado)*. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Chávez, B. (2015). *Implementación del Last Planner System para mejorar el control de producción en un proyecto de construcción civil ejecutada por contrata*. Lima: Universidad Nacional Hermilio Valdizán.
- Chura, G. (2017). *Aplicación de la Filosofía Lean Construction en la Planificación, Programación, Ejecución y Control de Proyectos en el Proyecto de Vivienda el Nuevo Rancho, Surco, Lima*. Lima: Universidad Privada de Tacna.
- Claudio, C. (2018). *Implementación de Last Planner System para mejorar el cumplimiento de plazos de ejecución en una obra pública de saneamiento por administración directa en el distrito de Santa Rosa de Quives, Canta-Lima en el periodo 2016 - 2017 (Tesis parcial)*. Lima: Universidad Privada del Norte.
- Cerna, C.F. (2017) *Gestión de productividad de la filosofía lean construction en el proceso de relleno en la presa palo redondo*. Tesis de maestría. Universidad Privada Antenor Orrego. Recuperado de: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3722/1/RE\\_MAEST\\_ING\\_ELVIS.CERNA\\_GESTION.DE.PRODUCTIVIDAD\\_DATOS.PDF](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3722/1/RE_MAEST_ING_ELVIS.CERNA_GESTION.DE.PRODUCTIVIDAD_DATOS.PDF)
- Coloma. (2008). *Introducción a la tecnología BIM*. Catalunya: Escuela Técnica Superior de Arquitectura de Barcelona.
- Construye, R. P. (2019). *INEI: Sector Construcción creció en 1,51% durante el 2019*. Lima: Grupo Digamma.
- Crespo, M. W. (2015) *Mejora de la productividad en la construcción de edificaciones en la ciudad de Quito, aplicando Lean Construction*. Tesis de maestría. Universidad Central del Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5427>

- Cruz, D. I. (2015). *Aplicación de herramientas Lean Construction en el diagnóstico de pérdidas, optimización de tiempos y aumento de la productividad en mano de obra y maquinaria para edificaciones*. (Tesis de Post Grado). Universidad Nacional Federico Villareal, Lima.
- Del Toro, L. e. (2019). *Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling*. Revista Riti Journal. Recuperado de: <https://www.riti.es/ojs2018/inicio/index.php/riti/article/view/211>.
- Demirkesen, S., & Bayhan, H. G. (2020). *A Lean Implementation Success Model for the Construction Industry*. Engineering Management Journal, p219-239.
- Deville, & Gallo. (2017). *Contribución de lean construction para alcanzar la construcción sostenible*. (Tesis de pre Grado). Pontificia Universidad Católica del Peru, Lima.
- Díaz, H. P., Rivera, O. G., & Guerra, J. A. (s.f.). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. AVANCES Investigación en Ingeniería. doi:issn: 1794-4953
- Duque, M. (2018). *Lean Construction: La Optimización en la Construcción*. Revista Digital. INESEM. Recuperado de <https://revistadigital.inesem.es/disen-y-artes-graficas/lean-construction/>
- Edge, J. (2019). *Lean Seis Sigma: La guía definitiva sobre Lean Seis Sigma, Lean Enterprise y Lean Manufacturing, con herramientas para incrementar la eficiencia y la satisfacción del cliente*. madrid.
- Fernandez, M. (2014). *Lean Manufacturing En Español: Cómo eliminar desperdicios e incrementar ganancias, Descubre cómo implementar el Método Toyota exitosamente*. EE.UU: Editorialimangen.com.
- Flores Mendoza, E. J., & Ramos Cornejo, M. E. (2009). *Análisis y Evaluación de la productividad en obras de construcción vial en la ciudad de Arequipa*. (Tesis de maestría) Recuperado de: <http://repositorio.unsa.edu.pe/bitstream/handle/UNSA/7548/ICflmeej.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Frances Jorgensen, R. M. (2007). *LEAN CAPABILITU MODEL*. IFIP International Federation for Information Processing, Volumen 246, 371-378.

- García, B. J. (2016). *MODELO DE MADUREZ DE GESTIÓN DEL CONOCIMIENTO EN EL SECTOR CONSTRUCCIÓN*. COLOMBIA: Universidad de los Andes.
- Godines, J. (2020). *PROGRAMACIÓN DE OBRA CON BIM*. Perú: SENCICO.
- Godiño, C. A. (2018). *Implantación y mejora del metodo Lean Construction en un proyecto de Cusezar S.A*. Colombia: Uniandes, 2018.
- Gómez Sánchez Serrano, J. P., Mendoza Chang, D. B., & Pérez Reymundo, J. P. (2015). *Aplicación de lean construction para la ejecución de un proyecto de vivienda. Caso práctico "Edificio Maurtua III"*. Lima, Perú: Universidad Ricardo Palma. Recuperado de: <http://repositorio.urp.edu.pe/handle/URP/2229>
- Gómez, Ch. S. y Loayza Ch. W. (2018) *Aplicación de la Filosofía Lean Construction en el Planeamiento del Proyecto Mejoramiento de los Servicios de Salud del Hospital Hipólito Unanue Tacna – 2018*. (Tesis de grado). Universidad Privada de Tacna. Recuperado de: <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/828>
- Gómez, S. (2015). *Directrices para implementar el sistema Last Planner en edificaciones*. lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Gonzales, E. B. (2017). *Smed: Reducción De Tiempos De Cambio De La Línea De Producción Maíz En El Área De Empaque De Una Empresa Elaboradora De Botanas En La Región Sur*. Bogota, Bolivia: Revista Y Administración Y Finanzas Vol. 4 N° 12.
- Guzman. (2014). *Aplicación de la filosofía lean construction en la planificación, programación, ejecución y control de proyectos. (Tesis de Post Grado)*. Pontifica Universidad Católica del Perú, Lima.
- Holguín, K. P. (2017). *Estudio para incrementar el rendimiento de la mano de obra en la construcción de la Residencial "Las Palmas III" en Trujillo-La Libertad, con la aplicación del enfoque de Lean Construction*. (Tesis de maestría). Recuperado de: [http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3729/1/RE\\_MAEST\\_ING\\_KARLA.ALVAREZ\\_INCREMENTAR.EL.RENDIMIENTO\\_DATOS.pdf](http://repositorio.upao.edu.pe/bitstream/upaorep/3729/1/RE_MAEST_ING_KARLA.ALVAREZ_INCREMENTAR.EL.RENDIMIENTO_DATOS.pdf)
- Howel, K. V. (2007). *Construction Supply Chain Maturity Model - Conceptual Framework. Implementation and Performance Measurement* (págs. 170-180). Michigan, USA: IGLC-15.

- Huamán S. R. (2018) *La Filosofía Lean aplicada en la gerencia de proyectos para construcciones viales*. Tesis de maestría. Universidad Central Del Ecuador. Recuperado de: <http://www.dspace.uce.edu.ec/bitstream/25000/17442/1/T-UCE-0011-ICF-002-P.pdf>
- Institute, P. M. (2017). *La guía de los fundamentos para la dirección de proyectos - PMBOK GUIDE*. EE.UU: independent Publishers Group.
- Issa, U. H., & Alqurashi, M. (2020). *A model for evaluating causes of wastes and lean implementation in construction projects*. Journal of Civil Engineering and Management.
- Jaramillo R. A. (2018) *Implementación de la filosofía Lean Construction en la empresa constructora Vifarco Cia. Ltda.* Tesis de maestría. Universidad De La Fuerzas Armadas, Ecuador. Recuperado de: <http://repositorio.espe.edu.ec/xmlui/bitstream/handle/21000/14500/T-ESPE-057896.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Koskela L., Huovila, P. (2002). *Design management in building construction: from theory to practice*, Journal of Construction Research, 31-16.
- Lean Construction Institute. (2013) *What is Lean Construction*. Recuperado de: <http://www.leanconstruction.org/about-us/what-is-lean-construction/>
- Lescano, X. M. (2015). *EL Análisis de la construcción sin pérdidas (LEAN CONSTRUCTION) y su relación con el project & construction management: Propuesta de regulación en España y su inclusión en la ley de la ordenación de la edificación*. Madrid. Recuperado de: [http://oa.upm.es/40250/1/XAVIER\\_MAX\\_BRIOSO\\_LESCANO.pdf](http://oa.upm.es/40250/1/XAVIER_MAX_BRIOSO_LESCANO.pdf)
- Lim, I. Y. (2011). *Lean Construction in Managing Construction Projects Process Waste: Establishing a Preliminary Framework*. Jabatan Ukur Bahan, Fakulti Alam Bina, Universiti Malaya.
- López, B. S. (2019). *Jidoka: Autonomización de los defectos*. Recuperado de: <https://www.ingenieriaindustrialonline.com/lean-manufacturing/jidoka-autonomizacion-de-los-defectos/>

- Lozano, T.E. (2017) *Aportes de la filosofía “lean construction” a la optimización de procesos en la gestión de proyectos*. Tesis de especialización. Universidad de América. Recuperado de: <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/7115/1/045330-2017-II-GEC.pdf>
- Lyon, V. A. (2018) *Aplicación del enfoque lean a la dirección de proyectos en la industria de la construcción*. Universidad De Chile. Tesis de maestría. Recuperado de: <http://repositorio.uchile.cl/bitstream/handle/2250/168691/Aplicaci%c3%b3n-del-enfoque-LEAN-a-la-direcci%c3%b3n-de-proyectos-en-la-industria-de-la-construcci%c3%b3n.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- M.Finnemore, M. G. (2000). *STANDARDISED PROCESS IMPROVEMENT FOR CONSTRUCTION ENTERPRISES*. RESEARCHGATE. Obtenido de [https://www.researchgate.net/publication/255627870\\_Standardised\\_Process\\_Improvement\\_for\\_Construction\\_Enterprises\\_SPICE](https://www.researchgate.net/publication/255627870_Standardised_Process_Improvement_for_Construction_Enterprises_SPICE)
- Mario Campero Q., L. F. (2008). *Administración de proyectos civiles: Tercera edición*. Santiago, Chile: Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Martinez, P., González, V., & Fonseca, E. (2009). *Integración conceptual Green-Lean en el diseño, planificación y construcción de proyectos*. Revista ingeniería de construcción, 05-32.
- Mengo, Naiza, & Rivera. (2018). *Análisis De La Productividad De Los Procesos Constructivos Aplicando Filosofía Lean Construction Para Obras Civiles De Gran Minería* (Caso de estudio: HV Contratistas-Truck Shop SMCV). (Tesis de Post Grado). Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas, Lima.
- Miranda\_Mejia, M., Torobisco\_Vilca, E., & Gomez\_Minaya, R. (2020). *Evaluación De La Eficacia De La Aplicación De Last Planner System En Un Proyecto De Construcción En La Etapa De Acabados - Arquitectura En Perú En El Año De 2019*. Investigación & Desarrollo.
- Montoya, F. (2017). *Impacto de las herramientas básicas del sistema last planner en el cumplimiento de plazos contractuales en partidas de obras civiles del proyecto DUTY FREE - salidas internacionales* Lima: Universidad Privada Antenor Orrego.

- Ore, L. (2015). *Consensus Building*. Perú: En la Biblioteca Nacional del Perú.
- Orihuela, P. (2011) *Lean Construction en el Perú*. Corporación Aceros Arequipa. Construcción Integral, Boletín N° 12. Recuperado de: [http://www.motiva.com.pe/articulos/Lean\\_Construction\\_Peru.pdf](http://www.motiva.com.pe/articulos/Lean_Construction_Peru.pdf)
- Paredes, C. J. (2019) *Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en obras de edificación de la Ciudad de Trujillo*. Tesis de maestría. Universidad César Vallejo. Recuperado de: <http://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/32755>
- Pons Achell, J., & Rubio Pérez, I. (2019). *Lean Construction y la Planificación Colaborativa*. España: Gráficas Hispania Valladolid, S.L.
- Pons, J. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Chile: Fundación Laboral de la construcción.
- Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa. Metodología del Last Planner Sistema*. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España.
- Porras Díaz, H. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos*. Recuperado de: file:///C:/Users/Torres/Downloads/298-Texto%20del%20art%C3%ADculo-429-1-10-20170706.pdf
- Quispe, M. R. (2017) *Aplicación de "lean construction" para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017*. Tesis de maestría. Universidad César Vallejo. Recuperado de: [http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14979/Quispe\\_MRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14979/Quispe_MRE.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Ries, E. (2011). *El método Lean Startup: Cómo crear empresas de éxito utilizando la innovación continua*. Nueva York: Ediciones Deusto.
- Rimarachín, C. (2015). *Aplicación de la metodología de construcción sin pérdidas (Lean Construction) en el mejoramiento de la productividad de una obra de edificación urbana*. lima: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Rivera, V.M. (2015) Programación, planificación y control de obras de infraestructura civil, en la República De Guatemala. (Tesis de grado) Universidad de San Carlos de Guatemala.

Disponible en:

<http://www.repositorio.usac.edu.gt/3615/1/V%C3%ADctor%20Manuel%20Rivera%20Esteban.pdf>

Rojas, C. (2019). *Análisis de la productividad en una edificación en altura a través de la implementación de Last Planner System®*. Lima: Universidad César Vallejo.

Rojas, J. (2018). *Aportes para investigar la gestión de la construcción sin pérdidas*. Peru: revistas.uni.edu.

Rojas-López, M. D., Heno-Grajales, M., & Valencia-Corrales, M. E. (2017). revistas.udem.edu.co. *Revistas ingenierías Universidad de Medellín*. doi:10.22395/rium.v16n30a6

Román., J. A. (2017). *Modelo productivo para el cambio: filosofía Lean Construction en la central hidroeléctrica Chaglla*. Lima, Lima.

Salvatierra, J. L. (2020). *Negocio y Construcción. ¿Qué es lean construction? y por qué es un enfoque de gestión necesario*. Recuperado de: <https://negocioyconstruccion.cl/que-es-lean-construction-y-por-que-es-un-enfoque-de-gestion-necesario/>

SARRIA, P. F. (2017). *Modelo metodológico de implementación de implementación de lean manufacturing*. Colombia: Revista EAN, n° 83.

School, E. O. (2015). *Manual de gestión de proyectos*. EE.UU.: EuropeanOpenBusinessSchool.

Suarez, P. (2015). *Aplicación de Lean Construction en obra de edificación en Lima*. lima: Universidad Nacional de Ingeniería.

Taiichi, O. (2013) Blog. KII. . Kaizen institute Disponible en: <https://in.kaizen.com/blog/post/2013/10/17/taiichi-ohnos-contribution.html>

TECHNOLOGY, M. I. (2001). Lean enterprise self-assessment tool. *LAI LESAT*, 1-48.

Valdés, D., & Rodríguez, W. (2012). *Mejoramiento de la productividad en la construcción de obras con Lean Construction*. Lima: Culturabierta.

Valdivia, D. (2017). *Diagnóstico, implementación y evaluación de la aplicabilidad de la filosofía lean construction en el proyecto de estacionamientos y aulas del colegio Lord Byron en la ciudad de Arequipa*. Arequipa: Universidad Nacional.

Valero, F. (2014). *BIM (Building Information Modeling)*. Canadá: Grant Thornton. Recuperado de: file:///C:/Users/Torres/Downloads/396363950-Bim.pdf

Vargas, J. M. (2011). *Lean manufacturing ¿Una herramienta de mejora de un sistema de producción?* santo Domingo, Republica Dominicana: sistema de información científica redalyc- red de revistas científicas de america latina y el caribe, españa y portugal - vol. xxxvi n° 02.

Vargas, N. Y. (2016). *Modelo de madurez lean construction*. Peru: Universidad de los Andes.

Villasenor, A. (2007). *Manual De Lean Manufacturing/ Manual of Lean Manufacturing: Guia Basica*. Editorial Limusa S.A. De C.V.

Villamizar Roa, D. y Ortiz Contreras, L. (2016) *Implementación de los principios de Lean Construction en la constructora Colproyectos S.A.S. de un proyecto de vivienda en el Municipio de Villa El Rosario*. Tesis de especialización. Universidad Industrial de Santander. Colombia. Recuperado de: <http://tangara.uis.edu.co/biblioweb/tesis/2016/164908.pdf>

Womack, J., & Jones, D. (1996). *Lean Thinking: Como utilizar el pensamiento Lean para eliminar los desperdicios y crear valor en la empresa*. Nueva York: Free Press.

Womack, J., Jones, D., & Roos, D. (2017). *La máquina que cambió el mundo*. Nueva York: Bresca profit Editorial.

Workmeter, E. b. (2012). Mejora continua de procesos: el método Kaizen. Recuperado de: doi:https://es.workmeter.com/blog/bid/246575/mejora-continua-de-procesos-el-m-todo-kaizen

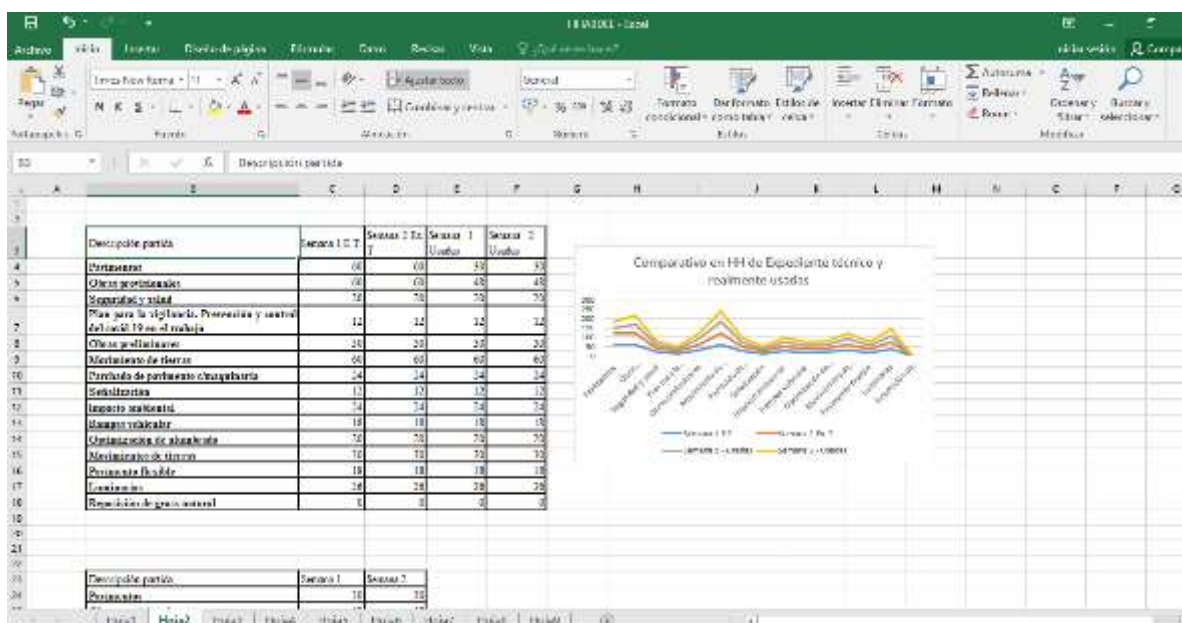


## ANEXOS

### Formato de carta balance

Tiempo	1 capataz	1 oficial	Peón (1)	Peón (2)	Peón (3)	Peón (4)	Peón (5)	Peón (6)
1								
2								
3								
4								
5								
6								
7								
8								
9								
10								
11								
12								
13								
14								
15								
16								
17								
18								
19								
20								

### Base de datos en Excel



### Registro nacional de proveedores (RNP)



**OSCE** RUC N° 20232650444

**REGISTRO NACIONAL DE PROVEEDORES**

**CONSTANCIA DE INSCRIPCIÓN PARA SER PARTICIPANTE, POSTOR Y CONTRATISTA**

**FALCON CONSULTORES Y CONSTRUCTORES SRLTD**

Domicilio en: JRON SIEMPRE VIVA 425 URBANIZACIÓN SANTA ISABEL, ALMA LIMA - CARABAYLLO (Según información declarada en la SUNAT)

Se encuentra con inscripción vigente en los siguientes registros:

<b>PROVEEDOR DE BIENES</b>	Vigencia Desde: 25/10/2018
<b>PROVEEDOR DE SERVICIOS</b>	Vigencia Desde: 25/10/2018
<b>EJECUTOR DE OBRAS</b>	Vigencia para ser participante, postor y contratista Desde: 05/05/2018
Capacidad Máxima de Contratación	SE, OJO PUEBLO (CONTRATA NELLEBER CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS)
<b>CONSULTOR DE OBRAS</b>	Vigencia para ser participante, postor y contratista Desde: 05/05/2018
Capacidad Máxima de Contratación	SE, OJO PUEBLO (CONTRATA NELLEBER CUATROCIENTOS CINCUENTA Y SEIS MIL SETECIENTOS NOVENTA Y SEIS)

**Nota:** De acuerdo al artículo 14 del Reglamento de la Ley de Contrataciones y el Anexo, aprobado por el MTC, se debe tener presente que el Registro Nacional de Proveedores es un sistema de información pública que permite a los usuarios acceder a la información de los proveedores inscritos en el Registro Nacional de Proveedores.

### Certificado de calidad ISO 14001:2015



