

FACULTAD DE INGENIERÍA

Carrera de **INGENIERÍA CIVIL**

“IMPLEMENTACIÓN DE LA METODOLOGÍA  
LEAN CONSTRUCTION EN EL PROYECTO  
CONSTRUCCIÓN DE COMPAÑÍA DE  
BOMBEROS N° 47 PARA OPTIMIZAR LOS  
COSTOS Y PLAZOS, EN EL DISTRITO DE  
OXAPAMPA, AÑO 2022”

Tesis para optar al título profesional de:

**INGENIERA CIVIL**

**Autor:**

Mirella Joana Arellano Villena

Asesor:

Ing. Jvan Jovanovic Aguirre

<https://orcid.org/0000-0003-1609-1704>

Lima - Perú

### JURADO EVALUADOR

Jurado 1 Presidente(a)	<b>Edmundo Vereau Miranda</b>	<b>10557797</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 2	<b>Erick Humberto Rabanal Chavez</b>	<b>42009981</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

Jurado 3	<b>Neicer Campos Vasquez</b>	<b>42584435</b>
	Nombre y Apellidos	N° DNI

## **DEDICATORIA**

A mis padres, quienes fueron pilares fundamentales  
en mi desarrollo como persona y profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios, no lo merecemos, pero cuanto lo necesitamos.

A mi familia, por el apoyo incondicional en las buenas y en las malas.

A mi Alma Máter, por los conocimientos y valores impartidos.

A todos ustedes, muchas gracias

## TABLA DE CONTENIDO

JURADO CALIFICADOR.....	2
DEDICATORIA.....	3
AGRADECIMIENTO.....	4
ÍNDICE DE TABLAS.....	7
ÍNDICE DE FIGURAS.....	8
RESUMEN.....	9
<b>ABSTRACT</b> .....	10
<b>CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN</b> .....	11
1.1. Realidad problemática.....	11
1.2. Marco Teórico.....	13
1.2.1. Antecedentes Internacionales.....	13
1.2.2. Antecedentes Nacionales.....	16
1.2.3. Definiciones Conceptuales.....	18
1.3. Formulación del problema.....	29
1.3.1. Problema General.....	29
1.3.2. Problemas Específicos.....	29
1.4. Objetivos de la investigación.....	29
1.4.1. Objetivo General.....	29
1.4.2. Objetivos Específicos.....	29
1.5. Hipótesis.....	30
1.5.1. Hipótesis general.....	30
1.5.2. Hipótesis específicas.....	30
1.6. Variables.....	30
1.6.1. Descripción de las variables.....	30
1.6.2. Operacionalización de las Variables.....	30
1.7. Justificación.....	32
1.7.1. Justificación teórica.....	32
1.7.2. Justificación práctica.....	32
1.7.3. Justificación social-ambiental.....	32
1.7.4. Justificación Técnica.....	33
1.8. Delimitación de la investigación.....	33
<b>CAPÍTULO II. METODOLOGÍA</b> .....	34
2.1. Tipo de investigación.....	34

2.2.	Población y muestra.....	34
2.2.1.	Población .....	34
2.2.2.	Muestra .....	35
2.2.3.	Unidad de análisis.....	35
2.3.	Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos .....	35
2.4.	Procedimiento .....	36
2.5.	Análisis de datos .....	38
2.6.	Aspectos éticos .....	39
CAPITULO III. RESULTADOS .....		40
3.1.	Resultados Descriptivos.....	40
3.2.	Resultados inferenciales (Inferencia).....	66
CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES .....		71
4.1.	Limitaciones.....	71
4.2.	Discusión .....	71
4.3.	Implicancias .....	73
4.3.1.	Implicancia teórica .....	73
4.3.2.	Implicancia práctica.....	73
4.3.3.	Implicancia social-ambiental.....	73
4.3.4.	Implicancia Tecnológica .....	73
4.4.	Conclusiones .....	74
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....		75
ANEXOS.....		79
	Anexo 1. Operacionalización de las Variables.....	80
	Anexo 2. Matriz de consistencia .....	81
	Anexo 3. Hoja de metrado.....	82
	Anexo 4. Presupuesto de Obra .....	83
	Anexo 5. Avance de obra .....	84
	Anexo 6. Cronograma valorizado de la obra.....	85
	Anexo 7. Análisis de precio unitario .....	86
	Anexo 8. Formato Cronograma de obra .....	87
	Anexo 9. Análisis de Precios Unitarios de partidas (Estructuras Metálicas).....	88
	Anexo 10. Validación de resumen de rendimientos .....	101
	Anexo 11. Autorización de uso de datos .....	102

## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Ejemplo de cronograma valorizado de obra</i> .....	28
<b>Tabla 2</b> <i>Operacionalización de las variables</i> .....	31
<b>Tabla 3</b> <i>Unidad de análisis</i> .....	35
<b>Tabla 4</b> <i>Presupuesto inicial del proyecto de construcción de compañía de bomberos N° 47, Oxapampa</i> .....	45
<b>Tabla 5</b> <i>Reorganización de Presupuesto de construcción de Compañía de Bomberos N° 47 - Oxapampa</i> .....	47
<b>Tabla 6</b> <i>Presupuesto de proyecto Construcción de Compañía de Bomberos N° 47 con aplicación de LEAN</i> .....	51
<b>Tabla 7</b> <i>Análisis comparativo de presupuestos antes y después de aplicar LEAN</i> .....	53
<b>Tabla 8</b> <i>Comparación de plazos de ejecución (Sin y Con aplicación de LEAN)</i> .....	63
<b>Tabla 9</b> <i>Resumen variación de costos para partidas de Estructuras Metálicas</i> .....	65
<b>Tabla 10</b> <i>Prueba de normalidad mediante Shapiro Wilk</i> .....	66
<b>Tabla 11</b> <i>Rango de Medias - Aplicación de Lean Construction</i> .....	67
<b>Tabla 12</b> <i>Rango de Medias - Plazo de tiempo</i> .....	68
<b>Tabla 13</b> <i>Rango de Medias - Costo de Construcción</i> .....	69
<b>Tabla 14</b> <i>Prueba de rangos con signo de Wilcoxon</i> .....	69
<b>Tabla 15</b> <i>Estadísticos de prueba - Wilcoxon</i> .....	70
<b>Tabla 16</b> <i>Correlación de Spearman</i> .....	70

## ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1.</i> Esquema general de elaboración de un presupuesto de obra. ....	23
<i>Figura 2.</i> Pasos para la elaboración de un análisis de precio. ....	24
<i>Figura 3.</i> Ejemplo de análisis de precio de costo unitario .....	24
<i>Figura 4.</i> Planificación presupuestada .....	25
<i>Figura 5.</i> Ejemplo de Diagrama de Gantt .....	26
<i>Figura 6.</i> Ejemplo de Diagrama PERT/CPM.....	28
<i>Figura 7.</i> Procedimiento de la investigación.....	37
<i>Figura 8.</i> Análisis de la información.....	38
<i>Figura 9.</i> Plano en planta - Anclajes, Columnas, Vigas y Escaleras .....	41
<i>Figura 10.</i> Plano en planta Módulo 1 - Entramado para segundo nivel.....	42
<i>Figura 11.</i> Plano de estructura - Tijerales, Correas, Arriostres y Cobertura.....	43
<i>Figura 12.</i> Plano de estructura Módulo 2 - Tijerales, Correas, Arriostres y Cobertura .	44
<i>Figura 13.</i> Plano Elevación frontal - Tijerales y canaletas .....	44
<i>Figura 14.</i> Procedimiento de aplicación de LC.....	46
<i>Figura 15.</i> Análisis de Precio Unitario inicial - Partida Viga Tipo II.....	48
<i>Figura 16.</i> Análisis de Precio Unitario reformulado- Partida Viga Tipo II .....	49
<i>Figura 17.</i> APU - Columna Metálica Tipo II sin LEAN.....	50
<i>Figura 18.</i> APU - Columna Metálica Tipo II con LEAN .....	50
<i>Figura 19.</i> Cronograma de ejecución inicial - Expediente Técnico.....	55
<i>Figura 20.</i> Cronograma de ejecución - presupuesto reestructurado.....	55
<i>Figura 21.</i> Esquema duración de partidas - Subtítulos (Sin aplicar Lean).....	56
<i>Figura 22.</i> Plano de sectorización de Proyecto .....	57
<i>Figura 23.</i> División de actividades por día para la primera semana .....	58
<i>Figura 24.</i> Cuadro de actividades según sectorización - Semana 1 a 4 .....	59
<i>Figura 25.</i> Cuadro de actividades según sectorización - Semana 5 a 8 .....	60
<i>Figura 26.</i> Cronograma de ejecución luego de aplicar Lean Construction.....	61
<i>Figura 27.</i> Esquema de duración de partidas - Luego de aplicar Lean.....	61

## RESUMEN

Este presente trabajo investigativo tiene como propósito, utilizar la metodología Lean Construction (LC) para evaluar el plazo y costo en el proyecto de Construcción de Compañía de Bomberos N° 47 en el distrito de Oxapampa. La investigación es de orientación aplicada, enfoque cuantitativo y diseño no experimental – correlacional. La población quedó conformada por todas las obras públicas del distrito de Oxapampa que puedan ser ejecutadas aplicando la metodología Lean Construction, tomando como muestra la Construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, de dicho presupuesto se seleccionaron las partidas correspondientes al título Estructuras Metálicas. La técnica manejada para recoger los datos es la observación y el análisis documental, con su instrumento la ficha de registro de datos. Se concluye que al implementar la metodología LC para evaluar el plazo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022; se obtuvo que la metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022, puesto que se logra una reducción del plazo de ejecución de las partidas analizadas en un 7.69%. Al implementar la metodología LC para evaluar el costo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022, se determinó que mejora significativamente el costo ya que se logra optimizar el presupuesto general en un 13.00%.

**Palabras claves:** Metodología Lean Construction, Plazo, Costo, Construcción, Edificaciones

## ABSTRACT

The purpose of this present investigative work is to use the Lean Construction (LC) methodology to evaluate the term and cost in the Construction project of Fire Company No. 47 in the district of Oxapampa. The research is applied orientation, quantitative approach and non-experimental design - correlational. The population was made up of all the public works of the Oxapampa district that can be executed applying the Lean Construction methodology, taking as a sample the Construction of the Fire Company No. 47 of the Oxapampa district, from said budget the items corresponding to the title were selected. Metallic structures. The technique used to collect the data is observation and documentary analysis, with its instrument the data record sheet. It is concluded that by implementing the LC methodology to evaluate the term in the construction of the Fire Company No. 47 of the Oxapampa district, 2022; It was obtained that the Lean Construction methodology significantly improves the term for the construction of the Fire Company No. 47 of the Oxapampa district, 2022, since a reduction of the execution term of the analyzed items is achieved by 7.69%. By implementing the LC methodology to evaluate the cost in the construction of the Fire Company No. 47 of the Oxapampa district, 2022, it was determined that it significantly improves the cost since it is possible to optimize the general budget by 13.00%.

**Keywords:** Lean Construction Methodology, Deadline, Cost, Construction, Buildings

## CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

### 1.1. Realidad problemática

La industria de la construcción es muy significativa en la mayoría de los países gracias a que tienen una incidencia mayor en la economía. Cada proyecto de edificación y construcción se caracterizan por tener efectos multiplicadores de empleo, se puede mencionar que, a mayor número de construcciones, más empleos y bienestar. A pesar de ello, la mayoría de los proyectos y obras de gran dimensión normalmente tienen ciclos de desarrollo lento y poca productividad; esto genera como consecuencia, una economía lenta.

Asimismo, en el ciclo del proyecto se presentan alguna situación que genera pérdidas de prestigio y economía en las empresas, lo que dificulta la entrega de los proyectos. En el desarrollo de los procesos constructivos, el factor que más predomina es el recurso humano, por tal razón, la productividad tiene efectos muy alto en los tiempos de costos y ejecución de los proyectos (Leandro, 2018).

En el ámbito mundial, el sector de la construcción se ha desarrollado de manera acelerada, debido a la existencia de la necesidad de viviendas. Esto se ve opacado a causa de que una cantidad grande de empresas que se dedican a la construcción siguen usando la metodología convencional para ejecutar los proyectos, usando procesos de construcción inapropiados que las limitan a crecer de forma adecuada. Aparte de la evolución baja de los sistemas constructivos; también se le suma el inconveniente de la inseguridad laboral que se presenta mayormente en proyectos de edificaciones. Todo esto posibilita observar el poco desarrollo del sector, a pesar de que es uno de los más demandados (Hinostroza & Manosalva, 2015).

Asimismo, en Latinoamérica la administración de los proyectos constructivos expone cada problema repetitivo al momento en que se realizan los proyectos, y estos afectan de manera directa a las finanzas de las empresas constructoras. En Colombia, los proyectos referidos al sector no alcanzan los objetivos del ordenamiento urbano; ya que coexiste poca disposición de recursos económicos de los bienes públicos y una separación social fuerte que se origina por la capacidad menor de la metodología de gestión de los terrenos en las ciudades; la que a su vez origina la mala administración de planeamiento territorial y aumento en los costos de construcción (Araque, 2014).

Planificar y ejecutar obras en el sector de construcciones en los países latinoamericanos está en proceso de perfeccionamiento, basada en la utilización de nuevos métodos constructivos, uno de los más sobresalientes aplicada en la actualidad es el método Lean Construction (LC). Esta técnica se basa en la mejora del nivel de producción cuando se ejecuta un proyecto, con un nuevo método de trabajo propuesto por medio de herramientas enfocadas a reducir cualquier desperdicio, donde la principal herramienta es el Last Planner System (LPS), un tren de actividad, sectorización, nivel de actividades, buffers y carta balance (Hinostraza & Manosalva, 2015). Botero (2006), afirma que la visión de la metodología LC se encuentra enfocada en acrecentar el valor percibido por el cliente y menguar los desperdicios que no agregan valor al cliente.

Los problemas relacionados con la construcción son conocidos, la productividad de las obras está por detrás de la fabricación, la seguridad ocupacional es notoriamente peor que en otras industrias a pesar de que los trabajadores de la construcción corren más riesgos y peligros que cualquier otro trabajador que labore en otra área. Debido a condiciones de trabajo inferiores, existe escasa mano de obra para trabajar en este sector. En muchos países, la calidad de las obras es considerada insuficiente (Ghazi, 2018).

En el ámbito nacional, el sector de la edificación se asocia con el mal desempeño al momento de ejecutar las obras. Se puede observar que, en el sector de edificación, la productividad es baja, los tiempos de entrega en las obras son variables e impredecibles, generados mayormente por averías de los equipos y maquinaria por falta de mantenimiento, los materiales no llegan a tiempo a las obras por falta de una buena gestión logística. De igual manera, comúnmente se producen durante el desarrollo de la obra fallas causadas por un mal plan, control y monitoreo de cada proyecto, estos problemas afectan de manera directa a los clientes, con el plazo de entrega o culminación de la obra, mayoritariamente.

En el distrito de Oxapampa, las instituciones públicas encargadas de ejecutar obras de infraestructura no son indiferentes a la problemática planteada, ya que, muchas construcciones, se han visto afectadas en las técnicas aplicadas (Sin un plan de gestión de planificación de obra), reflejándose esto en los planos de construcción, elaborados por especialistas en el rubro. De igual manera las utilidades económicas proyectadas en cada obra construida se ven disminuida por causa de trabajos adicionales por la falta de una buena planificación o por la utilización de materiales no considerados al momento de realizar los presupuestos. De lo planteado con anterioridad surge la idea de realizar esta

investigación basada en conocer en qué medida la metodología LC afecta el costo y plazo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

## **1.2. Marco Teórico**

### **1.2.1. Antecedentes Internacionales**

Restrepo (2020), realizó una investigación titulada: “Implementación de la metodología Lean Construction en empresas constructoras”. Tuvo como objetivo analizar los aspectos utilizados en el sector de la construcción, con respecto a la implementación de las herramientas LC para la gestión de construcción de edificaciones. Concluye que el gremio de la construcción contribuye en gran porcentaje a la movilización y crecimiento de la economía y al ser consecuente este tiene que avanzar con las necesidades del entorno y a sus exigencias; es prioritario que, al realizar un autoanálisis dentro de las organizaciones se detecten las falencias para corregirlas y así optimizar el estándar de sus procesos. Es necesario que este proceso este acompañado de entrega de información y gestionar procesos de capacitación que permitan que todos los empleados agreguen valor eliminando los desperdicios e incrementando la rentabilidad de las empresas en que ejercen sus actividades.

En la presente investigación se implementará el uso de una filosofía y herramientas para la optimización de las construcciones, esto permitirá agregar valor a cualquier empresa constructora.

Pérez, Del Toro & López (2019), quienes realizaron una investigación titulada: “Mejora en la construcción implementando Lean Construction”. Tuvo como objetivo, implementar conceptos de LC a la gestión administrativa del proceso constructivo de vivienda popular. Obtuvieron como resultados, al analizar la productividad, soluciones específicas y claras para incrementar este concepto en la obra estudiada. Con el desarrollo de dicha investigación, lograron optimizar el tiempo insumido en el proceso de construcción, ya que las 24 viviendas fueron proyectadas para un tiempo de construcción de catorce semanas, y con la nueva programación se terminaron en once semanas. Logrando optimizar el plazo de construcción en un 26.56% con respecto al cronograma sin la aplicación de gestión LC, lo que implica disminución en los costos de venta de las viviendas, ya que con esto se reducen cada costo directo e indirecto de la mano de obra. Concluyen que el uso de LC en las edificaciones es revolucionaria, debido a que permite

la comprobación de que con este método se tiene mayor gestión de tiempo y un impacto efectivo en el valor del producto.

El uso de herramientas y tecnología computacional son efectivas, como el caso del LC, por apoyar en las investigaciones de planificación de cualquier obra, y ayuda a disminuir el grado de indecisión, con relación a la toma de decisiones.

De igual manera, Pérez et al. (2019), con su artículo: “Evaluación de la programación de la construcción de una tienda a través de Lean Construction”. Con el objetivo de precisar los pro y contras de la aplicación de este sistema a un proceso constructivo, para evaluar el manejo de los tiempos y detectar las fallas que ocasionan los retrasos. Obtuvieron como resultados que ciertas partidas que no fueron analizadas dado que no se ejecutaron o bien su impacto en la cotización resultó bastante marginal. Concluyen que, el consumo del tiempo ofrece un parámetro para desarrollar las tareas, permitiendo de esta manera, asumir acciones puntuales para incrementar los tiempos de producción. Lean Construction no busca acelerar los tiempos y los trabajos de obra, sino que se desarrolle un trabajo más eficiente pero que no comprometa la calidad ofrecida, sin mermar la utilidad de la constructora y se logre una mayor satisfacción de los usuarios.

La industria de la construcción es una de las de mayor rezago en la implementación de nuevos sistemas destinados a lograr mayor eficiencia en la gestión del proceso constructivo.

También, Cerqueira (2018) con su investigación: “A aplicação da filosofia Lean Construction em empresas baianas”, cuya finalidad fue indagar acerca de la aplicación de la metodología LC en las empresas constructoras establecidas en Brasil. Obtuvo como resultados que, en casi todas las empresas encuestadas se puede observar que existe una deficiencia teórica con relación al tema entre gerentes y empleados. Esta puede ser la principal dificultad encontrada en la implementación de la filosofía, la falta de conocimiento de los principios obstaculiza el desarrollo estructurado de la filosofía en compañías. La práctica de la filosofía Lean identificada en las empresas incluidas en dicha investigación es deficiente en relación con la teoría investigada y discutida en la presente investigación. Las empresas utilizan herramientas de filosofía específicas sin conocimientos teóricos, utilizándolas en base a la observación de su aplicación en empresas competidoras. Llegó a la conclusión de que cada empresa constructora en Salvador de Bahía tuvo una mejora de un treinta por ciento en el costo y productividad,

comparándolas con las empresas ubicadas en diferentes ciudades de dicho país y ninguna de estas implementó este método como plan de mejora.

Asimismo, Herrera & Reyes (2017), realizaron un artículo con el nombre de “Beneficios de la implementación del sistema Last Planner en una edificación”, con la finalidad de examinar el desempeño de las diferentes fases de ejecución de una construcción de 10.000 m<sup>2</sup> empleando el sistema Last Planner. Concluyó que entre los principales problemas observados al aplicar Last Planner es la falta de compromisos de la alta gerencia, al no establecer capacitaciones dirigidas al personal nuevo con relación a la aplicación del método de planificación.

Los problemas presentes en las obras pueden ser solucionados considerando una sólida planificación, que cumpla con el compromiso real de la asistencia a reuniones de programación, para analizar las restricciones y verificar las acciones programadas, y si se han ejecutado de forma cómo fueron planificadas en el área de trabajo.

Implementar el sistema Last Planner dentro de la industria de edificación se dificulta, debido a que es complicado cambiar la manera en piensan los profesionales en el rubro, ya que no es fácil implementar los principios nuevos a individuos que tienen años siguiendo su metodología tradicional y piensan que esto es una pérdida de tiempo. Generalmente se piensa que los problemas pueden ser solucionados a través de la experiencia, lo que favorece la innovación en la industria de la construcción.

Es ideal que, al momento de construir una edificación, se incorporen nuevos conceptos para aprovechar cada una de estas nuevas metodologías para mejorar el desempeño en la ejecución de los proyectos.

Cano, Botero & Rivera (2017) realizaron un artículo científico con el nombre de: “Evaluación del desempeño de Lean Construction”, con el objetivo de utilizar Lean Construction en la empresa Gramar S.A. Estos llegan a la conclusión que el análisis que se realizaron a las construcciones ejecutadas por la empresa Gramar S.A se encuentra reflejado en las horas hombre perdidas en actividades no contributivas, donde se da un promedio de 35 HH semanalmente al momento de tener cuadrillas numerosas; se mostró un promedio de 63% a 66% en acciones ociosas gastadas en los realizar las necesidades fisiológicas y cambiarse de ropa. De igual manera, un 25% por tiempo de espera de la entrega de algún material y modificación por incompatibilidad en las construcciones.

La utilización de LC en las empresas de construcción necesita de un proceso de evaluación para poder conocer el trabajo del sistema productivo del proyecto de construcción e identificar de esta manera las oportunidades de mejora.

### **1.2.2. Antecedentes Nacionales**

A continuación, se presentan los antecedentes nacionales que guardan relación con el estudio planteado:

Mengoa, Ramirez & Rivera (2018) en su investigación “Productividad de la construcción utilizando metodología Lean Construction para obras civiles mineras”, donde su finalidad fue analizar la productividad del proceso constructivo aplicando Lean Construction en obras civiles de la minería, desarrollaron mediciones en campo para realizar el diagnóstico de cuáles herramientas se podrían utilizar para incrementar la producción y cumplir con las exigencias de obra, generar mejores utilidades y darle cumplimiento al cronograma de entrega del proyecto. Concluyen en que el uso de herramientas Lean en la ejecución de las obras de edificación incrementan las gestiones de los proyectos referidas a la seguridad, el alcance, costo, calidad y tiempo. Cada herramienta del Lean Construction genera beneficios para que se cumpla el alcance, cronograma, la calidad y rentabilidad de los proyectos.

Las herramientas Lean Construction permiten una mayor eficiencia ante la metodología común, logrando una competitividad mayor en el sector de la edificación nacional.

Ayay & Laiza (2020), con su tesis: “Implementación de la metodología BIM, en un edificio multifamiliar. Cajamarca, 2020”, con la finalidad de implementar la metodología BIM para determinar la factibilidad económica de la aplicación. Obtiene como resultado que la utilización del método BIM tiene una influencia de un 3.60% en los costos de la construcción. Concluyen que, al hacer la comparación de distintas especialidades como la estructura, arquitectura e instalaciones sanitarias y eléctricas que influyen en la construcción del edificio multifamiliar, tiene inconsistencias como duplicidad de planos, la ausencia de detalles, lo que produce en la ejecución de obra mayores costos, debido a la elaboración de las mediciones de manera incorrecta por falla del factor humano.

Figuroa & Tolmos (2022) realizaron un trabajo de investigación con el nombre de: “Aplicación de lean construction para mejorar los costos y tiempos en las partidas de

encofrado, acero y concreto en edificaciones en el sector económico A/B en Lima”, con la finalidad de reducir los costos y tiempos al realizar un análisis a estas partidas aplicando las herramientas LC. Logrando como resultado que el proyecto se extienda de manera amplia, el cual se desenvuelve en 158 días al plazo pautado, traducido en un costo adicional de 74,000 soles mensuales, en cuatro meses de atraso, se traduce en una pérdida de 296,000 soles. Concluyen que las herramientas Lean Construction, utilizadas en la investigación ayudan con la reducción de tiempos y costos en cualquier actividad de colocación de acero, concreto y encofrado en proyectos de edificación.

El método Lean Construction ayuda con la mejora del sistema de producción, basado en optimizar los procesos de operación y la gestión dirigidos al cliente.

La aplicación de la metodología Lean ofrece ventajas muy importantes en relación con las metodologías tradicionales, fundamentalmente en obras de gran magnitud, ya que permiten optimizar las fases del diseño, ejecución y mantenimiento de las edificaciones.

También, Milián (2018) realizó su investigación: “Aplicación del Lean Construction para optimar la aplicación de Slurry Seal en la Empresa Concar S.A.” con el objetivo de optimar la aplicación de Slurry Seal con la metodología Lean Construction, en obras de vialidad. Obtuvo como resultado que la corporación tiene un aumento del 15% de su producción, donde puede alcanzar el 32% de productividad en comparación con el tiempo total de la semana con la disponibilidad para aplicar el Slurry. Concluye que, los aspectos estimados fueron valorados con una puntuación en porcentaje de 17% en tiempos muertos, fundando como prioridad cualquier actividad a fin con alguna demora, que procuran corregir. Manifestó que el área de productividad y calidad no brinda capacitación ni difunden los procesos y políticas. También, estimó la relación Costo Beneficio encontrando que al aplicar las herramientas de LC se puede optimar el proceso de colocación de Slurry Seal.

La filosofía Lean suministra herramientas que ayudan a favorecer la incorporación entre los agentes sociales y las organizaciones relacionadas con la vida útil del proyecto, desde los administradores hasta los obreros de la obra, lo que permite la adopción de un enfoque nuevo en la gestión de los proyectos de construcción civil.

Deville & Gallo, (2018), con su investigación: “Contribución de lean construction para lograr la construcción sostenible”. Con el objetivo de cuantificar y evaluar la manera en que contribuye la filosofía Lean para el alcance de una construcción sostenible.

Concluyen que el método Lean Construction ayuda con la optimización de ejecutar la edificación, ya que este reduce la durabilidad del cronograma y el número de mano de obra a utilizar. De igual manera, se contempló que dicho método ayuda con la reducción del 4-8% del impacto ambiental por la elaboración de los materiales. Aunque se genere un mayor impacto ambiental por el envío de material, emplear esta filosofía ayuda de modo positivo el desarrollo sostenible de la actividad constructiva. Lean Construction persigue darles cumplimiento a los objetivos de darle mayor valor al producto y eliminar los desperdicios de las obras, por medio de un sistema de producción eficiente y efectivo, en otras palabras, un sistema idóneo que dé cumplimiento a los objetivos planificados de forma óptima la utilización de los recursos.

Finalmente, Collachagua (2017), realizó su trabajo: “Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares para mejorar la productividad”. Su objetivo general, fue establecer qué beneficio tiene la aplicación de este tipo de herramientas para mejorar la producción en la edificación de los departamentos multifamiliares “La Toscana”. Concluye que, la filosofía LC con sus herramientas de sectorización y tren de actividades, logra mejorar de forma progresiva la eficiencia de la ejecución de los trabajos en obra.

Las herramientas de Lean Construction son de gran utilidad en los proyectos de construcción civil, caracterizados por la complejidad, demandantes de altas velocidades para un mejor rendimiento económico de la obra.

### **1.2.3. Definiciones Conceptuales**

- **Lean Construction**

Es la aplicación de las herramientas del sistema Lean en los proyectos de construcción desde la concepción hasta la ejecución y puesta en servicio. (Pons & Rubio, 2019). Dicho sistema o método promueve los trabajos grupales, incrementa las comunicaciones entre los empleados, favorece la visión del grupo en los procesos, contribuye a identificar de manera rápida los errores, para luego solucionarlo de modo rápido y eficaz, lo que ayuda a una mejor autogestión (Contanza, 2017).

Esta filosofía se originó como un conjunto de contramedidas a problemas específicos en la construcción, pero más recientemente ha evolucionado a través de la adopción y adaptación de métodos y principios de producción ajustada (Ghazi, 2018).

Como sugiere Restrepo (2020), los entusiastas del Lean Construction han mirado tanto dentro como fuera de su propio campo. Sin embargo, es justo afirmar que ha habido investigaciones académicas que buscan los fundamentos conceptuales, teóricos y filosóficos del lean, tanto a nivel general como a nivel de construcción.

El elemento con mayor nivel de importancia al emplear la metodología LC, es el hacer la revisión e instauración de restricciones para todas las actividades, donde se especifica los responsables y las fechas, e igual donde se especifican las causas del incumplimiento. La aplicabilidad del sistema Lean Construction no es fácil ponerlo en práctica en los proyectos de construcciones, ya que es complicado realizar un cambio de mentalidad en los profesionales del rubro de la construcción, debido a que están acostumbrados a una metodología tradicional (Herrera & Reyes, 2017).

Por lo planteado con anterioridad, la metodología Lean Construction, se encuentra fundamentada en la gestión integral de la productividad para entregar los proyectos de edificación a tiempo, este método consiste en planificar el proyecto desde su fase de diseño hasta la entrega final. En el método Lean hay 7 tipos de desperdicios y estos se buscan eliminar o reducir.

1. Sobreproducción, el momento donde hay más producción de los que se necesita, o en menor tiempo de lo requerido.
2. Tiempo de espera, representado por la cantidad de tiempo muerto o no actividad que en las empresas de construcción ocurre por la ausencia de información, demora de materia prima, tiempo de espera de aprobación del presupuesto.
3. Transporte innecesario, traslado de cualquier material que no se requiere al momento, traslado interno de equipos.
4. Sobre procesamiento, cualquier actividad que no atribuya ningún valor al proyecto, eliminación de acciones no necesarias y optimización de las auxiliares.
5. Inventarios superfluos, adquisición de cualquier material que no son necesarios al instante, y requiere que se transporte de un lugar a otro.
6. Eliminación de errores que únicamente producen desperdicios, gasto de materiales, horas hombre e insatisfacción de los clientes.

7. Movimientos innecesarios, tales como: personas, equipos, materiales no requeridos en el momento, una causa de este inconveniente es la ausencia de limpieza y orden del área.

- **Herramientas de Lean Construction**

Lean construcción cuenta con una secuencia de herramientas, entre las que se tienen:

- **Administración de procesos por demanda:** se encuentra basada en producir los objetivos de acuerdo con la demanda, es decir, se debe iniciar cuando se requiera, para no generar una sobre producción, por lo que solo se debe producir lo necesario considerando los requerimientos, manejando así, de mejor manera el tiempo, los recursos y gastos sin que la calidad del producto se vea afectada (Pons & Rubio, 2019).
- **Justo a tiempo:** permiten la reducción de los niveles de inventarios, se elabora la lista de materiales necesarios, que deben estar en la obra en el momento justo, evitando así que se produzcan tiempos de espera o sean almacenados. Al terminar un proceso, se debe planificar el comienzo de otro, lo que hace que el proceso sea fluido y no se detenga (Pons & Rubio, 2019).
- **Reingeniería en el proceso de negocio:** consiste en hacer modificaciones en los procesos de producción, donde se puede incorporar tecnología con la búsqueda de optimizar el tiempo, la utilización de los materiales e incrementar la calidad del producto. Dentro del área de edificación se puede hablar de la utilización de aparatos tecnológicos como drones (Pons & Rubio, 2019).
- **Sistema de administración basado en la localización:** Esta herramienta posibilita que se tenga una visión mejor con relación a las tareas a ejecutar dentro de los procesos de producción, en este caso la edificación ayuda a que se tenga una prolongación de los equipos a utilizados en una construcción, permitiendo una mejor planificación en el ciclo de una obra y el reparto de los materiales y herramientas con un tiempo de holguras. Dentro de estos fundamentos esta la línea balance y fase, flujo progreso y pronostico (Pons & Rubio, 2019).
- **Gestión de calidad total:** Esta herramienta tiene como finalidad permitir que cada requisito previo se cumpla. Por lo tanto, es de mucha importancia que se

cumplan todos los procesos y que estas mejoren. De igual manera, la calidad de los procesos se debe verificar antes de que pase a otro procedimiento y que esta finalice con la finalidad que los productos no sean defectuosos (Pons & Rubio, 2019).

- **Sistema del último planificador, (Last Planner System):** El LPS o el SUP, es una herramienta que funciona para disminuir la inestabilidad de cada proceso con el objetivo de afianzar que los plazos se cumplan de acuerdo con la planificación que se ha establecido. De igual manera, permite que se realice un análisis de restricciones de los cumplimientos de los plazos, como algún responsable del retraso. Para ejecutar la toma de decisión que ayuden con el cumplimiento de plazos. Se encarga de contemplar la planificación intermedia (Look Ahead) y semanal (Pons & Rubio, 2019).

- **Last Planner System**

Es un sistema de producción colaborativa basada en el compromiso de los involucrados, herramienta que permite tomar decisiones en el tiempo adecuado dando al último planificador información necesaria para el cumplimiento de sus compromisos. El PPC (cumplimiento de actividades comprometidas) y las razones de incumplimiento permiten monitorear el proyecto.

Conformada por tres etapas: la primera etapa es el Plan Inicial (plan maestro y plan de fases), la segunda etapa es el Lookahead y la tercera etapa es el Plan a Corto Plazo (identificar lo que se puede hacer y acordar, lo que se hará en base a compromisos)

- **Lookahead**

Es la etapa en la que prevemos qué podemos hacer, nos adelantamos de 4 a 6 semanas para saber los riesgos y restricciones de las actividades que se programarán y liberarlas. Se recomienda hacer una junta semanal para visualizar las actividades que se van a desarrollar, de esta junta podemos obtener el primer indicador del sistema que es el PCR (Plan de Cumplimiento de Restricciones) ayudándonos a monitorear el cumplimiento y responsabilidades de los encargados de liberar las restricciones.

- **Costos del proyecto**

Se le denomina costo a cualquier gasto que tiene una empresa al momento de hacer un trabajo, proyecto o una tarea específica. Los tipos de costos son indirectos y directos. Los indirectos son los que están relacionados de manera tangencial con las tareas o

proyectos previstos, lo que quiere decir, que no se pueden aplicar específicamente a un producto. Este incide en distintos departamentos o actividades de dicha empresa, esto puede hacer que sea difícil asignar y cuantificar, debido a que no se pudo incorporar al producto final de forma física. Los costos directos, son los que representan una relación con el proyecto, servicio o producto, los cuales desde la primera fase de producción y este se refleja en el presupuesto o en la estimación de costo (Perez, 2021).

Cuando se menciona la gestión de costos se refiere cuando se incluyen los procesos que se involucran en la estimación, planificación y preparación del presupuesto y también a la forma en que se controla el proyecto para que este se complete con el presupuesto que le fue aprobado. Estos procesos interactúan entre sí, cada uno de los procesos involucra en los esfuerzos una o varias personas, lo cual depende de la necesidad de cada proyecto. La gestión de los costos del proyecto principalmente se enfoca en el precio de los recursos que se necesitan para finalizar las acciones programadas (Fortuna, 2013).

De igual manera, esto también tiene que considerar al momento de gestionar los costos el mantenimiento, soporte y el uso del producto y el resultado o servicio del proyecto. Y este cálculo permite tomar una mejor decisión y aminorar el tiempo y costo de realización y de esta manera lograr un mejor rendimiento y calidad en el producto (Fortuna, 2013).

- **Presupuesto**

Al momento de hablar de presupuesto de un proyecto o una obra, es determinar previamente el dinero que se necesita para realizar dicha actividad. Para calcular dicha cantidad de dinero se necesitan planos, cómputos métricos y especificaciones técnicas para que se divida el trabajo en relación con la cantidad de tareas. En los presupuestos de obras, los costos son reflejados a través de partidas y calculados a través del APU (Análisis de Precio Unitario) (Bueno, 2019).

También se conoce como la predicción o estimación económica que se refiere al proyecto o actividades a ejecutar. Una obra o proyecto debe tener un presupuesto que se base en precios razonables que se analizan para los procesos y actividades, en otras palabras, es el total de la suma de los costes indirectos y directos del proyecto (Perez, 2021).

Para establecer el costo o presupuesto de una obra es importante cumplir estos pasos: establecer la cantidad y los recursos necesarios para desarrollar las actividades de la obra o proyecto; proyectar el costo de cada actividad, sumando los costos de los recursos; elaborar el presupuesto de costos directo, haciendo una sumatoria de los costos de las actividades que perteneces al proyecto (Perez, 2021).

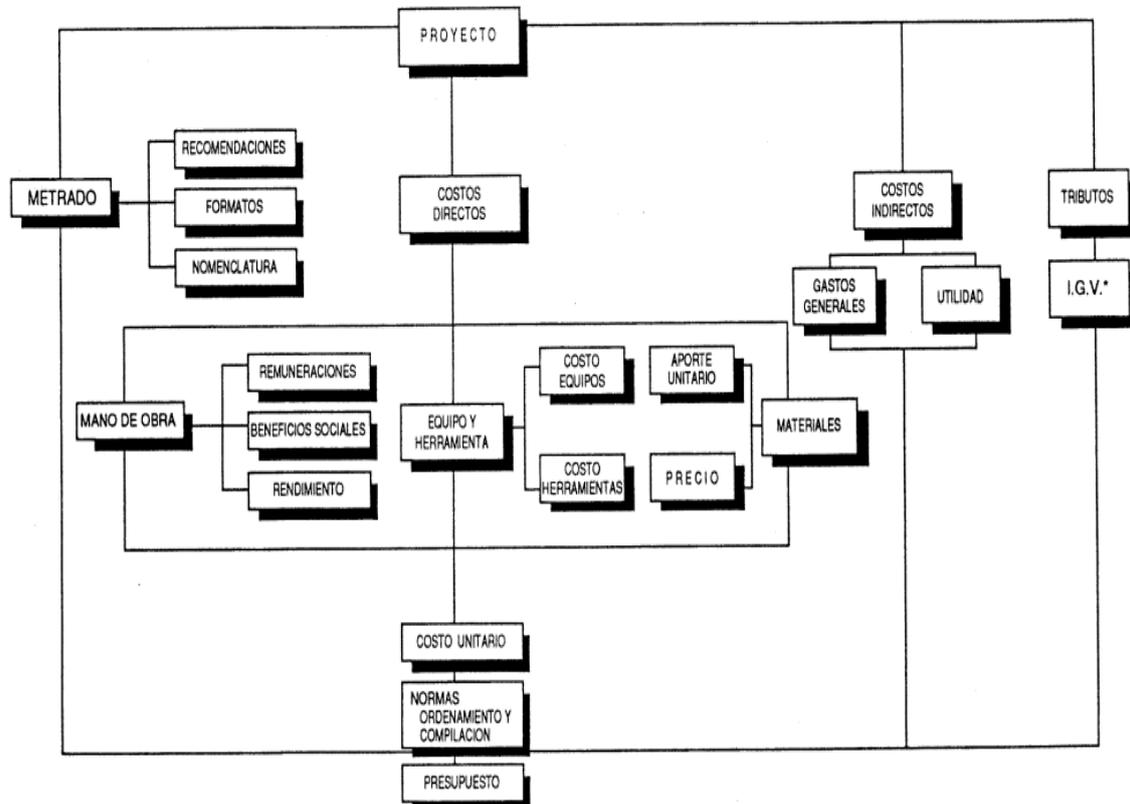


Figura 1. Esquema general de elaboración de un presupuesto de obra.

Nota: Esquema obtenido de CAPECO (2014)

- **Análisis de Precio Unitario**

Se refiere a un sencillo modelo matemático que hace una estimación del precio por unidad de medida de las partidas del proyecto (S./Und). Para la estimación de coste se consideran los equipos, materiales, mano de obra requeridos para ejecutar las partidas. El APU desglosa el costo por unidad de medida, donde se identifica los costes, cantidades y rendimientos de cada uno de los materiales o insumos que se utilizarán, los costes de mano de obra, costes de materiales y equipos (Bueno, 2019).

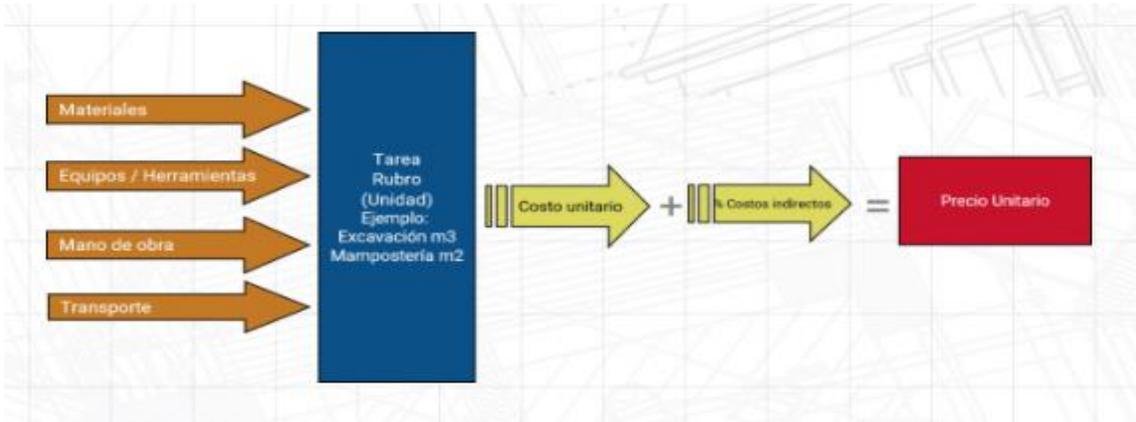


Figura 2. Pasos para la elaboración de un análisis de precio.

Nota: Esquema obtenido de la investigación realizada por Interpro (2022).

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
PRESUPUESTO: Fundaciones.			Fecha: 25/1/2020			
CONTRATANTE: Inmobiliaria Los Samanes.						
OBRA: Conjunto Habitacional.						
UBICACIÓN: Los Samanes.						
EMPRESA: Ensambla Enisco S.A.						
525351 CONCRETO PREMEZCLADO 150 KG/CM2 CONSTRUCCION ELEMENTOS ESTRUCTURALES EXCLUYE ACERO						
REFUERZO.						
	Unidad	M3				
	Cantidad	53,50 M3				
	Rendimiento	15,67 M3/DIA				
MATERIALES						
Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Desp %	Precio	Total
AC0126	CURADOR CONCRETO CURACRET BLANCO 5 GL/LATA	0,030	GALON	1,00	5.337	162
AE0055	PREMEZCLADO RC28=150 KG/CM2 ASENT=5"	1,000	M3	5,00	2.603	2.733
CB0001	BOMBEAEL,10%	0,051	M3	5,00	8.000	428
CB0003	CUARTON PINO, 5 x 10 CM	0,038	M3	5,00	37.580	710
DC0001	TABLA P/ENCOFRADO PINO MACHIHEMBRADO	0,930	KG	5,00	129	126
DD0002	ALAMBRE LISD GALV, CAL.18, 102,04 M/KG KILIADO	2,300	KG	8,00	73	181
C10094	CLAVOS 3.1/2" x 10, CAJA 25 KG	3,620	M2	0,00	110	400
		MATERIALES ENCOFRADO DE MADERA				
		Total Materiales		4.741		
		Costo Unitario		4.741		
EQUIPOS						
Código	Descripción	Cantidad	Unidad	C.C.día	Precio	Total
Y40049	GRUA HIDRAULICA P&H CN 122D 22 TON	0,50	DIA	1,000	226.766	113.383
YC0005	BOMBA DE CONCRETO SCHWING SP-1000	0,50	UNIDAD	0,003	4.900.000	7.350
YZ0001	ANDAMIO TUBULAR 1,50 x 1,70 x 1,15 M + TABLA	20,00	DIA	1,000	75	1.500
C30035	EQUIPO CONCRETO / ENCOFRADO TIPO 1	1,00	EQU.DIA	0,000	2.073	2.073
		Total Equipos		124.306		
		Costo Unitario		7.933		
MANO DE OBRA						
Código	Descripción	Cantidad	Unidad	Jornal	Precio	Total
Z40032	MAQUINISTA DE CONCRETO DE 1RA.	0,50	HM.DIA	197	98	98
Z40061	OPERADOR GRUA DE 1RA.	0,50	HM.DIA	229	115	115
CA0052	CUADRILLA CONCRETO TIPO 1	1,00	CD.DIA	5.001	5.001	5.001
		Subtotal Mano de Obra		5.214		
		100%Costos Asociados al Salario		5.214		
		Total Mano de Obra		10.428		
		Costo Unitario		665		
		Costo Directo, Subtotal A		13.339		
		Administración y Gastos		1.334		
		10%Generales		1.334		
		Subtotal B		14.673		
		30%Imprevistos y Utilidad		4.402		
		Precio Unitario		19.075		

Figura 3. Ejemplo de análisis de precio de costo unitario

Nota: Información obtenida desde Dataconstruccion (2021)

- **Planificación de un proyecto**

Mientras se planea una obra se determina el curso de acción para que la obra tenga un manejo correcto de los costos, calidad, rendimiento y tiempo, y que cumpla las etapas. Para planear es importante saber la necesidad de cada cliente y también planear los procesos por etapas como lo es el plan de aseguramiento de calidad, el plan de manejo ambiental, la realización la programación de actividades, plan de administración de riesgos y la gestión de contratos y compras (Moya, 2015).

Un cronograma de obra civil es un gráfico en donde se establece cualquier actividad que se va a realizar a lo largo de la ejecución del proyecto desde que inicia hasta que finaliza. El fin de realizar un cronograma es lograr un buen proceso de la obra, y también proporcionar un tiempo para la obra con relación al presupuesto. Los programas que se utilizan para la realización de cronogramas son Excel, Project y Primavera (Moya, 2015).

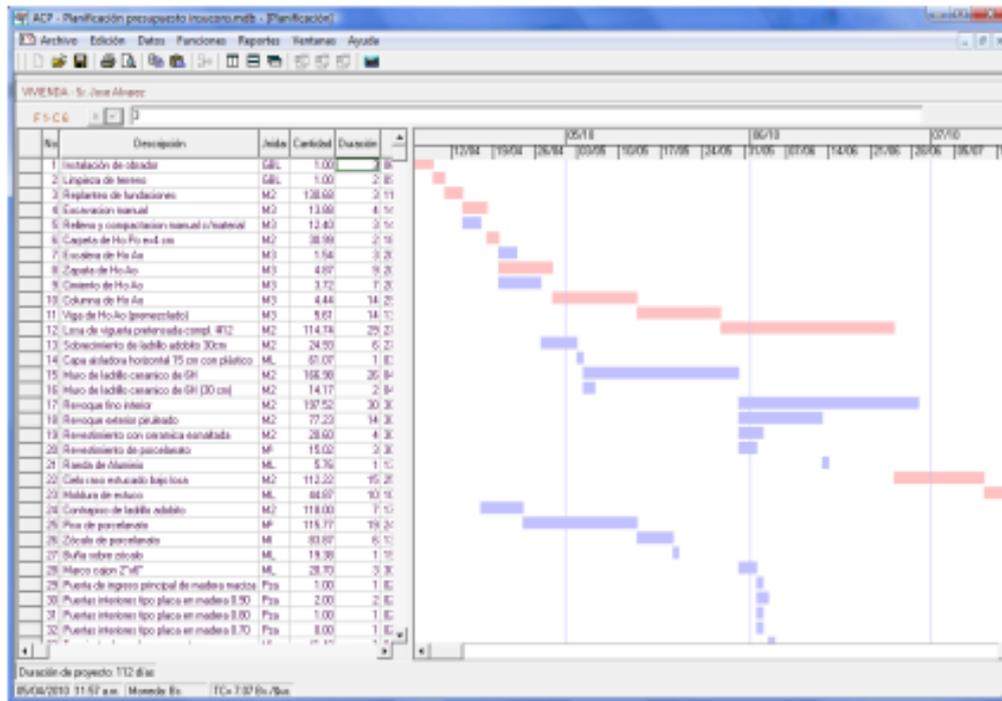


Figura 4. Planificación presupuestada

Nota: Gráfico extraído de la investigación realizada por Moya (2015)

- **Plazo de ejecución de la obra**

El plazo de ejecución de obra es el periodo de tiempo establecido por la empresa en las ejecuciones de obra. El tiempo total para la ejecución de la obra, se puede dividir en tres categorías:

- **Tiempo productivo:** es el tiempo que utilizan los trabajadores con la finalidad de hacer alguna actividad que genere algún valor al proyecto u obra.
- **Tiempo contributivo:** es el tiempo que se utiliza en la realización de actividades y que esta no tiene valor agregado para la obra o proyecto, pero son necesarias para que la ejecución sea productiva.

- **Tiempo no contributivo:** es cualquier actividad que necesita tiempo, pero esta no genera valor agregado y no es de apoyo en la obra o proyecto.

La calidad ideal desde este punto de vista de productibilidad de los proyectos de edificación es incrementar el tiempo de productividad, reduciendo el tiempo contributivo y eliminando el tiempo no contributivo (Leandro, 2018). Una de las herramientas que se puede implementar para mejorar el tiempo productivo es el Lean Construction.

- **Metodologías aplicadas en la gestión de proyectos**

- **Diagrama de Gantt o Diagrama de barras**

El diagrama de Gantt es una de las metodologías más conocidas y usadas para la gestión de proyectos desde hace décadas. Por su manejo es considerado como una herramienta ideal y de control con mucha utilidad para direccionar un proyecto. Está compuesto por: el nombre, número y el tiempo dedicado para cada tarea. Así, con un vistazo, se puede tomar conciencia de la realidad del proyecto. Esta herramienta ayuda a encontrar beneficios personales y profesionales, como la conciliación laboral. Esta elaboración es sencilla y no se necesitan conocimientos avanzados o específicos como en otros métodos.

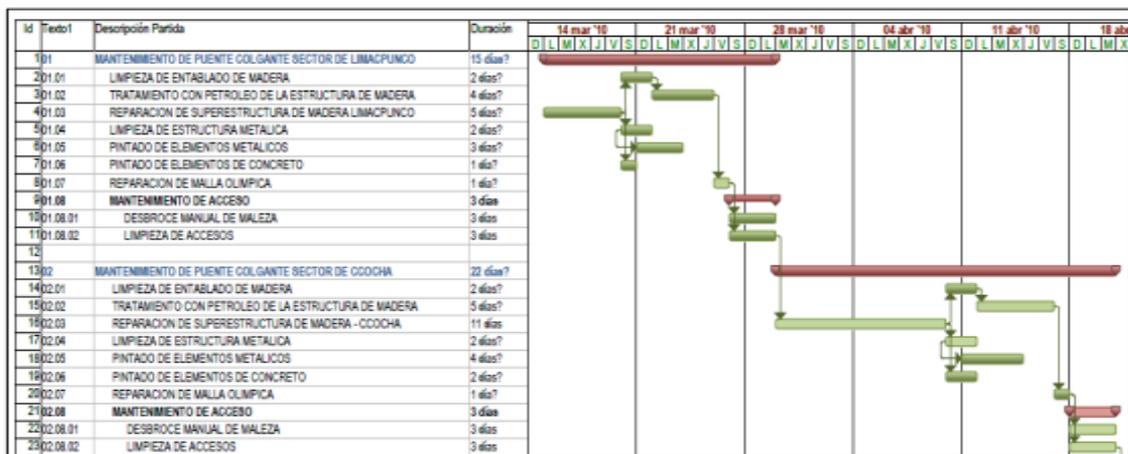


Figura 5. Ejemplo de Diagrama de Gantt

*Nota:* Gráfico extraído de la investigación realizada por Mattos (2014)

- **Metodología PERT/CPM.**

El método PERT/CPM, determina que la relación y la actividad de las redes están bien definidos, pero debido a que puede haber en su duración incertidumbre este método

trabaja con tiempo estimativo, y por ello se conoce como un sistema estadístico o probabilístico. Y por ello, a las actividades por separado se le elaboran 3 tiempos de estimación (optimista, pesimista y probable) (Adaya, 2014).

También se conoce como PERT/CPM a los gráficos PERT, sin embargo, este método y la de la ruta crítica cuenta con desigualdades que son significativas. Los gráficos CPM y PERT son los métodos que se utilizan con más frecuencia ya que los dos superan los límites del diagrama de Grantt. Entre ambos gráficos se adquiere una comprensión superior de los propósitos y las posibilidades de estas dos metodologías (Wallace, 2014).

Para el autor citado anteriormente, los gráficos PERT, se encuentran basados en la elaboración de una red que se orienta a eventos; se encargan de emplear tiempos estimados para actividades que no son definitivas, ni precisas; mayormente es utilizada en proyectos de desarrollo e investigación; se apoyan en métodos probabilísticos; tienen eficacia al momento de planificar el tiempo de un proyecto. La metodología PERT deduce que el coste puede variar de forma proporcional al tiempo, si hay aumento, los costes incrementarían y viceversa, por lo que la atención está centrada en minimizar el tiempo para conseguir costos mínimos. En conclusión, el factor tiempo es el que controla todo el proceso (Wallace, 2014).

Mientras que el método de la ruta crítica: la red CPM es aquella que es orientada a las tareas; las actividades deben tener determinación y duración para que tengan un grado de precisión; este método es aplicado en la gestión de proyectos con más complejidad; es apoyado en determinado modelo; una de sus ventajas principales es permitir controlar el coste y el tiempo. Para esta metodología es de vital importancia optimizar los costos y por ello se considera el factor de control (Wallace, 2014).

Los gráficos PERT se aplican a distintos campos que exige una planificación con control para poder cumplir objetivos definidos, en caso de que los proyectos se vuelvan complejos o que se necesite una mayor precisión de atención a los costos, hay que acudir a CPM. La mezcla PERT/CPM nos ayuda a elaborar las asignaciones de recursos con más precisión y disminuir los márgenes de error y así facilitar el seguimiento y control de las actividades a lo largo del proyecto.

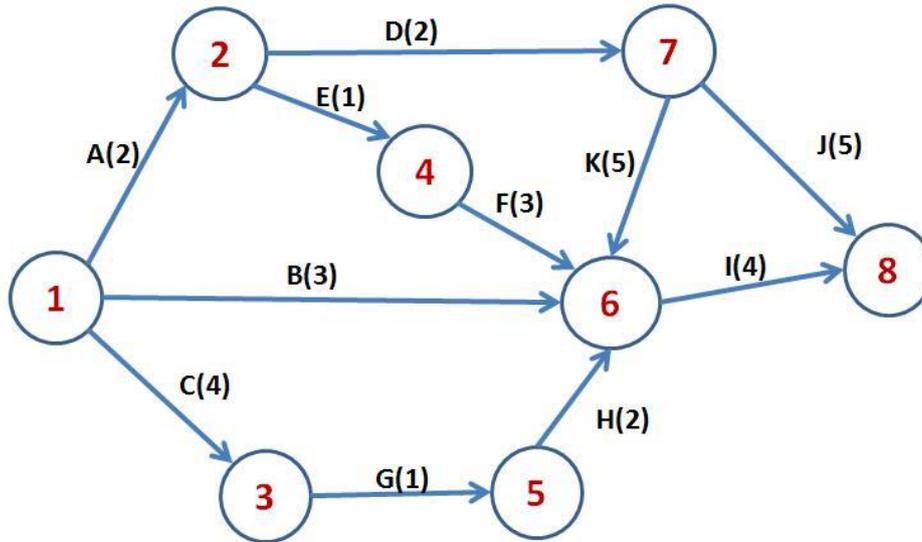


Figura 6. Ejemplo de Diagrama PERT/CPM

Nota: Esquema elaborado en la investigación realizada por Wallace (2014)

- **Cronograma valorizado de obra**

Es un cronograma conocido como físico-financiero que nos deja controlar como avanza la obra, comparando y verificando lo que se programó y ejecutó respecto a la valorización y adquisición de los necesarios y diversos elementos de la obra donde en general se presenta en formato de hoja de Excel por su uso práctico. En este documento se manifiesta la programación de manera mensual, en donde se valoriza la ejecución de las obras y en donde se derivan las programaciones elaboradas (Claudet, 2014).

**Tabla 1**

Ejemplo de cronograma valorizado de obra

Item	Partidas	Costo Parcial	DÍAS CALENDARIO		
			15	30	45
<b>01</b>	<b>Obras provisionales</b>				
1.01	Movilización y desmovilización de equipos y herramientas	2,872.68	2,872.68		
1.02	Instalaciones provisionales	1,500.00	1,500.00		
1.03	Trazo y replanteo	5,000.00	5,000.00		
1.04	Gastos de operación	1,900.83	570.25	760.33	570.25
1.05	Mantenimiento de tránsito	3,035.00	910.50	1,214.00	910.50
1.06	Cartel de identificación de la obra de 5.40 x 3.60 m	1,700.00			

Nota: Información obtenida de investigación realizada por Claudet, C (2002).

### **1.3. Formulación del problema**

#### **1.3.1. Problema General**

- ¿En qué medida la implementación Lean Construction optimiza el plazo y costo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, año 2022?

#### **1.3.2. Problemas Específicos**

- ¿En qué medida la implementación Lean Construction optimiza la gestión de control del plazo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, año 2022?
- ¿En qué medida la implementación Lean Construction optimiza la gestión de control de costos en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, año 2022?

### **1.4. Objetivos de la investigación**

#### **1.4.1. Objetivo General**

- Implementar la metodología Lean Construction para evaluar el plazo y costo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

#### **1.4.2. Objetivos Específicos**

- Implementar la metodología Lean Construction para evaluar la gestión de control del plazo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.
- Implementar la metodología Lean Construction para evaluar la gestión de control de costos en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

## 1.5. Hipótesis

### 1.5.1. Hipótesis general

- La metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo y costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

### 1.5.2. Hipótesis específicas

- La metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.
- La metodología Lean Construction mejora significativamente el costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

## 1.6. Variables

### 1.6.1. Descripción de las variables

- **Variable Independiente:** Metodología Lean Construction
- **Variable dependiente:** Costos y Plazos

### 1.6.2. Operacionalización de las Variables

**Tabla 2**

*Operacionalización de las variables*

VARIABLES	TIPOS DE VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Metodología Lean Construction	Independiente	Lean Construction o construcción sin pérdidas, es la aplicación de herramientas del sistema Lean en los proyectos de construcción desde su concepción hasta la ejecución y puesta en servicio. (Pons & Rubio, 2019).	La Metodología Lean Construction, será medida a través de modelamiento	Last Planner	Flujo de trabajo
				Lookahead	Planificación
Costos y plazos	Dependiente	Costos, cualquier gasto que tiene una empresa al momento de hacer un trabajo, proyecto o una tarea específica. (Pérez, 2021).	Los costos serán medidos a través de la dimensión costo directo, con sus indicadores tiempo útil/tiempo total, presupuesto de la obra, metrados, apu.	Costo Directo	Columnas metálicas
					Vigas metálicas
					Tijerales, correas metálicas
		Plazos: periodo de tiempo establecido por la empresa para la ejecución de la obra (Leandro, 2018).	Los plazos se medirán con la dimensión plazos de ejecución, con los indicadores obra ejecutada y tiempo - cronogramas.	Plazos de ejecución	Duración
					Rendimiento

*Nota:* Elaboración propia (2022)

## **1.7. Justificación**

Esta investigación, es importante ya que, en actualidad, algunos proyectos de construcción tienen baja producción, porque la metodología utilizada para su planificación es la tradicional, las empresas no innovan, ni optimizan sus herramientas constructivas, muchas veces por su desconocimiento o el poco interés para utilizarlas, lo que genera el incremento en plazos, costos y calidad baja en las construcciones. Por lo tanto, el uso de la metodología Lean Construction, en la ejecución de proyectos de infraestructura influye en la mejora de los plazos y costos, logrando un mayor valor al cliente y reducir las pérdidas en su proceso de construcción, obteniendo de igual manera mayor beneficio económico para la empresa al generar mayor productividad tanto en el entorno de infraestructura como superestructura de una edificación, También, esta investigación favorecerá a otras que se realicen con posteridad relacionadas con el tema de investigación, favoreciendo su desarrollo y la utilización de nuevas herramientas de reducción de pérdidas por deficiente uso de los recursos (Mano de obra, materiales y equipos).

### **1.7.1. Justificación teórica**

Desde la perspectiva teórica, el estudio permitirá que se conozcan cada deficiencia y dificultad de los procesos, ayuda a comprender nuevas metodologías de conocimientos y trabajos de herramientas nuevas para optimizar cada proceso constructivo en proyectos de construcción para optimizar y sistematizar plazos y costos en la construcción, donde se innova y cambia de manera positiva el modo tradicional de realizar procesos de construcción.

### **1.7.2. Justificación práctica**

Desde la perspectiva práctica, este estudio ayudará como referencia para la mejora del rendimiento de los procesos constructivos, que se van realizando en el distrito de Oxapampa de modo inadecuado en las construcciones públicas, donde se optimicen procesos para la mejora de los plazos y el costo de construcción, dándole apertura a campos de las nuevas investigaciones sobre el tema en el distrito Oxapampa.

### **1.7.3. Justificación social-ambiental**

La elaboración de este estudio se justifica desde la perspectiva social, ya que con el uso de las herramientas LC en cada empresa del sector de construcción, se podrá

mejorar significativamente el plazo y costos para la construcción, existiendo propuestas más económicas en las edificaciones ofrecidas por las empresas constructoras. De igual manera, al aplicar las herramientas de LC se reducen los impactos negativos generados al medio ambiente, ya que se reducirían las emisiones de las maquinarias que trabajan en la ejecución de los trabajos, se reduciría los desperdicios que representan una mayor cantidad de residuos generados, entre otros.

#### **1.7.4. Justificación Técnica**

La aplicación de Lean Construction es precisa ya que ayuda a plantear un manejo operacional, el cual se orienta a la reducción de pérdidas en cada proceso de construcción las cuales lleva a incrementar la producción de la mano de obra; y, por consecuencia, ser más rentable una obra de construcción en función de las necesidades del área usuaria (Entidad pública).

#### **1.8. Delimitación de la investigación**

La presente investigación se realizó aplicando las herramientas del LC, para este caso se aplicó el Last Planner System y el Lookahead únicamente en las partidas de la especialidad Estructuras, título Estructuras Metálicas del proyecto Construcción de la Compañía de Bomberos N° 47, en el distrito de Oxapampa, provincia Oxapampa, departamento Pasco.

## **CAPÍTULO II. METODOLOGÍA**

### **2.1. Tipo de investigación**

La presente investigación según la orientación es aplicada. La investigación aplicada, en opinión de Hernández y Mendoza (2018), es un estudio donde se manifiestan los conocimientos que posee el investigador y los pone en práctica en el desarrollo de esta. El uso de este tipo de investigación permite que por medio de los conocimientos que posee el investigador, presente los resultados que logra obtener del contexto real de forma organizada, inexorable y sistemática. En la investigación se pondrán a relieve los conocimientos que poseen las investigadoras relacionadas con el tema de las variables.

El enfoque manejado en esta investigación es cuantitativo. Este enfoque, tiene como finalidad la evaluación de una situación utilizando cálculos numéricos, siendo analizados y presentados mediante tablas y gráficos (Hernández & Mendoza, 2018). Se caracteriza por ser cuantitativa ya que la información recolectada representa datos numéricos representados por medio de escalas, una vez extraídos los resultados logrados en el trabajo de investigación.

La presente investigación es no experimental - correlacional. Este tipo de estudios tiene como finalidad conocer la relación o grado de asociación que exista entre dos o más conceptos, categorías o variables en una muestra o contexto en particular. En ocasiones sólo se analiza la relación entre dos variables, pero con frecuencia se ubican en el estudio vínculos entre tres, cuatro o más variables (Hernández y Mendoza, 2018). El procedimiento que se aplicará a la investigación es correlacional ya que, se asociarán las variables mediante un patrón para evaluar el plazo y los costos en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 en el distrito de Oxapampa.

### **2.2. Población y muestra**

#### **2.2.1. Población**

Cualquier investigación o estudio necesita que se establezca el contexto donde es desarrollada, de manera metodológica se necesita que se determine el área donde se lleva a cabo la misma, y los sujetos y sectores a quien es dirigido los esfuerzos realizados. Al interior de este contexto, para Hernández & Mendoza (2018), la población se refiere a un conjunto de elementos de quienes se intenta conocer e indagar cada particularidad o alguna de ellas, para lo cual se hacen válidas las conclusiones obtenidas. La población

está formada por todos los proyectos del distrito de Oxapampa que puedan ser ejecutadas aplicando la metodología Lean Construction

### 2.2.2. Muestra

El muestreo es no probabilístico por conveniencia, ya que cada elemento de la población no tiene la misma probabilidad de pertenecer a la muestra, por cuanto la muestra se seleccionó a criterio de la investigadora (Borja, 2012).

En la presente investigación el muestreo es por conveniencia ya que la muestra fue elegida por criterio del autor, por consiguiente, se seleccionó la obra de Construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, de dicho presupuesto se seleccionaron las partidas correspondientes al título Estructuras Metálicas, donde en la mayoría de los casos, se evidencia mayor desperdicio de material, mala distribución de mano de obra y representan las partidas con mayor incidencia e importancia del proyecto.

### 2.2.3. Unidad de análisis

Los informantes fueron los empleados de las empresas responsables de la ejecución del proyecto y funcionarios de la Municipalidad, conformados de la siguiente manera:

**Tabla 3**

*Unidad de análisis*

<b>Personal de las empresas</b>	<b>Cantidad</b>
Gerente de Obras	1
Sub-Gerente de Obras	1
Supervisor	1
Ing. Residente	1
Obreros	10
<b>Total</b>	<b>14</b>

*Nota:* Elaboración propia (2022)

### 2.3. Técnicas e instrumentos de recogida y análisis de datos

Las técnicas usadas para recolectar los datos es el análisis documental y la observación directa.

La observación directa, es definida por (Arias, 2016) como un método que consiste en captar y/o visualizar a través de la vista, de manera sistemática, cualquier fenómeno, situación o hecho producida en la naturaleza o sociedad, en función de los objetivos preestablecidos de la investigación.

El análisis documental, admite la toma y registro de datos requeridos de la empresa relacionados con los indicadores de las variables; definida por Arias (2016), como la técnica que permite recopilar la información de los hechos y sus procesos, es la revisión y análisis de documentos.

En cambio, el instrumento, en opinión de Arias (2016), es el medio material manejado por el autor para recoger y almacenar los datos. El instrumento que se usará en esta investigación es la ficha de registro, con el propósito de alcanzar la información observada en los documentos y procesos de construcción.

Para esta investigación, se utilizarán las siguientes fichas de registro para la información: Hojas de metrado, presupuesto de obra, avance de obra, cronograma de obra, análisis de precio unitario (Ver anexos). Estas fichas no necesitan validación, ya que son formatos diseñados para ser aplicados en proyectos de infraestructura.

#### **2.4. Procedimiento**

Para darle cumplimiento a los objetivos de la investigación, se manejó el siguiente procedimiento:

Paso 1: Tipificación del problema de investigación: se identifica el problema, donde se observa que cada actividad realizada por la empresa constructora es ejecutada de manera lenta, sin seguir una planificación específica.

Paso 2: Enunciación del problema, una vez redactada la realidad problemática, se formuló el problema: ¿En qué medida la implementación Lean Construction optimiza el plazo y costo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, año 2022?

Paso 3: Formulación de los objetivos, considerando la problemática existente se plantea el objetivo general, y para conocer de qué manera se le dará alcance se plantean los objetivos específicos.

Paso 4: Selección de los antecedentes. Se selecciona autores que han investigado sobre las variables tratadas en el estudio, considerando cinco antecedentes internacionales y cinco nacionales.

Paso 5: Revisión de la bibliografía referente al tema de investigación, se revisaron libros y trabajos relacionadas con las variables Lean Construction, plazos y costos.

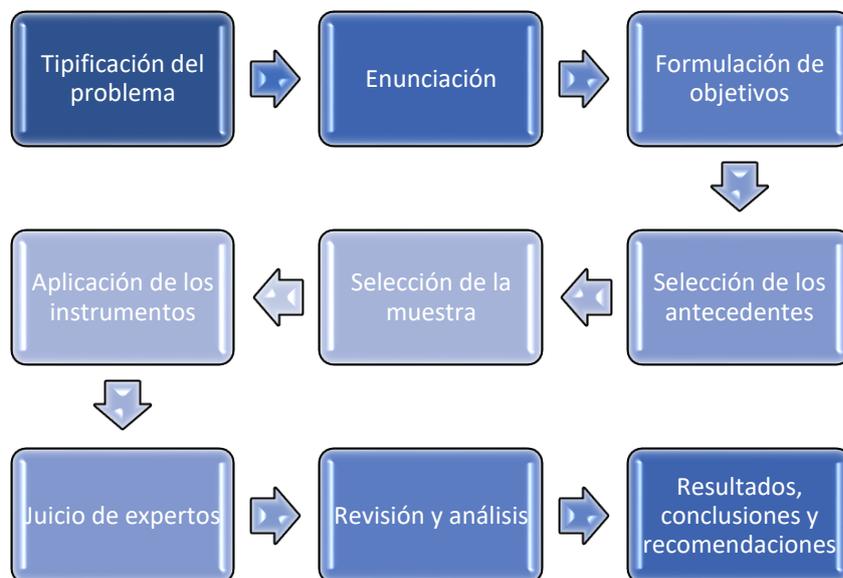
Paso 6: Selección de la metodología a utilizar, se selección la metodología a utilizar en la investigación.

Paso 7: Selección de la muestra, se escogió como muestra el proyecto de construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 ubicado en el distrito de Oxapampa.

Paso 8: Aplicación de los instrumentos, se emplearon los instrumentos para la recolectar de datos.

Paso 9: Visitas reiteradas a la obra para la observación de los procedimientos y revisión de documentos.

Paso 10: Redacción de los resultados, conclusiones y recomendaciones.



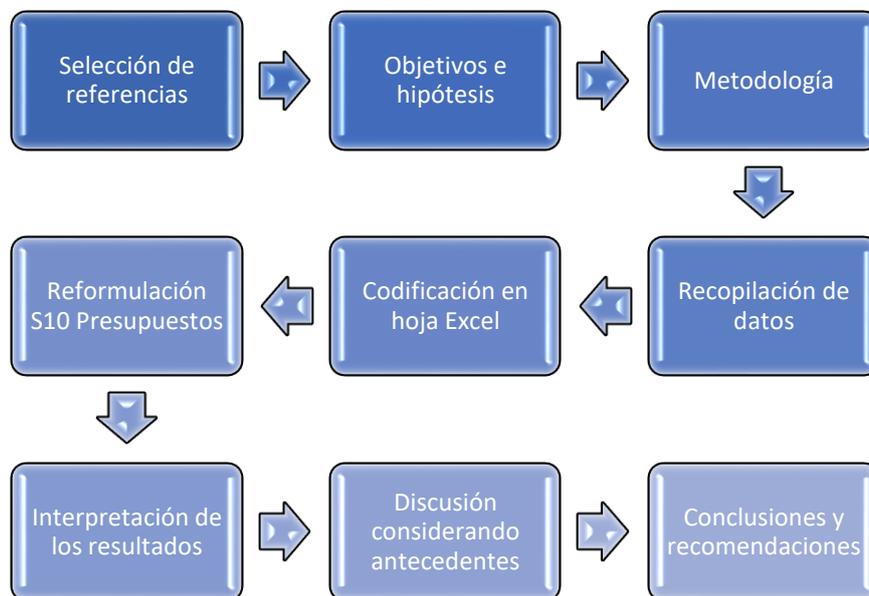
*Figura 7.* Procedimiento de la investigación

*Nota:* Elaboración propia (2022)

## 2.5. Análisis de datos

Para el análisis de los datos, estos se procesaron luego de aplicar el instrumento a la muestra de la investigación, en concordancia con lo expresado por Borja (2016), para generar resultados se debe proceder a la creación y ordenamiento de una base de datos pasados a una hoja electrónica en Excel, para posteriormente realizar el análisis estadístico respectivo, a partir de los resultados logrados. Para lo cual se establecerán las siguientes acciones:

- Selección de las referencias bibliográficas para avalar las bases teóricas a utilizar.
- Diseñar los objetivos e hipótesis de acuerdo con el planteamiento del problema.
- Selección de la metodología, instrumentos y técnicas de recolección de datos a utilizar para desarrollar la investigación.
- Análisis e interpretación de los resultados
- Discusión de los resultados considerando los antecedentes citados.
- Elaboración de conclusiones y recomendaciones de la investigación.



*Figura 8.* Análisis de la información

*Nota:* Elaboración propia (2022)

## **2.6. Aspectos éticos**

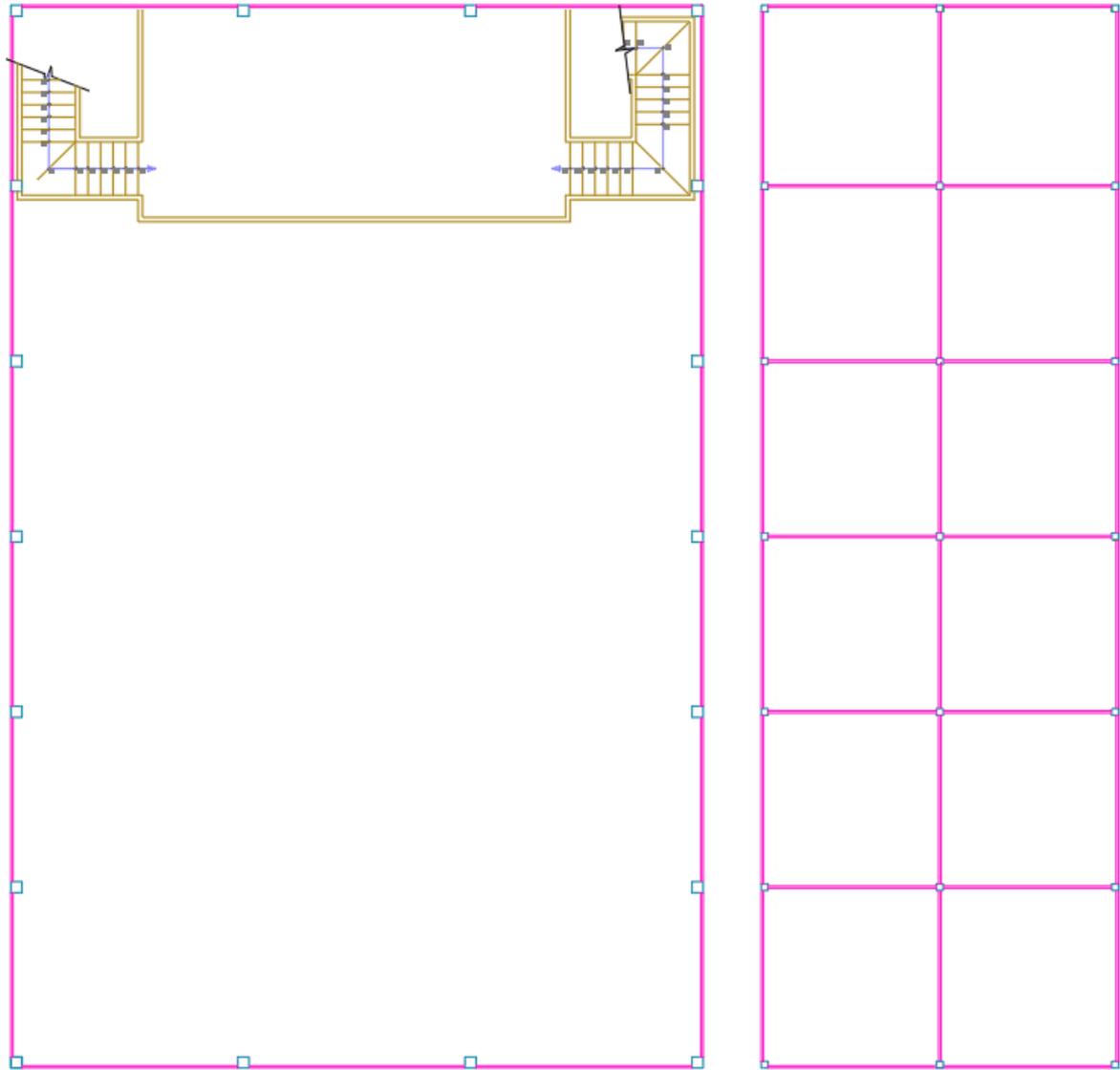
Al realizar este estudio se respeta la veracidad de cada dato logrado, y se garantiza la confidencialidad de la información al momento de procesar los resultados, manteniendo la privacidad de estos con relación al personal y la empresa. De igual manera se guardan los principios bioéticos, mencionando los autores de las investigaciones y artículos científicos utilizados como referencias, afines a las variables Lean Construction, plazos y costos. De igual manera, la información obtenida no es manipulada, es plasmada de acuerdo como fueron obtenidos de la realidad.

## **CAPITULO III. RESULTADOS**

### **3.1. Resultados Descriptivos**

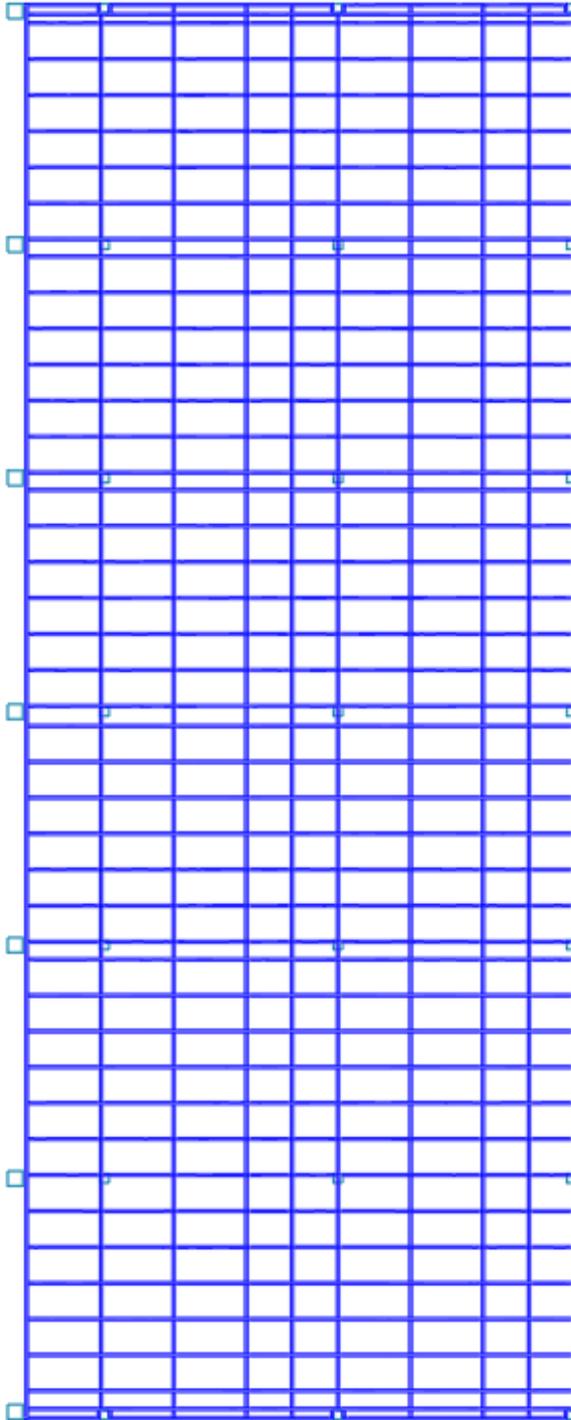
Los resultados serán presentados de acuerdo con los objetivos específicos. Entre los documentos facilitados por la Gerencia de Infraestructura de la Municipalidad Provincial de Oxapampa se tiene el presupuesto de obra; para la presente investigación se trabajará con las partidas de la especialidad Estructuras – Estructuras Metálicas. El presupuesto de obra, dentro de la especialidad de Estructuras, subtítulo Estructura Metálicas contempla la ejecución de las partidas de Anclajes, columnas metálicas, vigas metálicas, tijerales metálicos, correas metálicas, arriostres de techo, coberturas, escaleras y entramado metálico.

Al tener acceso a la información completa del proyecto se procede a realizar un análisis para identificar deficiencias del planteamiento, esto apoyado con la opinión de expertos en el rubro de las estructuras metálicas que realizan trabajos en el distrito de Oxapampa. Este juicio de expertos nos permitirá reconocer los puntos principales de los trabajos a realizar, además de poder realizar un flujo de trabajo más eficiente. Se realiza una revisión a los planos para identificar los elementos y componentes que se contempla intervenir con las partidas, procediendo a organizarlos tal como se puede apreciar en las siguientes figuras:



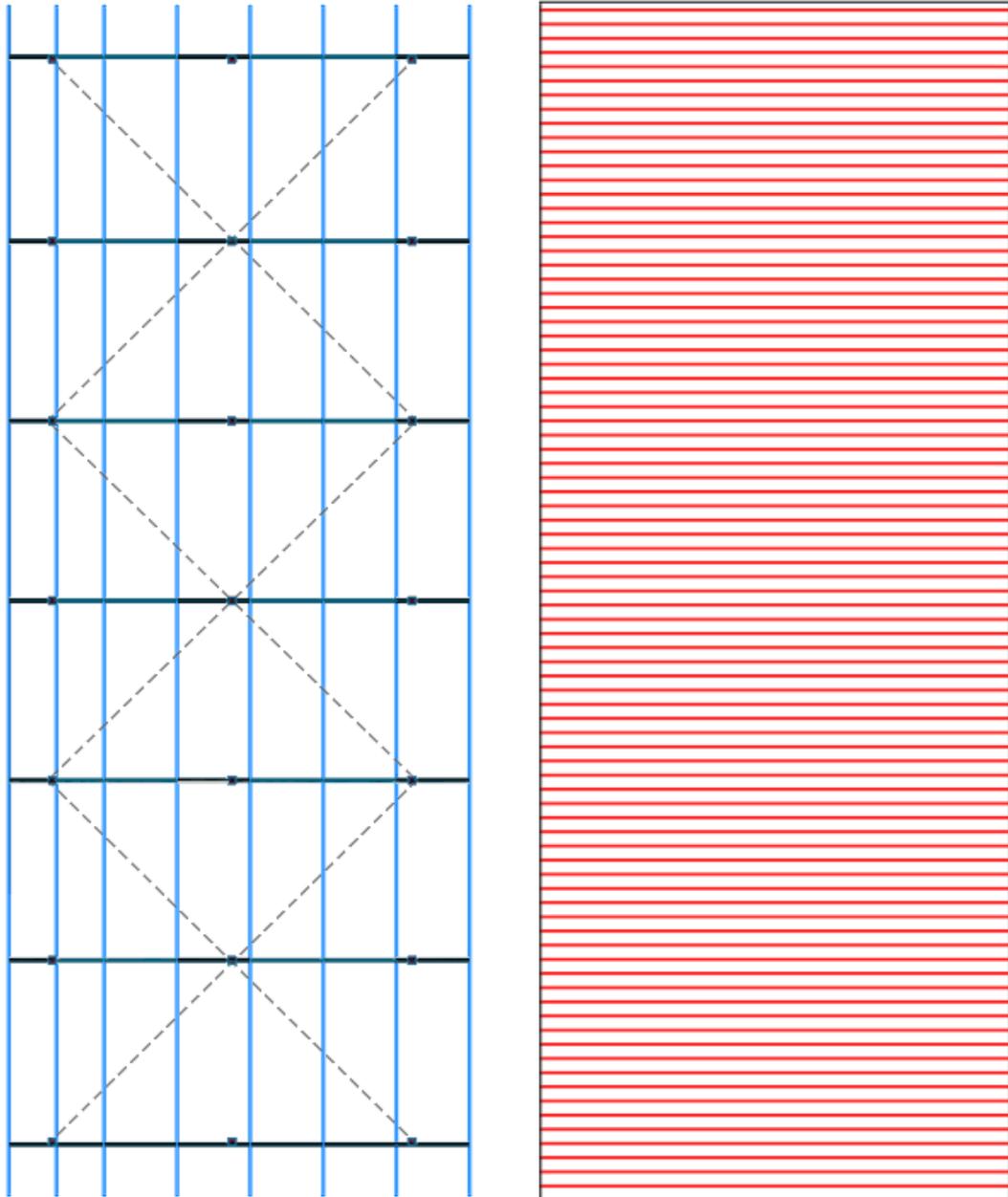
*Figura 9.* Plano en planta - Anclajes, Columnas, Vigas y Escaleras

*Nota:* Plano en planta de segundo nivel, adaptado de Expediente Técnico de proyecto.



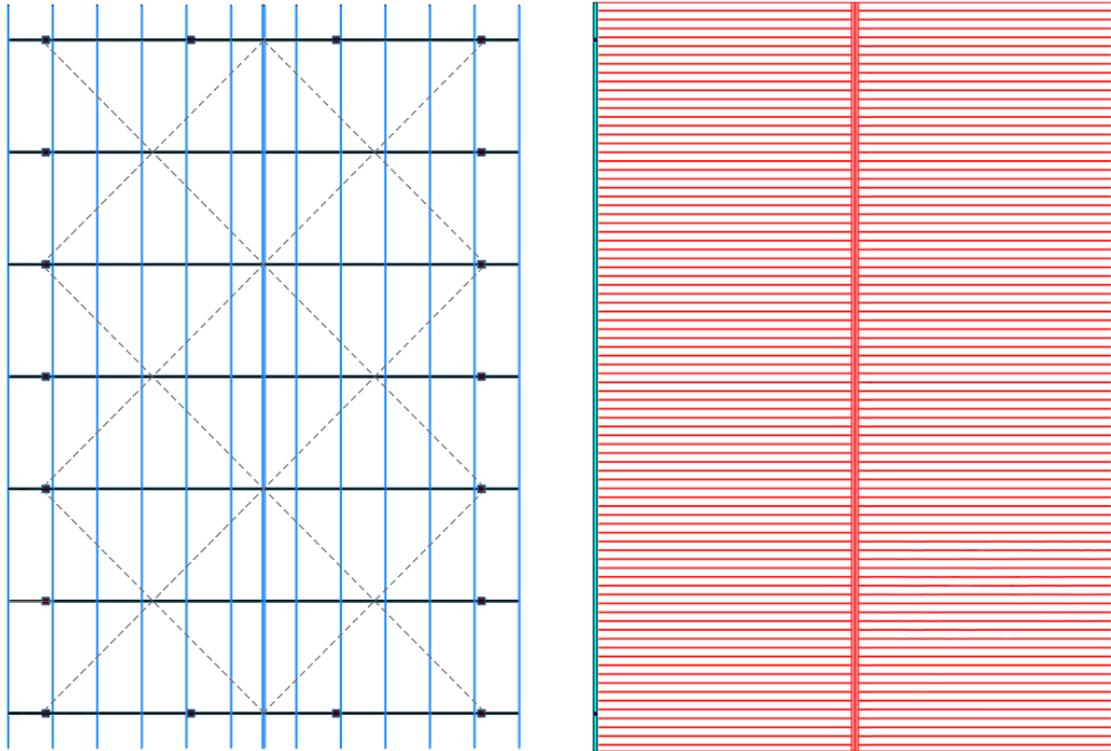
*Figura 10.* Plano en planta Módulo 1 - Entramado para segundo nivel

*Nota:* Plano en planta de segundo nivel correspondiente al Módulo 1 (Administrativo), adaptado de Expediente Técnico de proyecto. Líneas azules representan tubos metálicos rectangulares.



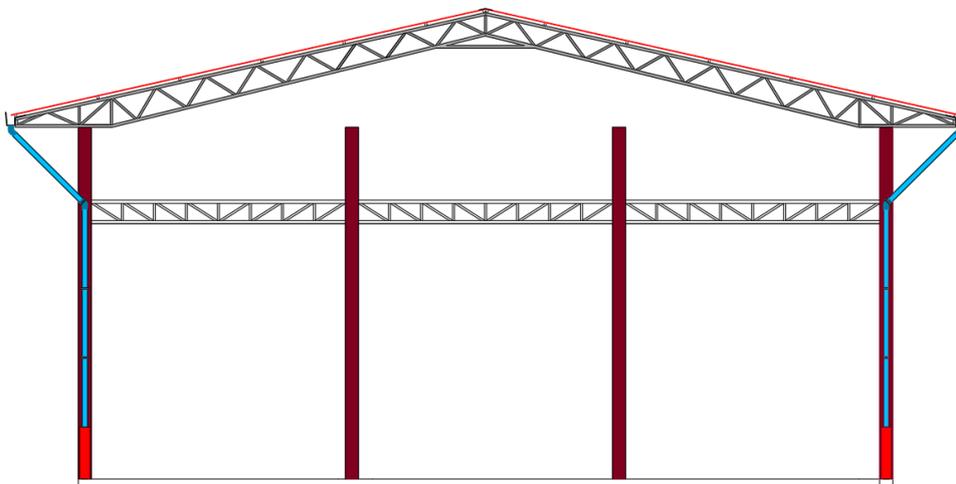
*Figura 11.* Plano de estructura - Tijerales, Correas, Arriostres y Cobertura

*Nota:* Plano en planta de segundo nivel correspondiente al Módulo 1 (Administrativo), adaptado de Expediente Técnico de proyecto. Se puede visualizar ubicación de tijerales, correas, arriostres y cobertura.



*Figura 12.* Plano de estructura Módulo 2 - Tijerales, Correas, Arriostres y Cobertura

*Nota:* Plano en planta de segundo nivel correspondiente al Módulo 2 (Patio de máquinas), adaptado de Expediente Técnico de proyecto. Se puede visualizar ubicación de tijerales, correas, arriostres y cobertura.



*Figura 13.* Plano Elevación frontal - Tijerales y canaletas

*Nota:* Plano en elevación frontal del Módulo 2 (Patio de máquinas), adaptado de Expediente Técnico de proyecto. Se puede visualizar forma de tijerales, correas y canaletas.

Seguidamente, se refleja el presupuesto de las partidas relacionadas con la especialidad de estructuras metálicas del proyecto, ya que estas representan la parte inicial de la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47.

**Tabla 4**

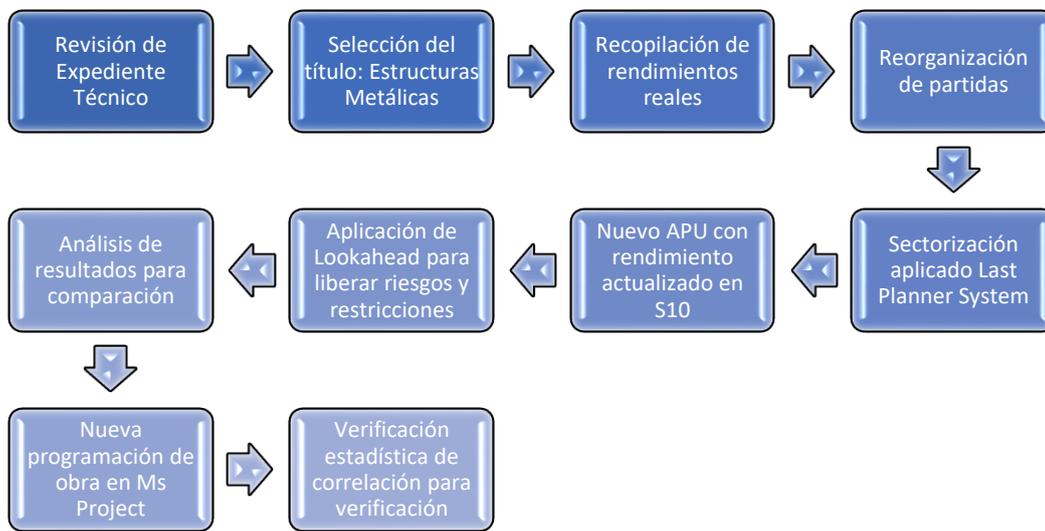
*Presupuesto inicial del proyecto de construcción de compañía de bomberos N° 47, Oxapampa*

ÍTEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL*
<b>2.4</b>	<b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>				<b>345,260.95</b>
<b>2.4.1</b>	<b>Columna metálica</b>				<b>94,420.64</b>
2.4.1.1	Suministro e instalación de columna metálicas Tipo 1	ML	120.75	196.59	23,738.24
2.4.1.2	Suministro e instalación de columna metálicas Tipo 2	ML	120.00	589.02	70,682.40
<b>2.4.2</b>	<b>Viga metálica</b>				<b>17,211.58</b>
2.4.2.1	Suministro e instalación de viga metálica modulo I	ML	257.55	62.02	15,973.25
2.4.2.2	Suministro e instalación de viga metálica modulo II	ML	36.40	34.02	1,238.33
<b>2.4.3</b>	<b>Escaleras y entramado metálico</b>				<b>57,473.94</b>
2.4.3.1	Escaleras metálicas según diseño	UND	2.00	9,800.00	19,600.00
2.4.3.2	Entramado metálico en sala de recreación	UND	1.00	12,400.00	12,400.00
2.4.3.3	Entramado con perfiles metálico	ML	617.55	41.25	25,473.94
<b>2.4.4</b>	<b>Tijerales metálicos</b>				<b>100,560.28</b>
2.4.4.1	Tijeral metálico tipo I	UND	7.00	8,158.69	57,110.83
2.4.4.2	Tijeral metálico tipo II	UND	7.00	3,897.29	27,281.03
2.4.4.3	Arriostre lateral con armadura metálica	UND	12.00	322.03	3,864.36
2.4.4.4	Arriostre frontal con armadura metálica	UND	6.00	434.26	2,605.56
2.4.4.5	Izaje y montaje de tijerales	UND	14.00	692.75	9,698.50
<b>2.4.5</b>	<b>Correas metálicas</b>				<b>15,170.85</b>
2.4.5.1	Correas metálicas	ML	576.40	26.32	15,170.85
<b>2.4.6</b>	<b>Anclajes y arriostres metálicos</b>				<b>36,080.90</b>
2.4.6.1	Anclaje metálico fijo tipo i	UND	21.00	589.33	12,375.93
2.4.6.2	Anclaje metálico fijo tipo ii	UND	18.00	1,167.12	21,008.16
2.4.6.3	Arriostres en estructuras metálicos	ML	200.06	13.48	2,696.81
<b>2.4.7</b>	<b>Coberturas</b>				<b>24,342.76</b>
2.4.7.1	Suministro y colocación de coberturas	M2	760.32	30.68	23,326.62
2.4.7.2	Suministro y colocación de cumbrera de Aluzinc e=0.3mm	ML	26.40	38.49	1,016.14

*Nota.* Extraído de Expediente Técnico de Proyecto de Inversión denominado: “Creación del servicio de prevención, atención de incendios y emergencias de la compañía de bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, provincia de Oxapampa - Pasco”, adaptado por empresa JM INGECON S.A.C. (2022).

\*Presupuesto trabajado en soles, moneda oficial del Perú.

El procedimiento que se realizó para obtener los resultados para la presente investigación obedece a los pasos de la aplicación de la metodología Lean Construction haciendo uso de las herramientas Last Planner System y Lookahead, obteniendo el siguiente esquema:



*Figura 14.* Procedimiento de aplicación de LC

*Nota:* Elaboración propia (2022)

Se procedió con el análisis de la estructura del presupuesto planteado en el expediente técnico aprobado por la Municipalidad Provincial de Oxapampa, identificando una deficiente organización de partidas que no era adecuada considerando el proceso constructivo requerido para la ejecución los trabajos. Por dicho motivo, con la ayuda de expertos del rubro, se procedió con la reorganización de las partidas correspondientes para el componente Estructuras Metálicas con la finalidad de obtener un orden más idóneo que facilitará la organización de personal para los trabajos de ejecución.

**Tabla 5**

*Reorganización de Presupuesto de construcción de Compañía de Bomberos N° 47 - Oxapampa*

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL *
02.04	<b>Estructuras metálicas</b>				<b>348,172.24</b>
02.04.01	<b>Anclajes</b>				<b>33,384.09</b>
02.04.01.01	Anclaje metálico fijo tipo I	und	21.00	589.33	12,375.93
02.04.01.02	Anclaje metálico fijo tipo II	und	18.00	1,167.12	21,008.16
02.04.02	<b>Columna metálica</b>				<b>94,420.64</b>
02.04.02.01	Suministro e instalación de columna metálica tipo I	m	120.75	196.59	23,738.24
02.04.02.02	Suministro e instalación de columna metálica tipo II	m	120.00	589.02	70,682.40
02.04.03	<b>Viga metálica</b>				<b>23,355.90</b>
02.04.03.01	Suministro e instalación de viga metálica módulo I	m	257.55	62.02	15,973.25
02.04.03.02	Suministro e instalación de viga metálica módulo II (arriostrada)	m	36.40	202.82	7,382.65
02.04.04	<b>Tijerales metálicos</b>				<b>94,090.36</b>
02.04.04.01	Tijeral metálico arriostrado tipo I	und	7.00	8,158.69	57,110.83
02.04.04.02	Tijeral metálico arriostrado tipo II	und	7.00	3,897.29	27,281.03
02.04.04.03	Izaje de tijerales tipo I	und	7.00	692.75	4,849.25
02.04.04.04	Izaje de tijerales tipo II	und	7.00	692.75	4,849.25
02.04.05	<b>Correas metálicas</b>				<b>15,170.85</b>
02.04.05.01	Correas metálicas tipo I	m	209.60	26.32	5,516.67
02.04.05.02	Correas metálicas tipo II	m	366.80	26.32	9,654.18
02.04.06	<b>Arriostres de techo metálico</b>				<b>2,696.80</b>
02.04.06.01	Arriostre metálico tipo I	m	67.26	13.48	906.66
02.04.06.02	Arriostre metálico tipo II	m	132.80	13.48	1,790.14
02.04.07	<b>Coberturas</b>				<b>27,579.66</b>
02.04.07.01	Suministro y colocación de cobertura	m <sup>2</sup>	760.32	30.68	23,326.62
02.04.07.02	Suministro y colocación de cumbrera de Aluzinc e=0.3mm	m	26.40	38.49	1,016.14
02.04.07.03	Suministro y colocación de canaletas	m	79.20	40.87	3,236.90
02.04.08	<b>Escaleras y entramado metálico</b>				<b>57,473.94</b>
02.04.08.01	Escalera metálica según diseño	und	2.00	9,800.00	19,600.00
02.04.08.02	Entramado metálico en sala de recreación	und	1.00	12,400.00	12,400.00
02.04.08.03	Entramado metálico con perfiles metálicos	m	617.55	41.25	25,473.94

*Nota.* Reestructuración de presupuesto validado por expertos, se procedió a incorporar la partida de Suministro y colocación de canaletas que se encontraba ubicado en la especialidad de Instalaciones sanitarias. \*Presupuesto trabajado en soles, moneda oficial del Perú

Como se puede apreciar en la Tabla 5, se dio un incremento en el presupuesto con respecto al presupuesto de la Tabla 4, esto debido a que se ha visto por conveniente agregar la partida de Suministro y colocación de canaletas ya que por temas de procesos constructivos es recomendable ejecutar dicho trabajo de manera conjunta con la estructura metálica. Además, principalmente, en la partida 02.04.03.02 del presupuesto reorganizado presentaba un análisis de precio unitario erróneo. Por tal motivo se procedió a realizar un nuevo análisis de precio unitario con la finalidad de tener resultados más objetivos que se asemejen a la realidad.

2.4.2.2 SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METALICA MODULO II						
Rendimiento: 120.0000 ML/DIA						
Insumo	Unidad: ML			Costo Unitario:		34.02
	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	PU	Parcial	
OPERARIO SOLDADOR	HH	1.0000	0.0667	24.28	1.62	
SOLDADOR OFICIAL	HH	1.0000	0.0667	19.16	1.28	
PEON	HH	2.0000	0.1333	11.28	1.50	
				<b>Mano de obra:</b>	<b>4.40</b>	
SOLDADURA AWS E6011, 1/8"	KG		0.0450	17.00	0.77	
TUBO RECTANGULAR DE ACERO ESTRUCTURAL 40x80x2.0MM, L=6M	UND		0.1750	155.00	27.13	
DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14 "	UND		0.0020	11.90	0.02	
				<b>Materiales:</b>	<b>27.92</b>	
SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	HM	1.0000	0.0667	15.00	1.00	
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	4.40	0.13	
EQUIPO DE CORTE	HM	1.0000	0.0667	8.50	0.57	
				<b>Equipo:</b>	<b>1.70</b>	

Figura 15. Análisis de Precio Unitario inicial - Partida Viga Tipo II

*Nota.* Análisis de Precio Unitario inicial identificado en el Expediente Técnico aprobado.

Al identificar que el Análisis de Precios Unitarios no contemplaba la cantidad necesaria de material para realizar el trabajo de construcción de dichos elementos estructurales, se procedió a realizar una reformulación que nos permita tener mejores resultados.

Partida	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO II (ARRIOSTRADA)						
Rendimiento	m/DIA	MO. 120.0000	EQ. 120.0000		Costo unitario directo por : m		202.82
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1333	11.28	1.50
0101010008	SOLDADOR OFICIAL		hh	1.0000	0.0667	19.16	1.28
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR		hh	1.0000	0.0667	24.28	1.62
							<b>4.40</b>
	<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"		kg		0.0450	17.00	0.77
0272010103	TUBO RECTANGULAR DE ACERO ESTRUCTURAL 50x100x2.5MM, L=6M		und		0.6220	315.00	195.93
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"		und		0.0020	11.90	0.02
							<b>196.72</b>
	<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	4.40	0.13
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.		hm	1.0000	0.0667	15.00	1.00
0301120005	EQUIPO DE CORTE		hm	1.0000	0.0667	8.50	0.57
							<b>1.70</b>

Figura 16. Análisis de Precio Unitario reformulado- Partida Viga Tipo II

*Nota.* Análisis de Precio Unitario reformulado y validado por expertos del rubro.

Una vez definida la estructura del presupuesto con el correcto orden de acuerdo con el proceso constructivo, se realizó una revisión y análisis de cada partida para poder optimizar los rendimientos de acuerdo con la mano de obra necesaria para cada trabajo. Este procedimiento se realizó con una constante asesoría y apoyo de expertos del rubro que, en base a la experiencia de cada uno, dieron alcances necesarios para buscar una reducción de tiempos de obra y poder minimizar desperdicios.

Este procedimiento fue aplicado para todas las partidas presentes en la parte de Estructuras Metálicas que compone el presupuesto del proyecto. Los puntos principales para analizar fueron la cantidad de mano de obra considerada para cada trabajo y el rendimiento que se puede alcanzar realizando una correcta planificación en planta (taller) y en obra. La construcción utilizando estructuras metálicas representa una alternativa eficiente para los distintos proyectos de infraestructura, ya que permite conseguir ahorros significativos y puede garantizar un tiempo de vida mayor.

Partida	02.04.02.02		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO II				
Rendimiento	m/DIA	MO. 10.0000	EQ. 10.0000	Costo unitario directo por : m			589.02
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	4.0000	3.2000	11.28	36.10
0101010008	SOLDADOR OFICIAL		hh	2.0000	1.6000	19.16	30.66
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR		hh	1.0000	0.8000	24.28	19.42
<b>86.18</b>							
<b>Materiales</b>							
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"		kg		0.0450	17.00	0.77
0272010102	TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL 250x250x4.5MM, L=6M		und		0.1750	2,745.00	480.38
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"		und		0.0250	11.90	0.30
<b>481.45</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	86.18	2.59
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.		hm	1.0000	0.8000	15.00	12.00
0301120005	EQUIPO DE CORTE		hm	1.0000	0.8000	8.50	6.80
<b>21.39</b>							

Figura 17. APU - Columna Metálica Tipo II sin LEAN

**Nota:** Análisis de Precio Unitario de partida de suministro e instalación de columna, el cual fue reformulado y reorganizado. Mantiene cantidades y rendimiento de expediente técnico inicial.

Al aplicar Lean Construction se logra optimizar los rendimientos para las partidas, es importante que la planificación se realice por personal con amplia experiencia en el rubro, ya que se podrán obtener mejores resultados y reducir desperdicios. Luego de la aplicación del Lean podemos obtener resultados como se puede apreciar en la siguiente figura:

Partida	02.04.02.02		SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO II				
Rendimiento	m/DIA	MO. 30.0000	EQ. 30.0000	Costo unitario directo por : m			508.95
Código	Descripción Recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>							
0101010005	PEON		hh	3.0000	0.8000	11.28	9.02
0101010008	SOLDADOR OFICIAL		hh	1.0000	0.2667	19.16	5.11
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR		hh	1.0000	0.2667	24.28	6.48
<b>20.61</b>							
<b>Materiales</b>							
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"		kg		0.0450	17.00	0.77
0272010102	TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL 250x250x4.5MM, L=6M		und		0.1750	2,745.00	480.38
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"		und		0.0250	11.90	0.30
<b>481.45</b>							
<b>Equipos</b>							
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES		%mo		3.0000	20.61	0.62
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.		hm	1.0000	0.2667	15.00	4.00
0301120005	EQUIPO DE CORTE		hm	1.0000	0.2667	8.50	2.27
<b>6.89</b>							

Figura 18. APU - Columna Metálica Tipo II con LEAN

**Nota:** Análisis de Precio Unitario de partida de suministro e instalación de columna al aplicar Lean Construction. Se muestra una optimización de rendimientos y reestructuración de mano de obra.

Posterior de la aplicación del Lean a todas las partidas del presupuesto se observa una modificación de costos el cual representa un ahorro significativo para el proyecto. El presupuesto resultante con la aplicación de Lean Construction se puede apreciar en la siguiente tabla:

**Tabla 6**

*Presupuesto de proyecto Construcción de Compañía de Bomberos N° 47 con aplicación de LEAN*

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU	PARCIAL*
02.04	<b>Estructuras metálicas</b>				<b>302,922.95</b>
02.04.01	<b>Anclajes</b>				<b>23,967.03</b>
02.04.01.01	Anclaje metálico fijo tipo I	und	21.00	343.33	7,209.93
02.04.01.02	Anclaje metálico fijo tipo I	und	18.00	930.95	16,757.10
02.04.02	<b>Columna metálica</b>				<b>75,647.32</b>
02.04.02.01	Suministro e instalación de columna metálica tipo I	m	120.75	120.69	14,573.32
02.04.02.02	Suministro e instalación de columna metálica tipo II	m	120.00	508.95	61,074.00
02.04.03	<b>Viga metálica</b>				<b>24,490.26</b>
02.04.03.01	Suministro e instalación de viga metálica módulo I	m	257.55	61.54	15,849.63
02.04.03.02	Suministro e instalación de viga metálica módulo II (arriostrada)	m	36.40	237.38	8,640.63
02.04.04	<b>Tijerales metálicos</b>				<b>81,747.96</b>
02.04.04.01	Tijeral metálico arriostrado tipo I	und	7.00	7,182.99	50,280.93
02.04.04.02	Tijeral metálico arriostrado tipo II	und	7.00	4,019.31	28,135.17
02.04.04.03	Izaje de tijerales tipo I	und	7.00	142.79	999.53
02.04.04.04	Izaje de tijerales tipo II	und	7.00	333.19	2,332.33
02.04.05	<b>Correas metálicas</b>				<b>15,365.25</b>
02.04.05.01	Correas metálicas tipo I	m	209.60	27.37	5,736.75
02.04.05.02	Correas metálicas tipo II	m	366.80	26.25	9,628.50
02.04.06	<b>Arriostres de techo metálico</b>				<b>2,696.80</b>
02.04.06.01	Arriostre metálico tipo I	m	67.26	13.48	906.66
02.04.06.02	Arriostre metálico tipo II	m	132.80	13.48	1,790.14
02.04.07	<b>Coberturas</b>				<b>25,344.68</b>
02.04.07.01	Suministro y colocación de cobertura	m2	760.32	28.47	21,646.31
02.04.07.02	Suministro y colocación de cumbrera de Aluzinc e=0.3mm	m	26.40	29.78	786.19
02.04.07.03	Suministro y colocación de canaletas	m	79.20	36.77	2,912.18
02.04.08	<b>Escaleras y entramado metálico</b>				<b>53,663.65</b>

02.04.08.01	Escalera metálica según diseño	und	2.00	9,800.00	19,600.00
02.04.08.02	Entramado metálico en sala de recreación	und	1.00	12,400.00	12,400.00
02.04.08.03	Entramado con perfiles metálicos	m	617.55	35.08	21,663.65

*Nota.* Presupuesto de proyecto con metodología Lean Construction aplicado.

\*Presupuesto trabajado en soles, moneda oficial del Perú

Una vez conocido el nuevo presupuesto luego de haber aplicado la metodología Lean Construction y obtener los datos necesarios, se procede a realizar un análisis comparativo de los costos en cada etapa (Con y sin LC). Tal como se puede apreciar en la siguiente Tabla, se conoce los costos de los presupuestos y podemos conocer la variación de costo total y por partida unitaria.

**Tabla 7**

*Análisis comparativo de presupuestos antes y después de aplicar LEAN*

ITEM	PARTIDA	UNIDAD	METRADO	CU / SIN LEAN	PRESUPUESTO SIN LEAN	CU / CON LEAN	PRESUPUESTO CON LEAN	DIFERENCIA	%
02.04	<b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>				<b>348,172.24</b>		<b>302,922.95</b>	45,249.29	13.00%
02.04.01	<b>ANCLAJES</b>				<b>33,384.09</b>		<b>23,967.03</b>	9,417.06	28.21%
02.04.01.01	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO I	und	21.00	589.33	12,375.93	343.33	7,209.93	5,166.00	41.74%
02.04.01.02	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO II	und	18.00	1,167.12	21,008.16	930.95	16,757.10	4,251.06	20.24%
02.04.02	<b>COLUMNA METÁLICA</b>				<b>94,420.64</b>		<b>75,647.32</b>	18,773.32	19.88%
02.04.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO I	m	120.75	196.59	23,738.24	120.69	14,573.32	9,164.92	38.61%
02.04.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO II	m	120.00	589.02	70,682.40	508.95	61,074.00	9,608.40	13.59%
02.04.03	<b>VIGA METÁLICA</b>				<b>23,355.90</b>		<b>24,490.26</b>	-1,134.36	-4.86%
02.04.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO I	m	257.55	62.02	15,973.25	61.54	15,849.63	123.62	0.77%
02.04.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO II (ARRIOSTRADA)	m	36.40	202.82	7,382.65	237.38	8,640.63	-1,257.98	-17.04%
02.04.04	<b>TIJERALES METÁLICOS</b>				<b>94,090.36</b>		<b>81,747.96</b>	12,342.40	13.12%
02.04.04.01	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO I	und	7.00	8,158.69	57,110.83	7,182.99	50,280.93	6,829.90	11.96%
02.04.04.02	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO II	und	7.00	3,897.29	27,281.03	4,019.31	28,135.17	-854.14	-3.13%
02.04.04.03	IZAJE DE TIJERALES TIPO I	und	7.00	692.75	4,849.25	142.79	999.53	3,849.72	79.39%
02.04.04.04	IZAJE DE TIJERALES TIPO II	und	7.00	692.75	4,849.25	333.19	2,332.33	2,516.92	51.90%
02.04.05	<b>CORREAS METÁLICAS</b>				<b>15,170.85</b>		<b>15,365.25</b>	-194.40	-1.28%
02.04.05.01	CORREAS METÁLICAS TIPO I	m	209.60	26.32	5,516.67	27.37	5,736.75	-220.08	-3.99%
02.04.05.02	CORREAS METÁLICAS TIPO II	m	366.80	26.32	9,654.18	26.25	9,628.50	25.68	0.27%
02.04.06	<b>ARRIOSTRES DE TECHO METÁLICO</b>				<b>2,696.80</b>		<b>2,696.80</b>	0.00	0.00%
02.04.06.01	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO I	m	67.26	13.48	906.66	13.48	906.66	0.00	0.00%
02.04.06.02	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO II	m	132.80	13.48	1,790.14	13.48	1,790.14	0.00	0.00%
02.04.07	<b>COBERTURAS</b>				<b>27,579.66</b>		<b>25,344.68</b>	2,234.98	8.10%
02.04.07.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COBERTURA	m2	760.32	30.68	23,326.62	28.47	21,646.31	1,680.31	7.20%
02.04.07.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CUMBRERA DE ALUZINC E=0.3mm	m	26.40	38.49	1,016.14	29.78	786.19	229.95	22.63%
02.04.07.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CANALETAS	m	79.20	40.87	3,236.90	36.77	2,912.18	324.72	10.03%
02.04.08	<b>ESCALERAS Y ENTRAMADO METÁLICO</b>				<b>57,473.94</b>		<b>53,663.65</b>	3,810.29	6.63%
02.04.08.01	ESCALERA METALICA SEGÚN DISEÑO	und	2.00	9,800.00	19,600.00	9,800.00	19,600.00	0.00	0.00%
02.04.08.02	ENTRAMADO METÁLICO EN SALA DE RECREACIÓN	und	1.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	12,400.00	0.00	0.00%
02.04.08.03	ENTRAMADO METÁLICO CON PERFILES METÁLICOS	m	617.55	41.25	25,473.94	35.08	21,663.65	3,810.29	14.96%

**Nota.** Cuadro comparativo de costos de Expediente Técnico con nuevo presupuesto obtenido con la aplicación de Lean Construction.

La información mostrada mediante la Tabla 7 nos indica la variación de los costos haciendo la comparativa de costos obtenidos luego de haber aplicado la metodología LC, podemos apreciar que en la gran mayoría de partidas se presenta una reducción de costos, con excepción de las siguientes partidas:

- **Suministro e Instalación de Viga Metálica Módulo II (Arriostrada):** Para dicha partida, como se mencionó párrafos atrás, se realizó un nuevo análisis de precios unitarios esto con la finalidad de obtener valores y cantidades más objetivas. Al haber realizado este nuevo análisis se encontró un aumento en la cantidad de materiales.
- **Tijeral metálico arriostrada Tipo II:** En el caso de esta partida, luego del análisis con el juicio de expertos, se determinó que el rendimiento estaba sobre estimado. Por tal motivo se procedió a ajustar el rendimiento que esté acorde a lo real, lo cual ocasionó que el costo de mano de obra para dicha partida presente un ligero incremento del costo en el Análisis de Precio Unitario.
- **Correas metálicas Tipo I:** Para esta partida, caso similar al de los Tijerales, se hizo el análisis y se determinó a reajustar el rendimiento acorde a la realidad.

Si bien podemos apreciar que en ciertas partidas se ha identificado un incremento, que ha sido argumentada líneas arriba, el ahorro general es mucho mayor. Al aplicar la metodología se logra una reducción considerable del presupuesto que representa un 13.00 % con respecto al Expediente Inicial aprobado por la Municipalidad Provincial de Oxapampa.

Entre los documentos proporcionado por la Municipalidad Provincial de Oxapampa (Expediente Técnico aprobado), se pudo ubicar el cronograma de ejecución de obra, sectorizado de acuerdo con las tareas de cada partida

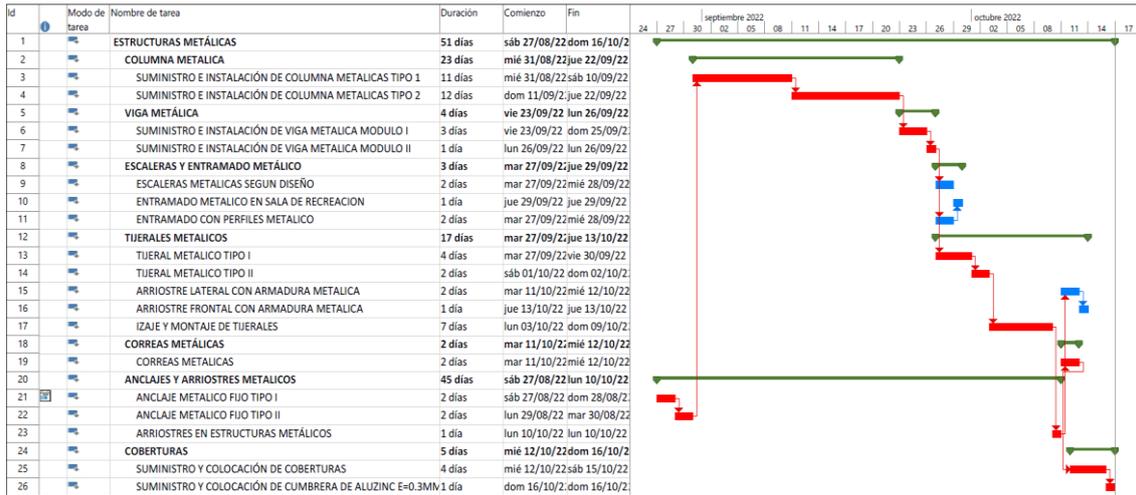


Figura 19. Cronograma de ejecución inicial - Expediente Técnico

**Nota.** Cronograma de ejecución de Expediente Técnico aprobado por la Municipalidad Provincial de Oxapampa.

La programación inicial planteado en el expediente técnico indicaba que para la ejecución de las partidas de Estructuras Metálicas requería de 51 días, sin embargo, al haber aplicado una reestructuración de dicho presupuesto se tuvo como resultado el nuevo cronograma con un nuevo orden de partidas de acuerdo con un correcto proceso constructivo:

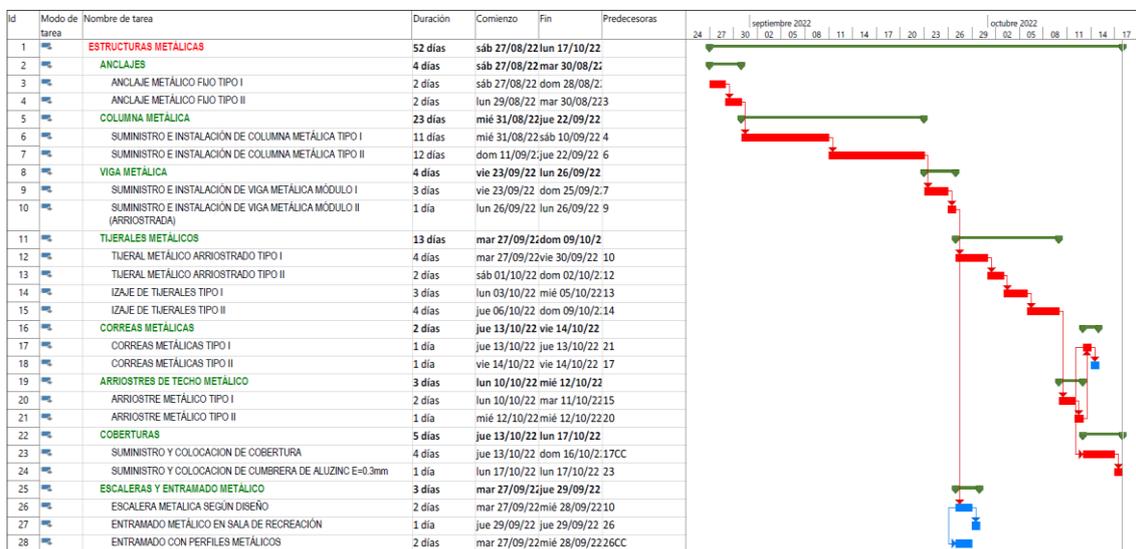


Figura 20. Cronograma de ejecución - presupuesto reestructurado

**Nota.** Cronograma de ejecución para presupuesto reorganizado, respetando plazo de ejecución de cada partida tal como indica expediente técnico aprobado. No se ha aplicado la metodología Lean.

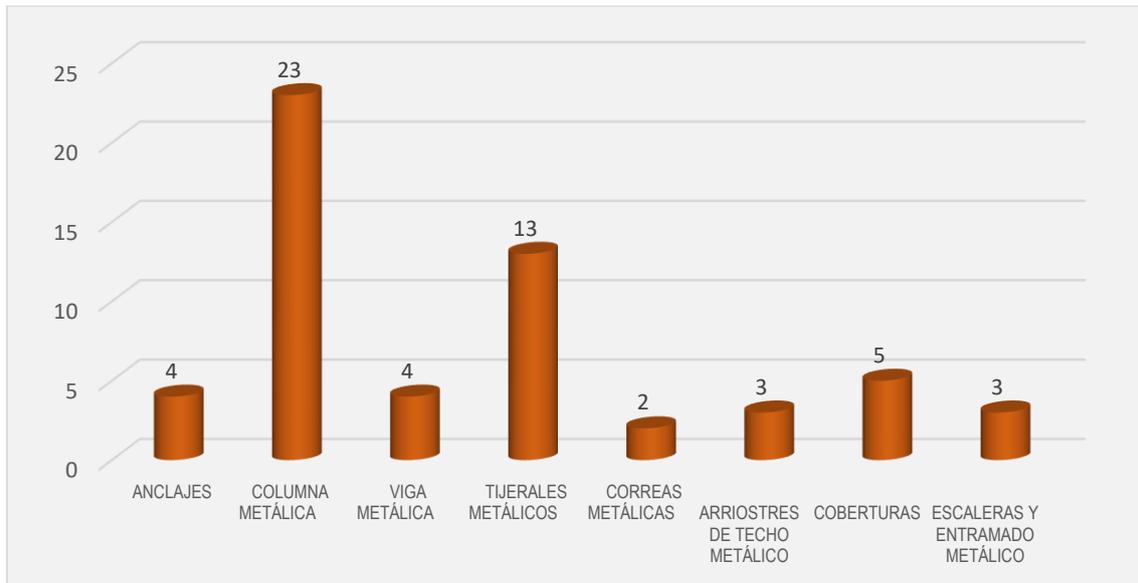


Figura 21. Esquema duración de partidas - Subtítulos (Sin aplicar Lean)

**Nota.** Barras indican la cantidad de días de duración por cada subtítulo que contiene partidas correspondientes al presupuesto, mantiene lo planteado en el Expediente Técnico aprobado.

Tal como se puede apreciar en la Figura 20, se muestra el cronograma reorganizado que contiene las partidas con un nuevo orden cronológico de ejecución. Este nuevo cronograma servirá para realizar un comparativo de plazos con el nuevo cronograma formulado luego de haber aplicado Lean Construction.

Al tener un nuevo presupuesto que ha sido correctamente organizado con la asesoría de expertos del rubro metalmecánico se procede a realizar una sectorización de los puntos de trabajo, cuyo propósito fue de formar el tren de trabajo con lo cual se separará las cuadrillas por especialidad y optimizar los rendimientos de cada cuadrilla. Cabe indicar que en cada cuadrilla se contará con mano de obra calificada con amplia experiencia en ejecución de trabajo con estructura metálicas.

Para la presente investigación se realizó una sectorización para la ejecución de las partidas existentes en el componente Estructuras Metálicas del presupuesto del proyecto. El proyecto cuenta con 2 módulos: uno administrativo (Módulo 1) y un módulo que servirá como patio para la maquinaria (Módulo 2). Luego de analizar los componentes totales de cada módulo se vio por conveniente realizar la sectorización en 2 sectores que a su vez fueron divididos en zonas homogéneas que contengan una cantidad similar de componentes o metros por partida.

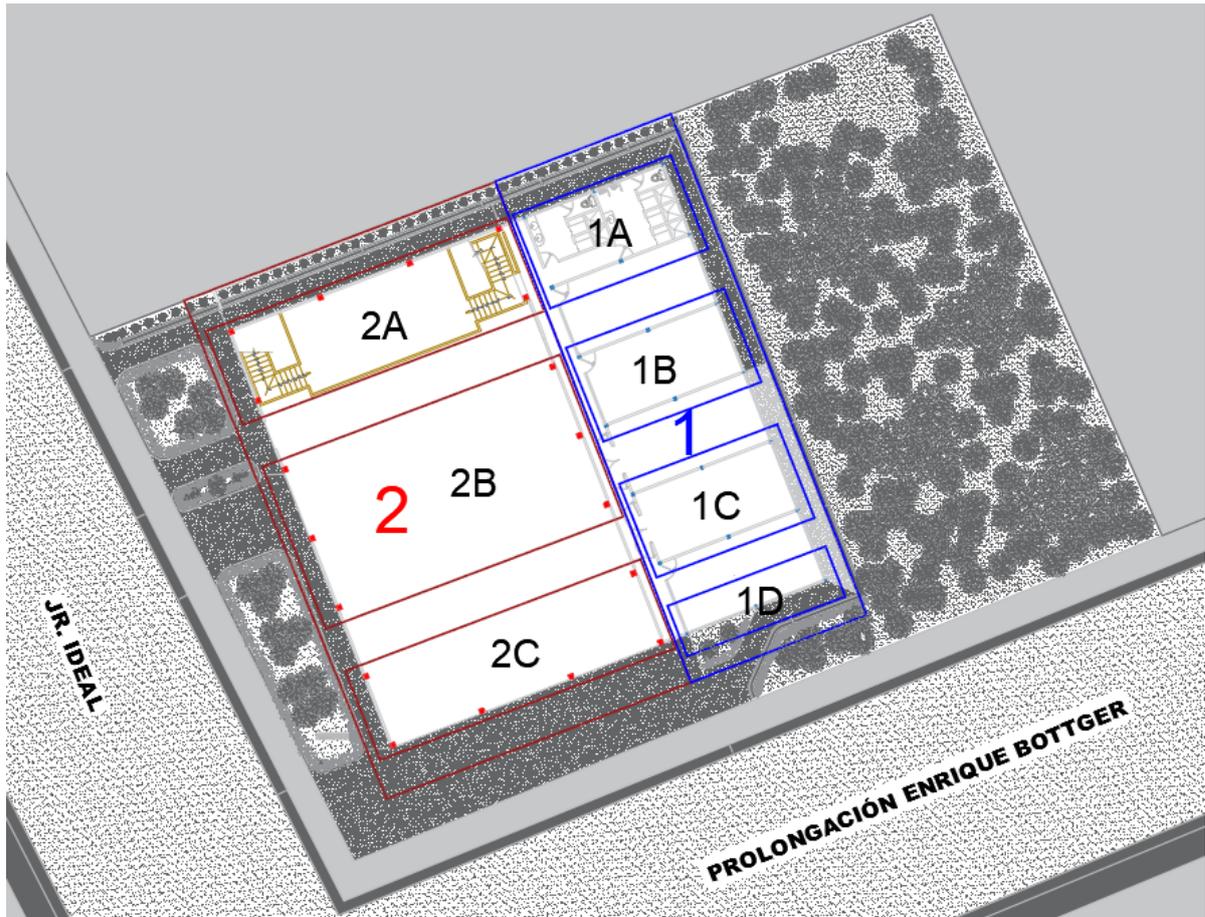


Figura 22. Plano de sectorización de Proyecto

*Nota.* Plano de sectorización del proyecto, se cuenta con 2 sectores los cuales han sido divididos en subsectores homogéneos para realizar un análisis más eficiente.

Conociendo los sectores de trabajo se procede a realizar un análisis de ejecución de trabajos en base a los nuevos rendimientos obtenidos al aplicar Lean Construction, de esa manera se podrá optimizar los plazos y conocer el tiempo total requerido para la ejecución de dichas partidas.

PARTIDAS		SEMANA 1						
		1	2	3	4	5	6	7
		LUNES	MAR.	MIÉR	JUEV	VIER	SÁB	DOM
02.04.01.01	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO I	1A/1B/1C	1C/1D					
02.04.01.02	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO II		2A	2B/2C				
02.04.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO I				1A/1B	1C/1D		
02.04.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO II						2A/2B	
02.04.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO I							
02.04.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO II (ARRIOSTRADA)							
02.04.04.01	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO I							
02.04.04.02	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO II							
02.04.04.03	IZAJE DE TIJERALES TIPO I							
02.04.04.04	IZAJE DE TIJERALES TIPO II							
02.04.05.01	CORREAS METÁLICAS TIPO I							
02.04.05.02	CORREAS METÁLICAS TIPO II							
02.04.06.01	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO I							
02.04.06.02	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO II							
02.04.07.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COBERTURA							
02.04.07.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CUMBRERA DE ALUZINC E=0.3mm							
02.04.07.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CANALETAS							
02.04.08.01	ESCALERA METALICA SEGÚN DISEÑO							
02.04.08.02	ENTRAMADO METÁLICO EN SALA DE RECREACIÓN							
02.04.08.03	ENTRAMADO CON PERFILES METÁLICOS							

Figura 23. División de actividades por día para la primera semana

**Nota.** Cuadro de actividades con respectiva duración luego de aplicar Lean, corresponde a la primera semana. Sigue un orden cronológico respetando el correcto proceso constructivo.

PARTIDAS	SEMANA 1							SEMANA 2							SEMANA 3							SEMANA 4						
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7
	LUNES	MARTES	MIÉRC.	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRC.	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRC.	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRC.	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
02.04.01.01	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO I	1A/1B/1C	1C/1D																									
02.04.01.02	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO II		2A	2B/2C																								
02.04.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO I			1A/1B	1C/1D																							
02.04.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO II					2A/2B		2B	2B/2C																			
02.04.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO I								1A/1B	1C/1D																		
02.04.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO II (ARRIOSTRADA)										2A/2B	2B/2C																
02.04.04.01	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO I								1A/1B	1B	1C/1D																	
02.04.04.02	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO II															2A	2B	2B			2C							
02.04.04.03	IZAJE DE TIJERALES TIPO I																				1A/1B/1C/1D							
02.04.04.04	IZAJE DE TIJERALES TIPO II																					2A	2B	2C				
02.04.05.01	CORREAS METÁLICAS TIPO I																								1A/1B			
02.04.05.02	CORREAS METÁLICAS TIPO II																											
02.04.06.01	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO I																											
02.04.06.02	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO II																											
02.04.07.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COBERTURA																											
02.04.07.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CUMBRERA DE ALUZINC E=0.3mm																											
02.04.07.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CANALETAS																											
02.04.08.01	ESCALERA METÁLICA SEGÚN DISEÑO																											
02.04.08.02	ENTRAMADO METÁLICO EN SALA DE RECREACIÓN																											
02.04.08.03	ENTRAMADO CON PERFILES METÁLICOS																											

Figura 24. Cuadro de actividades según sectorización - Semana 1 a 4

**Nota.** Cuadro de actividades con respectiva duración luego de aplicar Lean, corresponde a las cuatro semanas iniciales (Semana 1 a semana 4). Sigue un orden cronológico respetando el correcto proceso constructivo.

PARTIDAS	SEMANA 5							SEMANA 6							SEMANA 7							SEMANA 8							
	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	1	2	3	4	5	6	7	
	LUNES	MARTES	MIÉRC.	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRC.	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRC.	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	LUNES	MARTES	MIÉRC.	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	
02.04.01.01	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO I																												
02.04.01.02	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO II																												
02.04.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO I																												
02.04.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO II																												
02.04.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO I																												
02.04.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO II (ARRIOSTRADA)																												
02.04.04.01	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO I																												
02.04.04.02	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO II																												
02.04.04.03	IZAJE DE TIJERALES TIPO I																												
02.04.04.04	IZAJE DE TIJERALES TIPO II																												
02.04.05.01	CORREAS METÁLICAS TIPO I	1C/1D																											
02.04.05.02	CORREAS METÁLICAS TIPO II		2A	2B	2C																								
02.04.06.01	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO I				1A/1B/1C/1D																								
02.04.06.02	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO II					2A/2B		2B/2C																					
02.04.07.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COBERTURA							1A	1B	1C/1D	2A	2A		2B	2B	2C													
02.04.07.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CUMBRERA DE ALUZINC E=0.3mm																2A/2B/2C												
02.04.07.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CANALETAS																2A/2B/2C												
02.04.08.01	ESCALERA METALICA SEGÚN DISEÑO																	2A	2A		2A	2A	2A						
02.04.08.02	ENTRAMADO METÁLICO EN SALA DE RECREACIÓN																					2A	2A	2A					
02.04.08.03	ENTRAMADO CON PERFILES METÁLICOS																					1A	1B	1B	1C	1D			

Figura 25. Cuadro de actividades según sectorización - Semana 5 a 8

**Nota.** Cuadro de actividades con respectiva duración luego de aplicar Lean, corresponde a las cuatro semanas finales (Semana 5 a semana 8). Sigue un orden cronológico respetando el correcto proceso constructivo.

Teniendo las nuevas duraciones por cada partida procedemos a elaborar un nuevo cronograma de ejecución de obra para conocer el resultado de la aplicación de la metodología Lean. Tal como se puede apreciar en la siguiente figura:

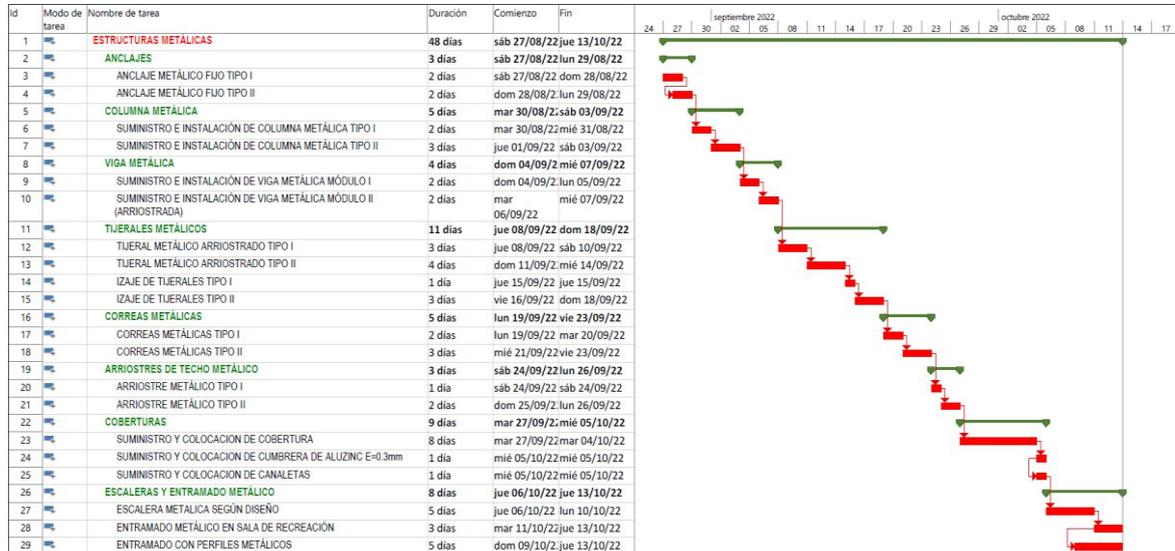


Figura 26. Cronograma de ejecución luego de aplicar Lean Construction

Nota. Cronograma de ejecución nuevo luego de haber aplicado la metodología Lean. Elaboración propia.

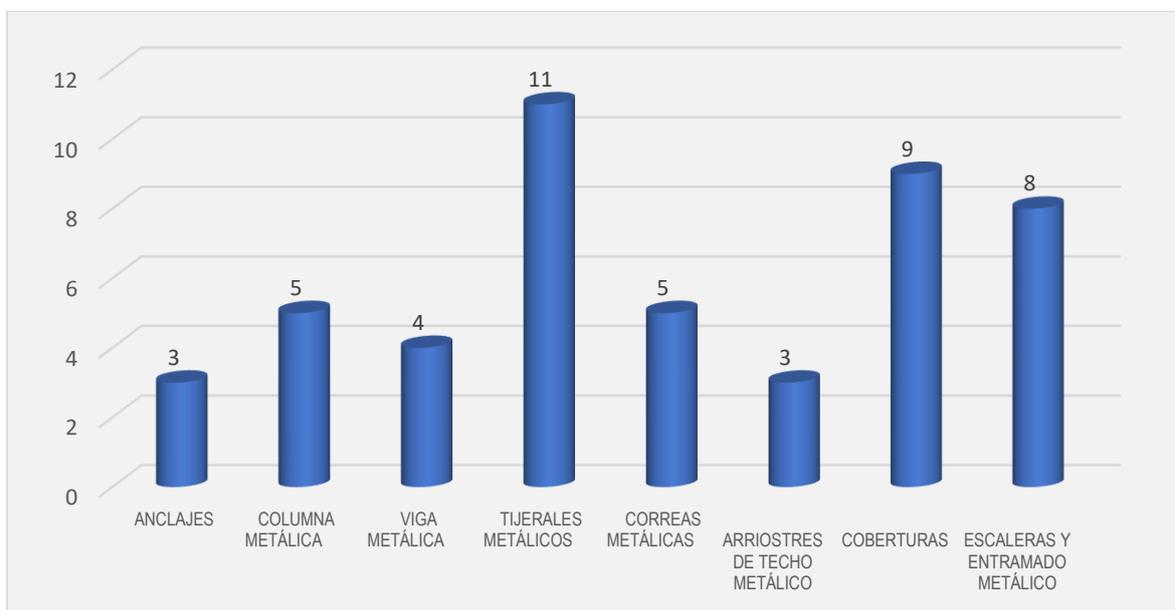


Figura 27. Esquema de duración de partidas - Luego de aplicar Lean

Nota. Barras de color azul indican cantidad de días de duración por partida, eje vertical indica duración, eje horizontal muestra las partidas agrupadas.

Una vez revisado el cronograma y presupuesto de ejecución de la obra, se pidió una reunión con los funcionarios de la Gerencia de Infraestructura de la Municipalidad Provincial de Oxapampa para explicar las ventajas de implementar la metodología Lean en la ejecución del proyecto, sustentando que se deberá seguir los siguientes pasos:

- Revisión de los documentos relacionados con la obra proporcionados por la Municipalidad Provincial de Oxapampa.
- Reunión con expertos del rubro metalmecánica y funcionarios, para explicarle los beneficios del Lean Construction, tanto a nivel de planeación como de desarrollo del proyecto. Además, para recibir opiniones de mejores prácticas en base a experiencia.
- Selección de partidas, para la implementación de Lean Construction. Las partidas seleccionadas fueron las que pertenecen al componente Estructuras Metálicas.
- En la obra mayormente se observan los siguientes problemas: paralización el personal porque el material no es entregado a tiempo, el área de trabajo se encuentra desordenada, el personal realiza movimientos innecesarios, los planos de la obra no están en el sitio donde se construye.
- Con la información observada y analizada, se realizó una nueva planificación para ejecutar las partidas consideradas haciendo uso del Lookahead, que tiene como finalidad controlar el comportamiento de trabajo, es decir la disposición de planos, equipos, materiales, proveedores, información de la obra, recursos humanos, requeridos para que la cuadrilla ejecute su trabajo.

Seguidamente, se presentan los resultados descriptivos de acuerdo con los objetivos específicos:

**Objetivo específico 1, Implementar la metodología Lean Construction para evaluar la gestión de control del plazo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.**

Al aplicar la herramienta Lookahead, se encontraron las restricciones siguientes: los materiales de construcción y equipo necesario no llega a tiempo a la obra, falta información técnica y los planos no están incompletos. La mano de obra es insuficiente o no cuenta con la calificación necesaria para realizar las actividades diarias. De esta manera, para corregir las fallas típicas a la hora de la ejecución de los trabajos, se realiza una nueva programación, aplicando la herramienta Lean Construction, la cual se puede visualizar en la **Figura 26 y Figura 27**.

Conociendo los tiempos de ejecución para ambos casos (Con y sin la aplicación de Lean) se procede a realizar una comparativa para conocer los resultados de la aplicación y verificar si se alcanzó el objetivo propuesto inicialmente. Lo datos se muestran a continuación

**Tabla 8**

*Comparación de plazos de ejecución (Sin y Con aplicación de LEAN)*

Item	Descripción	Duración (Días)		Diferencia	Porcentaje (%)
		Sin LEAN	Con LEAN		
<b>02.04</b>	<b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>				
02.04.01	ANCLAJES	4	3	1	25.00%
02.04.02	COLUMNA METÁLICA	23	5	18	78.26%
02.04.03	VIGA METÁLICA	4	4	0	0.00%
02.04.04	TIJERALES METÁLICOS	13	11	2	15.38%
02.04.05	CORREAS METÁLICAS	2	5	-3	-150.00%
02.04.06	ARRIOSTRES DE TECHO METÁLICO	3	3	0	0.00%
02.04.07	COBERTURAS	5	9	-4	-80.00%
02.04.08	ESCALERAS Y ENTRAMADO METÁLICO	3	8	-5	-166.67%
	<b>TOTAL</b>	52	48	4	7.69%

*Nota.* Cuadro de duración por partidas, datos de color azul representan mayor ahorro y datos de color rojo representan mayor aumento de plazo para partida correspondiente.

Los resultados detallados en la **Tabla 8** se analizan de la siguiente manera:

- Las partidas correspondientes a los trabajos de **Anclajes** presentan una reducción de 25% ya que se reduce 1 día el plazo de ejecución. Esto debido a una mejor programación de los trabajos y optimizando la mano de obra que se distribuye de manera más eficiente para la ejecución de la partida inicial de los trabajos generales.
- Las partidas correspondientes a instalación de **Columnas Metálicas** presentan una reducción del 78.26% ya que se logró una reducción de 18 días para el plazo de ejecución, este resultado se obtiene debido a mejor planificación de mano de obra y mejora del rendimiento a la hora de la colocación.
- Las partidas correspondientes la instalación de **Viga Metálica** se mantuvo la duración para las partidas, luego de la revisión y análisis se determinó que no era posible la reducción del plazo debido a que la planificación inicial ya había sido optimizada.

- Para las partidas correspondientes a **Tijerales Metálicos** se logró una reducción del plazo del 15.38% ya que se logró una reducción de 2 días. Esto fue resultado de la optimización de rendimientos y la aplicación de trabajos sectorizados.
- En el caso de las partidas correspondientes a **Correas Metálicas** se observa un aumento del plazo en un 150% ya que se plantea que se requiere de 3 días adicionales. Para este caso se tuvo un aumento debido a que al analizar los rendimientos se identificó un análisis sobreestimado y lejano a la realidad, por tal motivo se planteó un nuevo rendimiento para obtener resultados más objetivos.
- Para las partidas correspondientes a **Arriostres de Techo Metálico** no se presente una variación respecto con la planificación inicial.
- Para las partidas correspondientes a **Coberturas** se observa un aumento del plazo en un 80% ya que se plantea que se requiere de 4 días adicionales. Para este caso se tuvo un aumento debido a que al analizar se identificó que según el rendimiento el plazo era insuficiente para ejecutar los trabajos requeridos.
- Para el caso de las partidas correspondientes a **Escaleras y Entramado Metálico** se presenta un aumento del 166.67% ya que se plantea que dichos trabajos requieren 5 días adicionales con respecto al planteamiento inicial. Este aumento se debe a que luego del análisis se determinó que el plazo era insuficiente para la cantidad de trabajo que se debe realizar.

Se puede observar que al aplicar Lean Construction el plazo general de la ejecución de las partidas correspondientes al componente Estructuras Metálicas se ha reducido 4 días, lo cual representa un **7.69% menos de tiempo** necesario para la ejecución de las partidas analizadas. Si bien la reducción no resulta significativa, se debe tener en cuenta que se analizó únicamente un componente del proyecto en general, al aplicar Lean Construction al proyecto en general se podrá lograr una reducción mucho mayor.

**Objetivo específico 2, Implementar la metodología Lean Construction para evaluar la gestión de control de costos en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.**

El costo de la obra se encuentra relacionada de manera directa con la mano de obra usada para la ejecución del proyecto. El empleo de la metodología LC generó una

optimización de rendimientos y planificación eficiente de la mano de obra que analiza y propone cuadrillas con mano de obra calificada, impactando de esta manera en los costos construcción para las partidas correspondientes al componente Estructuras Metálicas.

Tal como se observa en la **Tabla 7**, las partidas presentan modificaciones en los costos ya se una reducción o aumento. Esto se debe a las modificaciones que se realizaron al aplicar la metodología Lean que optimizó rendimientos y planteó correcciones en rendimientos que se encontraban sobreestimados. A continuación, se muestra una tabla resumen del análisis de costos:

**Tabla 9**

*Resumen variación de costos para partidas de Estructuras Metálicas*

ITEM	PARTIDA	PRESUPUESTO SIN LEAN	PRESUPUESTO CON LEAN	DIFERENCIA	%
02.04	<b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>	<b>348,172.24</b>	<b>302,922.95</b>	45,249.29	<b>13.00%</b>
02.04.01	ANCLAJES	33,384.09	23,967.03	9,417.06	28.21%
02.04.02	COLUMNA METÁLICA	94,420.64	75,647.32	18,773.32	19.88%
02.04.03	VIGA METÁLICA	23,355.90	24,490.26	-1,134.36	-4.86%
02.04.04	TIJERALES METÁLICOS	94,090.36	81,747.96	12,342.40	13.12%
02.04.05	CORREAS METÁLICAS	15,170.85	15,365.25	-194.40	-1.28%
02.04.06	ARRIOSTRES DE TECHO METÁLICO	2,696.80	2,696.80	0.00	0.00%
02.04.07	COBERTURAS	27,579.66	25,344.68	2,234.98	8.10%
02.04.08	ESCALERAS Y ENTRAMADO METÁLICO	57,473.94	53,663.65	3,810.29	6.63%

*Nota.* Cuadro de variación de costos por partidas luego de la aplicación del Lean, datos de color azul representan mayor ahorro y datos de color rojo representan mayor aumento de costo para partida correspondiente.

De la información presentada se sustenta lo siguiente:

- El componente que presentó mayor porcentaje de ahorro es la de **Anclajes** ya que se consiguió un ahorro del 28.21% que representa un ahorro de S/. 9,417.06. El componente con mayor ahorro de dinero presentó es la de **Columna Metálica**, ya que se logró un ahorro de S/. 18,773.32.

- Por otro lado, se identificaron aumentos de costos en ciertas partidas, sucediendo el mayor aumento en el componente de **Viga Metálica** que presenta un porcentaje de aumento del 4.86% que representa aumento por un monto de S/. 1,134.36. Esto se debe principalmente a la corrección de rendimiento que se realizó al aplicar la metodología Lean Construction que permitió la optimización de la mano de obra.

Tal como se muestra en la **Tabla 9**, con la aplicación de la herramienta de Lookahead, los costos para la ejecución de las partidas seleccionadas presentaron resultados favorables, antes de la aplicación se tenía un presupuesto por un total de S/. 348,172.24 y, luego de la aplicación del Lean Construction se obtuvo un presupuesto por un monto total de S/. 302,922.95, determinando de esta manera un ahorro en estas partidas un monto total de S/. 45,249.29 lo que representa un 13.00% de ahorro económico en el proyecto.

### 3.2. Resultados inferenciales (Inferencia)

Para la contrastar las hipótesis diseñadas para la investigación, se determinó el comportamiento de la información obtenida para conocer si la distribución normal o no, considerando la siguiente regla de para la decisión:

Si  $\rho \leq 0.05$  Los datos no siguen una distribución normal.

Si  $\rho > 0.05$  Los datos siguen una distribución normal.

Como la información analizada, los datos analizados son menores a 50 ( $n=20$ ), el estadístico de prueba utilizado fue Shapiro Wilk.

**Tabla 10**

*Prueba de normalidad mediante Shapiro Wilk*

	Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.
Costos	0.735	20	0.000
Tiempos	0.821	20	0.002

*Nota:* Elaboración propia (2022), procesamiento y resultado obtenido del programa SPSSV26.

En la **Tabla 10**, se puede observar que, por tratarse de datos menores a 50, se empleó la prueba de la normalidad de Shapiro-Wilk, la sig. < de 0.05, lo que implica una

distribución asimétrica, por lo que se debe aplicar una prueba no paramétrica para la comprobar las hipótesis, se hará uso de la prueba de Wilcoxon. Se utilizará como parámetro de análisis el siguiente:

Si el rango de media de la variable A menos el rango de media de la variable B es igual a cero se toma la hipótesis nula.

Si el rango de media de la variable A menos la variable B es diferente a cero se toma la hipótesis alterna.

### Hipótesis General

Ha: La metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo y costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

H0: La metodología Lean Construction no mejora significativamente el plazo y costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

**Tabla 11**

*Rango de Medias - Aplicación de Lean Construction*

	N	Mínimo	Máximo	Estadístico	Media Desv. Error	Varianza Estadístico
Programación antes de LC	20	12400.00	5711083	1249824.35	1408309.2256319	1983334874999.92
Programación después de LC	20	12400.00	5028093	935163.25	1288705.61350335	1660762158275.04
N válido (por lista)	20					

*Nota:* Elaboración propia (2022), procesamiento y resultado obtenido del programa SPSSV26.

**Comentario:** Se deduce de la **Tabla 11**, que la media antes de aplicar LC es de 1249824.35 y la media luego de aplicarlo es de 935163.25, cuyo rango es diferente de cero por lo que es rechazada la hipótesis nula y se toma la alterna, La metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo y costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

### Hipótesis Especifica 1

Ha: La metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

Ho: La metodología Lean Construction no mejora significativamente el plazo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

**Tabla 12**

*Rango de Medias - Plazo de tiempo*

	N	Mínimo	Máximo	Estadístico	Media Desv. Error	Varianza Estadístico
Plazo con programación tradicional	20	1.00	12.00	3.0500	3.08604669610269	9.52368421052632
Plazo con Lean Construction	20	1.00	8.00	2.7500	1.71295374319209	2.93421052631579
N válido (por lista)	20					

*Nota:* Elaboración propia (2022), procesamiento y resultado obtenido del programa SPSSV26.

**Comentario:** Se deduce de la **Tabla 12**, que la media antes de aplicar LC es de 3.0500 y la media luego de aplicarlo es de es de 2.7500, cuyo rango es diferente de cero por lo que es rechazada la hipótesis nula y se toma la alterna, La metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

### Hipótesis Especifica 2

Ha: La metodología Lean Construction mejora significativamente el costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

Ho: La metodología Lean Construction no mejora significativamente el costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.

**Tabla 13**

*Rango de Medias - Costo de Construcción*

	N	Mínimo	Máximo	Estadístico	Media Desv. Error	Varianza Estadístico
Costos de antes de LC	20	12400.00	5711083	1249824.35	1408309.2256319	1983334874999.92
Costos después de LC	20	12400.00	5028093	935163.25	1288705.6135033 5	1660762158275.04
N válido (por lista)	20					

*Nota:* Elaboración propia (2022), procesamiento y resultado obtenido del programa SPSSV26

Al determinar que tenemos una distribución asimétrica, por lo que se debe aplicar una prueba no paramétrica para la comprobar las hipótesis, se determinó realizar la prueba de Wilcoxon. Al realizar dicha prueba se obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 14**

*Prueba de rangos con signo de Wilcoxon*

		N	Rango promedio	Suma de rangos
CL - SL	Rangos negativos	12 <sup>a</sup>	9.75	117.00
	Rangos positivos	4 <sup>b</sup>	4.75	19.00
	Empates	4 <sup>c</sup>		
	Total	20		

- a. CL < SL
- b. CL > SL
- c. CL = SL

*Nota:* Elaboración propia (2022), procesamiento y resultado obtenido del programa SPSSV26. “SL” representa a valores obtenidos antes de aplicar la metodología Lean Construction, “CL” representa valores obtenidos posterior a la aplicación de la metodología Lean Construction.

Con dichos valores mostrados en la **Tabla 14** se procede a mostrar los resultados estadísticos de prueba que nos permitirán a conocer el valor Significación asintótica (bilateral) y poder determinar si se acepta o rechaza la hipótesis nula.

**Tabla 15**

*Estadísticos de prueba - Wilcoxon*

Estadísticos de prueba <sup>a</sup>	
	CL - SL
Z	-2,534 <sup>b</sup>
Sig. asintótica(bilateral)	0.011

a. Prueba de rangos con signo de Wilcoxon

b. Se basa en rangos positivos.

*Nota:* Elaboración propia (2022), procesamiento y resultado obtenido del programa SPSSV26. Sig. asintótica(bilateral) equivalente a p.

**Comentario:** Se deduce de la **Tabla 13**, que la media antes de aplicar LC es de 1249824.35 y la media luego de aplicarlo es de 935163.25, cuyo rango es diferente de cero por lo que es rechazada la hipótesis nula y se toma la alterna, La metodología Lean Construction mejora significativamente el costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022. Además, como se muestra en la **Tabla 15**, al tener un valor  $p=0.011$  viene a ser menor a 0.05, por lo cual se procede a rechazar la hipótesis nula y nos quedamos con la hipótesis planteada en la presente investigación.

Para conocer la correlación de nuestros datos se utilizará el método de correlación de Spearman ya que en nuestro caso se tratan de datos no paramétricos.

**Tabla 16**

*Correlación de Spearman*

Correlaciones				
			SinLean	ConLean
Rho de Spearman	SinLean	Coeficiente de correlación	1.000	,785**
		Sig. (bilateral)		0.000
		N	20	20
	ConLean	Coeficiente de correlación	,785**	1.000
		Sig. (bilateral)	0.000	
		N	20	20

\*\* . La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral).

*Nota:* Elaboración propia (2022), procesamiento y resultado obtenido del programa SPSSV26.

Al tener un valor Sig. (Bilateral) menor a 0,05 entonces procedemos a rechazar la hipótesis nula y se acepta la hipótesis planteada en la presente investigación.

## CAPÍTULO IV. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

### 4.1. Limitaciones

Entre las limitaciones enfrentadas al implementar la metodología Lean Construction para evaluar el costo y plazo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022, los propietarios de la empresa constructora, ingenieros encargados de la obra, funcionarios y obreros, se resistieron un poco a la adaptación de esta metodología, ya que usualmente no se suele aplicar en proyectos de instituciones públicas, por lo que se decidió realizar reuniones y charlas indicando los beneficios de la aplicación de la metodología. Logrando una aceptación rápida por parte de todos.

De igual manera se estableció una reunión con los proveedores de materiales, acordando que todas las solicitudes de abastecimiento de insumos estarían en la obra en la fecha y hora solicitada, para evitar los retrasos en la obra.

### 4.2. Discusión

Al implementar la metodología Lean Construction para evaluar el plazo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022; se obtuvo que, en las partidas seleccionadas, el tiempo de ejecución disminuyó cuatro días al eliminar las acciones que no son generadoras de valor. Las partidas de Anclajes redujeron su tiempo de ejecuciones en un 25.00%, para las partidas de Columnas Metálicas se alcanzó una reducción de plazo por un 78.26%, para las partidas de Tijerales Metálicos se redujo el tiempo de ejecución en un 15.38%.

Teniendo también aumento en la duración de ciertas partidas como en las partidas de correas metálicas que aumentaron su tiempo de ejecución en un 150%, las partidas de Coberturas que aumentaron en un 80% y las partidas de Escaleras y Entramado Metálico que aumentaron en un 166.67%. Finalmente, para el plazo general de las partidas analizadas se obtuvo una reducción de plazo por un 7.69% ya que se logró reducir el plazo en 4 días.

Los resultados logrados coinciden con la opinión de Deville & Gallo (2018), quienes sostiene que la metodología LC ayuda a optimizar la ejecución de la construcción debido a que concede a reducir los tiempos del cronograma, el numero de mano de obra

que se empleara, además reduce el impacto ambiental por producción de materiales. Lean Construction persigue darles cumplimiento a los objetivos de darle mayor valor al producto y eliminar los desperdicios de las obras, por medio de un sistema de producción eficiente y efectivo, en otras palabras, un sistema idóneo de darle cumplimiento a los objetivos planificados de forma óptima la utilización de los recursos.

Así mismo, Leandro (2018), afirma que la cualidad ideal desde esta perspectiva de productibilidad de los proyectos de edificación es incrementar el tiempo de producción, disminuyendo el tiempo contributivo y el eliminando el tiempo no contributivo.

De igual manera al implementar la metodología LC para evaluar el costo en la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022; se encontró que al aplicar la herramienta LC, los costos de la construcción de la obra para las partidas seleccionadas se obtuvieron que, antes de la aplicación se tenía un presupuesto por un total de S/. 348,172.24 y, luego de la aplicación del Lean Construction se obtuvo un presupuesto por un monto total de S/. 302,922.95, determinando de esta manera un ahorro en estas partidas un monto total de S/. 45,249.29 lo que representa un 13.00% de ahorro económico en el proyecto.

Estos resultados son acordes a las ideas de Pérez, Del Toro & López (2019), quienes consideran que la aplicación del LC en la construcción de edificaciones es novedosa, ya que permite realizar la comprobación de tener una gestión mejor del tiempo y un impacto positivo en los costos del producto. La utilización de esta metodología resulta apropiada, ya que apoyan en la investigación de la planificación de las obras que ayuda con la reducción del grado de indecisión, relacionados con la toma de decisiones.

Por los resultados logrados en la investigación se puede establecer que la implementación de la metodología LC es positiva al momento de evaluar la gestión del plazo y costo de la construcción. Coincidiendo con Ghazi (2018), que expone que el Lean Construction es una herramienta orientada a la administración de la producción en el sector de la construcción, cuyo principal objetivo es la reducción de las actividades sin valor del proyecto, enfocado en mejorar tiempos de entrega y reducción de costos (Ghazi, 2018).

### **4.3. Implicancias**

#### **4.3.1. Implicancia teórica**

Con la ejecución de la presente investigación se pudo puntualizar los aspectos teóricos coherentes a la metodología Lean Construction, sus principios y la utilización de las herramientas, y las conceptualizaciones referentes a las variables investigadas; se pudo detectar las deficiencias y dificultades del proceso constructivo, facilitando de esa manera la comprensión de esta herramienta para mejorar los plazos y costos, lo que representa mejor rentabilidad económica para la empresa y menos costo en el producto, sin que la calidad de la obra se vea afectada.

#### **4.3.2. Implicancia práctica**

Desde perspectiva práctica, a través de la aplicación de la investigación, se pudo innovar el proceso constructivo realizado en el distrito de Oxapampa, mejorando los plazos costo de los proyectos de edificación, dándole apertura a nuevos trabajos relacionados con esta herramienta de planificación de obras, a través de la reducción de los desperdicios; obteniendo como resultado la disminución de los costos de la mano de obra.

#### **4.3.3. Implicancia social-ambiental**

Con la aplicación de las técnicas LC en los proyectos de infraestructura pública, se logró mejorar el costo y plazo para la Construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, demostrando que los proyectos de construcción se pueden ofertar a un mejor precio, ofreciéndolo valor a los clientes. También se logró disminuir el impacto negativo generado al medio ambiente, aprovechando al máximo los desperdicios y colocando los que no pudieron ser utilizados en un sitio adecuado.

#### **4.3.4. Implicancia Tecnológica**

Se logró manejar instrumentos y procedimientos de las técnicas de Lean Construction en el proceso constructivo, como Lookahead, asignación de actividades, sectorización, tren de actividades, porcentaje de actividades completadas, las que permitieron obtener mejores beneficios, reflejados en la reducción de tiempo y presupuesto.

#### 4.4. Conclusiones

La implementación de la metodología Lean Construction en el proceso constructivo de las partidas de Estructuras Metálicas del Proyecto de construcción de Compañía de Bomberos N° 47 en el distrito de Oxapampa mejora significativamente el plazo y costo. Influyendo positivamente en la productividad, permitiendo identificar deficiencias en los rendimientos de la mano de obra para poder optimizarlos.

Una de las herramientas de Lean Construction implementada en el proyecto fue el Look Ahead, que nos permitió realizar la sectorización para plantear una planificación más eficiente. Influyendo positivamente en los plazos, en donde con anticipación se logró identificar y eliminar las restricciones, de tal manera se pudo llevar a cabo de forma eficiente todas las actividades programadas, logrando una reducción en el tiempo de ejecución de las partidas de Estructuras Metálicas en un 7.69% en comparación a la programación inicial planteada en el Expediente Técnico aprobado.

La Filosofía Lean Construction influyó en el costo de mano de obra de las partidas analizadas optimizando en un 28.21% las partidas correspondientes a Anclajes, un 19.88% en las partidas correspondientes Columnas Metálicas, un 13.12% en las partidas correspondientes a Tijerales Metálicos, un 8.10% en las partidas correspondientes a Coberturas y un 6.63% en las partidas correspondientes a Escaleras y Entramado Metálico; estos resultados se obtuvieron después de implementar la herramienta Last Planner System y Lookahead en el proyecto, los cuales contribuyeron desde la planificación hasta la ejecución de las partidas. Logrando optimizar el presupuesto general en un 13.00% en comparación al presupuesto inicial planteado por el Expediente Técnico.

El costo de mano de obra en proyectos de infraestructura pública resulta muy significativo y esta metodología permitió minimizar costos generados por desperdicios de tiempo dedicados a actividades que no agregaban valor como esperas, descansos, trabajos mal hechos y la mala distribución de cuadrillas.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adaya, C. (2014). *Administración de Proyectos con CPM, PERT y PROJECT*. Mexico: Instituto Politécnico Nacional. Obtenido de <https://tesis.ipn.mx/handle/123456789/15243?show=full>
- Araque, A. (2014). Un modelo de gestión de proyectos inmobiliarios de renovación urbana. *Cuadernos de Economía*, 33(62), 61-64. Obtenido de <http://www.scielo.org.co/pdf/ceco/v33n62/v33n62a04.pdf>.
- Arias, F. (2016). *El proyecto de investigación*. Caracas: Episteme.
- Ayay, S., & Laiza, J. (2020). *Propuesta de implementación de la metodología BIM, en la construcción de un edificio multifamiliar en la empresa CCI Ingenieros del Perú S.R.L. en Cajamarca 2020*. Lima, Perú: Universidad Privada del Norte. Obtenido de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/25360>
- Borja, M. (2012). *Metodología de la investigación científica para ingenieros*. Chiclayo.
- Bueno, J. (2019). *Colegio de Ingeniero de Venezuela*. Obtenido de Analisis de precio unitario: [https://www.distribuidora3hp.com/Biblioteca/MATERIAL\\_DE\\_APOYO/BASES\\_TEORICAS/TEORIA%20ANALISIS%20DE%20PRECIO%20UNITARIO%20MAYO%202009.pdf](https://www.distribuidora3hp.com/Biblioteca/MATERIAL_DE_APOYO/BASES_TEORICAS/TEORIA%20ANALISIS%20DE%20PRECIO%20UNITARIO%20MAYO%202009.pdf)
- Cano, S., Botero, L., & Rivera, L. (2017). Evaluación del desempeño de Lean Construction. *Revista Espacios*, 38(39), 30-47. Obtenido de <https://www.revistaespacios.com/a17v38n39/a17v38n39p30.pdf>
- CAPECO. (2004). *Costos y presupuestos en edificación*. Lima: CAPECO. Colección del Constructor.
- Cerqueira, M. (2018). *A aplicação da filosofia Lean Construction em empresas baianas: um estudo comparativo com o cenário brasileiro*. Salvador: Universidad Federal de Bahía. Obtenido de <https://repositorio.ufba.br/bitstream/ri/25940/1/DISSERTA%c3%87%c3%83O%20VERS%c3%83O%20FINAL%2002%2005.pDf>
- Claudet, C. (2014). *Costos y Presupuestos Aplicados a la Construcción de Obras Públicas y Privadas*. Lima, Perú: Miano.
- Collachagua, I. (2017). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”, como herramienta de mejora de la productividad*. Huancayo, Perú: Universidad Continental. Obtenido de <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3591>
- Contanza, A. (2017). *Implementación del sistema Last Planner en edificación en altura en una empresa constructora*. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello.

- Dataconstruccion. (2021). Obtenido de Analisis de Precios unitarios:  
<https://www.dataconstruccion.com/blog/analisis-de-precios-unitarios-apus>
- Deville, A., & Gallo, G. (2018). *Contribución de lean construction para alcanzar la construcción sostenible*. Lima, Perú : Pontificia Universidad Católica. Obtenido de <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/handle/20.500.12404/10184>
- Deville, A., & Gallo, G. (2018). *Contribucion de lean construction para alcanzar la construcción sostenible Tesis de Pregrado Pontificia Universidad Católica del Perú*. Lima, Perú: Pontificia Universidad Católica del Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12404/10184>
- Dulzaides, M., & Molina, A. (2004). Análisis documental y de información: dos componentes de un mismo proceso. *ACIMED*, 12(2). Obtenido de [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1024-94352004000200011](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1024-94352004000200011)
- Figueroa, R., & Tolmos, M. (2022). *Aplicación de herramientas Lean Construction para mejorar los costos y tiempos en la colocación de encofrado, acero y concreto en la construcción de edificaciones en el sector económico A/B en Lima*. Lima, Perú: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas . Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/337140>
- Fortuna, J. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (guía del PMBOK®)* . Pennsylvania: Project Management Institute, Inc. ISBN 978-1-62825-009-1.
- Ghazi, J. S. (2018). *Development of a lean construction framework for the Saudi Arabian construction industry*. Tesis doctoral , Universidad de Tecnología de Queensland , Brisbane City, Australia. Obtenido de [https://eprints.qut.edu.au/119173/1/Jamil%20Ghazi%20Sarhan\\_Thesis.pdf](https://eprints.qut.edu.au/119173/1/Jamil%20Ghazi%20Sarhan_Thesis.pdf)
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la investigación: las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta* . Mexico: McGraw-Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la Investigación, 6a. Edición*. México: Editorial Mc Grawhill.
- Herrera, R., & Reyes, C. (2017). Los pros y contra al implementar el sistema Last Planner en un proyecto de edificación: un caso de estudio. *Ingenium*, vol. 18. n.º 35, pp. 91-104, 18(35), 91-104. Obtenido de <https://revistas.usb.edu.co/index.php/Ingenium/article/view/3217/2669>
- Herrera, R., & Reyes, C. (2017). Los pros y contra al implementar el sistema Last Planner en un proyecto de edificación: un caso de estudio. *Ingenium*, 18(35), 91-104. doi:<https://doi.org/10.21500/01247492.3217>
- Hinostroza, D., & Manosalva, O. (2015). *Aplicación de last planner en edificaciones multifamiliares*. Lima: Universidad Ricardo Palma.

- Interpro. (2021). *ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS COMO TÉCNICA DE ESTIMACIÓN EN PROYECTOS DE CONSTRUCCIÓN*. Obtenido de <https://www.interpro.ec/analisis-de-precios-unitarios/>
- Layme, J. ( 2017). *Modelo para mejorar la productividad de la mano de obra en edificaciones utilizando las herramientas del sistema Lean Construction en la ciudad del Cusco*. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Obtenido de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/12158>
- Leandro, A. (2018). *Manual de buenas prácticas para incrementar la productividad en procesos de construcción*. Costa Rica: Comisión de Competitividad de la Cámara Costarricense de la Construcción.
- Mattos, A. V. (2014). *Métodos de Planificación y Control de obras*. Barcelona, España: Reverté.
- Mengo, H., Ramirez, N., & Rivera, C. (2018). *Análisis de la productividad de los procesos constructivos aplicando filosofía lean construction para obras civiles de gran minería*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas(UPC). Obtenido de <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/625002>
- Mengo, O., & Tuny, N. (2020). MEJORA DE LA PRODUCTIVIDAD CON LA APLICACIÓN DEL LEAN CONSTRUCTION EN LA ETAPA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO HOTEL IBIS – MIRAFLORES, LIMA, PERÚ 2019. *Ingeniería civil y construcción*(12), 51-63. Obtenido de <https://pandora.pucp.edu.pe/pucp/login?service=http%3a%2f%2fezproxybib.pucp.edu.pe%3a2048%2flogin%3fqurl%3dezp.2aHR0cDovL29ubGluZWxpYnJhcnkud2lsZXkuY29tL3N1YmplY3QvY29kZS8wMDAwMzQvdGI0bGVzP3R5cGU9am91cm5hbCZyY3RpdmVMZXROZl9>
- Milián, N. (s.f.). *Aplicación del lean construction para optimizar el proceso de aplicación de slurry seal en la empresa Concar S.A.* . Pimentel, Perú: Universidad Señor del Sipán. Obtenido de <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5072>
- Moya, E. (2015). *La planeación y ejecución de las obras de construcción dentro de las buenas prácticas de la administración y programación* . Bogota, Colombia: Universidad Católica de Colombia. Obtenido de <https://repository.ucatolica.edu.co/bitstream/10983/2951/4/LA%20PLANEACI%C3%93N%20Y%20.pdf>
- Perez, A. (2021). *Gestión de proyectos*. Obtenido de OBS: <https://www.obsbusiness.school/blog/costos-directos-e-indirectos-de-un-proyecto>
- Pérez, G., Del Toro, H., & López, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información.*, 7(14), 110-121. Obtenido de <https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>

- Pérez, M., Gonzalo, J., Rosales, J., López, A., Ponce, C., & Rodríguez, E. (2019). Evaluación de la gestión en la construcción de una tienda de conveniencia por medio de Lean Construction. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(3), 12-29.
- Pons, J., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa*. Madrid: Consejo General de la Arquitectura técnica de España (CGATE).
- Restrepo, A. (2020). *Implementación metodología Lean en empresas constructoras*. Madrid, España: Universidad Militar de Nueva Granada. Obtenido de Recuperado de: <http://hdl.handle.net/10654/36955>.
- Ruiz, C. (2016). *Aplicacion de Lean Construction dentro de la guía PMBOK, incorporado en BIM*. Valencia, España: Universitat Politècnica de València . Obtenido de <https://m.riunet.upv.es/handle/10251/89614>
- Tamayo, M. (2017). *El proceso de la investigación científica*. México: Limusa.
- Wallace, W. (2014). *Gestión de Proyectos* . Edimburgo: Reino Unido.

## **ANEXOS**

### Anexo 1. Operacionalización de las Variables

VARIABLES	TIPOS DE VARIABLES	DEFINICIÓN CONCEPTUAL	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES
Metodología Lean Construction	Independiente	Lean Construction o construcción sin pérdidas, es la aplicación de herramientas del sistema Lean en los proyectos de construcción desde su concepción hasta la ejecución y puesta en servicio. (Pons & Rubio, 2019).	La Metodología Lean Construction, será medida a través de modelamiento	Last Planner	Flujo de trabajo
				Lookahead	Planificación
Costos y plazos	Dependiente	Costos, cualquier gasto que tiene una empresa al momento de hacer un trabajo, proyecto o una tarea específica. (Pérez, 2021).	Los costos serán medidos a través de la dimensión costo directo, con sus indicadores tiempo útil/tiempo total, presupuesto de la obra, metrados, apu.	Costo Directo	Columnas metálicas
					Vigas metálicas
					Tijerales, correas metálicas
		Plazos: periodo de tiempo establecido por la empresa para la ejecución de la obra (Leandro, 2018).	Los plazos se medirán con la dimensión plazos de ejecución, con los indicadores obra ejecutada y tiempo - cronogramas.	Plazos de ejecución	Duración
					Rendimiento

Fuente: Elaboración Propia

## Anexo 2. Matriz de consistencia

POBLACIÓN Y MUESTRA	MÉTODO Y DISEÑO	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS	TRATAMIENTO ESTADÍSTICO
<p><b>Población y muestra:</b> Proyectos públicos que pueden ser ejecutados aplicando la metodología Lean Construction. Proyecto Construcción de Compañía de Bomberos N° 47, Oxapampa. Partidas de componente Estructuras Metálicas</p>	<p><b>Tipo de Investigación:</b> Descriptiva</p> <p><b>Método:</b> Deductivo</p> <p><b>Orientación:</b> Aplicada</p> <p><b>Enfoque:</b> Cuantitativo</p> <p><b>Diseño:</b> No experimental</p> <p style="text-align: center;"> <span style="border: 1px solid blue; padding: 2px;">G</span>      x      <span style="border: 1px solid red; border-radius: 50%; padding: 2px;">M</span> </p>	<p>La observación directa y revisión de documentación, se utilizará para visualizar de manera sistemática las situaciones en la construcción de acuerdo a los objetivos, variables, dimensiones e indicadores de la investigación.</p> <p>El análisis documental admite la toma y registro de datos requeridos de la empresa relacionados con los indicadores de las variables a través de esta técnica se revisarán los documentos de la institución relacionado con los indicadores de la investigación: presupuesto de obra, análisis de precios unitarios, cronograma de ejecución.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Ho: La metodología Lean Construction no mejora significativamente el plazo y costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022 Ha: La metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo y costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022</p> <p><b>Hipótesis específica:</b> Ho1: La metodología Lean Construction no mejora significativamente el plazo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022. Ha1: La metodología Lean Construction mejora significativamente el plazo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022. Ho2: La metodología Lean Construction no mejora significativamente el costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022. Ha2: La metodología Lean Construction mejora significativamente el costo para la construcción de la Compañía de Bomberos N° 47 del distrito de Oxapampa, 2022.</p>

Fuente: Elaboración Propia









## Anexo 7. Análisis de precio unitario

Presupuesto	N°	Nombre:				
Subpresupuesto	N°	Nombre:				
Partida	N°	Nombre:				
Rendimiento:		MO	EQ	Costo unitario directo por		
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.

### Mano de obra

### Materiales

### Equipos

---

Fuente: (CAPECO, 2004)



### Anexo 9. Análisis de Precios Unitarios de partidas (Estructuras Metálicas)

Partida	02.04.01.01	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO I				
Rendimiento	und/DIA	14.0000	EQ.	14.0000	Costo unitario directo por : und	343.33
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	3.0000	1.7143	11.28	19.34
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.5714	19.16	10.95
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.5714	24.28	13.87
						<b>44.16</b>
<b>Materiales</b>						
02340600010008	PLANCHA DE ACERO NEGRO LAC 1200x2400x12.5MM	pza		0.0456	2,350.00	107.16
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.4550	17.00	7.74
0271050144	PERNO DE ANCLAJE Ø=5/8" SAE 1045 (INC TUERCA Y ARANDELA)	und		4.0000	42.38	169.52
						<b>284.42</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	44.16	1.32
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.5714	15.00	8.57
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.5714	8.50	4.86
						<b>14.75</b>

Partida	02.04.01.02	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO II				
Rendimiento	und/DIA	12.0000	EQ.	12.0000	Costo unitario directo por : und	930.95
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	3.0000	2.0000	11.28	22.56

0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.6667	19.16	12.77
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.6667	24.28	16.19
<b>51.52</b>						
<b>Materiales</b>						
02340600010008	PLANCHA DE ACERO NEGRO LAC 1200x2400x12.5MM	pza		0.1477	2,350.00	347.10
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.3850	17.00	6.55
0271050144	PERNO DE ANCLAJE Ø=5/8" SAE 1045 (INC TUERCA Y ARANDELA)	und		12.0000	42.38	508.56
<b>862.21</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	51.52	1.55
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.6667	15.00	10.00
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.6667	8.50	5.67
<b>17.22</b>						

Partida	<b>02.04.02.01</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO I</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>60.0000</b>	EQ.	<b>60.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>120.69</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.4000	11.28	4.51
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.1333	19.16	2.55
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.1333	24.28	3.24
<b>10.30</b>						
<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.0450	17.00	0.77
0272010101	TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL 150x150x3MM, L=6M	und		0.1750	605.00	105.88
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		0.0250	11.90	0.30
<b>106.95</b>						
<b>Equipos</b>						

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	10.30	0.31
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.1333	15.00	2.00
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.1333	8.50	1.13
						<b>3.44</b>

Partida	<b>02.04.02.02</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO II</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>30.0000</b>	EQ.	<b>30.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>508.95</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	3.0000	0.8000	11.28	9.02
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.2667	19.16	5.11
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.2667	24.28	6.48
						<b>20.61</b>
<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.0450	17.00	0.77
0272010102	TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL 250x250x4.5MM, L=6M	und		0.1750	2,745.00	480.38
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		0.0250	11.90	0.30
						<b>481.45</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	20.61	0.62
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.2667	15.00	4.00
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.2667	8.50	2.27
						<b>6.89</b>

Partida	<b>02.04.03.01</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO I</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>130.0000</b>	EQ.	<b>130.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>61.54</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
--------	---------------------	--------	-----------	----------	------------	-------------

**Mano de Obra**

0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1231	11.28	1.39
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0615	19.16	1.18
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.0615	24.28	1.49
						<b>4.06</b>

**Materiales**

02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.0450	17.00	0.77
0272010103	TUBO RECTANGULAR DE ACERO ESTRUCTURAL 50x100x2.5MM, L=6M	und		0.1750	315.00	55.13
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		0.0020	11.90	0.02
						<b>55.92</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.06	0.12
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.0615	15.00	0.92
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.0615	8.50	0.52
						<b>1.56</b>

Partida	<b>02.04.03.02</b>	<b>SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO II (ARRIOSTRADA)</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>18.0000</b>	EQ.	<b>18.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>237.38</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.8889	11.28	10.03
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.4444	19.16	8.51
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.4444	24.28	10.79
						<b>29.33</b>
<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.0450	17.00	0.77
0272010103	TUBO RECTANGULAR DE ACERO ESTRUCTURAL 50x100x2.5MM, L=6M	und		0.6220	315.00	195.93
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		0.0020	11.90	0.02

**196.72**

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	29.33	0.88
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.4444	15.00	6.67
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.4444	8.50	3.78
						<b>11.33</b>

Partida **02.04.04.01** **TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO I**

Rendimiento **und/DIA** **3.0000** EQ. **3.0000** Costo unitario directo por : und **7,182.99**

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	5.3333	11.28	60.16
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	2.6667	19.16	51.09
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	2.6667	24.28	64.75
						<b>176.00</b>
<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		3.2000	17.00	54.40
0272010104	TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL 38x38x2MM, L=6M	und		26.9200	93.00	2,503.56
0272010105	TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL 50X50X2MM, L=6M	und		38.5600	113.00	4,357.28
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		2.0000	11.90	23.80
						<b>6,939.04</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	176.00	5.28
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	2.6667	15.00	40.00
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	2.6667	8.50	22.67
						<b>67.95</b>

Partida **02.04.04.02** **TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO II**

Rendimiento	und/DIA	1.0000	EQ.	1.0000	Costo unitario directo por : und	4,019.31
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	16.0000	11.28	180.48
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	8.0000	19.16	153.28
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	8.0000	24.28	194.24
						<b>528.00</b>
<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		1.6100	17.00	27.37
0272010104	TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL 38x38x2MM, L=6M	und		11.4200	93.00	1,062.06
0272010105	TUBO CUADRADO DE ACERO ESTRUCTURAL 50X50X2MM, L=6M	und		19.3200	113.00	2,183.16
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		1.2500	11.90	14.88
						<b>3,287.47</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	528.00	15.84
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	8.0000	15.00	120.00
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	8.0000	8.50	68.00
						<b>203.84</b>

Partida	02.04.04.03	IZAJE DE TIJERALES TIPO I	EQ.	7.0000	Costo unitario directo por : und	142.79
Rendimiento	und/DIA	7.0000	EQ.	7.0000	Costo unitario directo por : und	142.79
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	4.0000	4.5714	11.28	51.57
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	2.0000	2.2857	19.16	43.79
						<b>95.36</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	95.36	2.86

03013400010009	ANDAMIO METÁLICO (5 PARES DE CUERPO)	hm	2.0000	2.2857	7.50	17.14
03013400010010	ANDAMIO METÁLICO (4 PARES DE CUERPO)	hm	4.0000	4.5714	6.00	27.43
						<b>47.43</b>

Partida	<b>02.04.04.04</b>	<b>IZAJE DE TIJERALES TIPO II</b>				
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>3.0000</b>	EQ.	<b>3.0000</b>	Costo unitario directo por : und	<b>333.19</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	4.0000	10.6667	11.28	120.32
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	2.0000	5.3333	19.16	102.19
						<b>222.51</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	222.51	6.68
03013400010009	ANDAMIO METÁLICO (5 PARES DE CUERPO)	hm	2.0000	5.3333	7.50	40.00
03013400010010	ANDAMIO METÁLICO (4 PARES DE CUERPO)	hm	4.0000	10.6667	6.00	64.00
						<b>110.68</b>

Partida	<b>02.04.05.01</b>	<b>CORREAS METÁLICAS TIPO I</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>105.0000</b>	EQ.	<b>105.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>27.37</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1524	11.28	1.72
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0762	19.16	1.46
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.0762	24.28	1.85
						<b>5.03</b>
<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.0250	17.00	0.43

0272010106	TUBO RECTANGULAR DE ACERO ESTRUCTURAL 40x60x2MM, L=6M	und		0.1750	114.00	19.95
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		0.0020	11.90	0.02
						<b>20.40</b>

**Equipos**

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.03	0.15
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.0762	15.00	1.14
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.0762	8.50	0.65
						<b>1.94</b>

Partida	<b>02.04.05.02</b>	<b>CORREAS METÁLICAS TIPO II</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>125.0000</b>	EQ.	<b>125.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>26.25</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1280	11.28	1.44
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0640	19.16	1.23
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.0640	24.28	1.55
						<b>4.22</b>
<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.0250	17.00	0.43
0272010106	TUBO RECTANGULAR DE ACERO ESTRUCTURAL 40x60x2MM, L=6M	und		0.1750	114.00	19.95
0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		0.0020	11.90	0.02
						<b>20.40</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	4.22	0.13
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.0640	15.00	0.96
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.0640	8.50	0.54
						<b>1.63</b>

Partida	<b>02.04.06.01</b>	<b>ARRIOSTRE METÁLICO TIPO I</b>
---------	--------------------	----------------------------------

Rendimiento	m/DIA	150.0000	EQ.	150.0000	Costo unitario directo por : m	13.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	2.0000	0.1067	19.16	2.04
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.0533	24.28	1.29
<b>3.33</b>						
<b>Materiales</b>						
0262150005	TENSOR DIN 1480 M12 (1/2")	und		0.1667	25.00	4.17
0272070041	VARILLA DE ACERO LISO Ø = 1/2", L=6M	und		0.1667	33.90	5.65
<b>9.82</b>						
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.33	0.10
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	0.5000	0.0267	8.50	0.23
<b>0.33</b>						

Partida **02.04.06.02 ARRIOSTRE METÁLICO TIPO II**

Rendimiento	m/DIA	150.0000	EQ.	150.0000	Costo unitario directo por : m	13.48
Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	2.0000	0.1067	19.16	2.04
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.0533	24.28	1.29
<b>3.33</b>						
<b>Materiales</b>						
0262150005	TENSOR DIN 1480 M12 (1/2")	und		0.1667	25.00	4.17
0272070041	VARILLA DE ACERO LISO Ø = 1/2", L=6M	und		0.1667	33.90	5.65
<b>9.82</b>						
<b>Equipos</b>						

0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	3.33	0.10
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	0.5000	0.0267	8.50	0.23
						<b>0.33</b>

Partida **02.04.07.01 SUMINISTRO Y COLOCACION DE COBERTURA**

Rendimiento	<b>m2/DIA</b>	<b>95.0000</b>	EQ.	<b>95.0000</b>	Costo unitario directo por : m2	<b>28.47</b>
-------------	---------------	----------------	-----	----------------	---------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1684	11.28	1.90
0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.0842	19.16	1.61
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR	hh	1.0000	0.0842	24.28	2.04
						<b>5.55</b>
<b>Materiales</b>						
0240020024	CALAMINA GALVANIZADA TR5 0.91Mx3.60Mx 0.30MM, COLOR ROJO	pln		0.3529	60.00	21.17
0272070040	PERNO AUTOPERFORANTE N°10 x 2", CON ARANDELA DE NEOPRENO	und		2.0000	0.16	0.32
0272070042	PERNO AUTOPERFORANTE N°10 x 1 1/2", CON ARANDELA DE NEOPRENO	und		5.5000	0.16	0.88
						<b>22.37</b>
<b>Equipos</b>						
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.55	0.17
0301140010	TALADRO INALAMBRICO POT. 18V	hm	1.0000	0.0842	4.50	0.38
						<b>0.55</b>

Partida **02.04.07.02 SUMINISTRO Y COLOCACION DE CUMBRERA DE ALUZINC E=0.3mm**

Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>50.0000</b>	EQ.	<b>50.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>29.78</b>
-------------	--------------	----------------	-----	----------------	--------------------------------	--------------

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.3200	11.28	3.61

0101010008	SOLDADOR OFICIAL	hh	1.0000	0.1600	19.16	3.07
						<b>6.68</b>
	<b>Materiales</b>					
0240020025	CUMBRERA ROJO DE ALUZINC E= 0.30 MM, CON ANTICORTE A=0.30M	m		1.0500	21.20	22.26
0272070042	PERNO AUTOPERFORANTE N°10 x 1 1/2", CON ARANDELA DE NEOPRENO	und		4.0000	0.16	0.64
						<b>22.90</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	6.68	0.20
						<b>0.20</b>

Partida	<b>02.04.07.03</b>	<b>SUMINISTRO Y COLOCACION DE CANALETAS</b>				
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>160.0000</b>	EQ.	<b>160.0000</b>	Costo unitario directo por : m	<b>36.77</b>

Código	Descripción Recurso	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial S/.
	<b>Mano de Obra</b>					
0101010003	OPERARIO	hh	1.0000	0.0500	15.57	0.78
0101010005	PEON	hh	2.0000	0.1000	11.28	1.13
						<b>1.91</b>
	<b>Materiales</b>					
0240020026	CANALETA TRAPEZOIDAL GALVANIZADA, 0.15Mx0.15Mx0.25M, E=0.4MM, L=2.40	m		0.4583	46.65	21.38
02461000010003	SOPORTE DE ACERO PARA CANALETA 3/16"x1"	und		1.3500	7.00	9.45
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"	kg		0.0250	17.00	0.43
0272070043	REMACHES DE ALUMINIO (CJA=100 UND)	und		0.0947	29.50	2.79
						<b>34.05</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	1.91	0.06
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.0500	15.00	0.75
						<b>0.81</b>

Partida	<b>02.04.08.01</b>	<b>ESCALERA METALICA SEGÚN DISEÑO</b>					
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>1.0000</b>	EQ.	<b>1.0000</b>	Costo unitario directo por : und		<b>9,800.00</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Equipos</b>						
03013400030005	ESCALERA METALICA SEGÚN DISEÑO		und		1.0000	9,800.00	9,800.00
							<b>9,800.00</b>
Partida	<b>02.04.08.02</b>	<b>ENTRAMADO METÁLICO EN SALA DE RECREACIÓN</b>					
Rendimiento	<b>und/DIA</b>	<b>1.0000</b>	EQ.	<b>1.0000</b>	Costo unitario directo por : und		<b>12,400.00</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Equipos</b>						
03013400030007	ENTRAMADO METALICO EN SALA DE RECREACION S/DISEÑO		und		1.0000	12,400.00	12,400.00
							<b>12,400.00</b>
Partida	<b>02.04.08.03</b>	<b>ENTRAMADO CON PERFILES METÁLICOS</b>					
Rendimiento	<b>m/DIA</b>	<b>125.0000</b>	EQ.	<b>125.0000</b>	Costo unitario directo por : m		<b>35.08</b>
<b>Código</b>	<b>Descripción Recurso</b>		<b>Unidad</b>	<b>Cuadrilla</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Precio S/.</b>	<b>Parcial S/.</b>
	<b>Mano de Obra</b>						
0101010005	PEON		hh	2.0000	0.1280	11.28	1.44
0101010008	SOLDADOR OFICIAL		hh	2.0000	0.1280	19.16	2.45
01010200010015	OPERARIO SOLDADOR		hh	1.0000	0.0640	24.28	1.55
							<b>5.44</b>
	<b>Materiales</b>						
02550800140003	SOLDADURA AWS E6011 1/8"		kg		0.0450	17.00	0.77
0272010107	TUBO RECTANGULAR DE ACERO ESTRUCTURAL 40x80x2.0MM, L=6M		und		0.1750	155.00	27.13

0276020077	DISCO DE CORTE PARA ACERO DE 14"	und		0.0064	11.90	0.08
						<b>27.98</b>
	<b>Equipos</b>					
0301010006	HERRAMIENTAS MANUALES	%mo		3.0000	5.44	0.16
03010300030002	SOLDADURA ELECT. MONOF. ALTERNA 225 AMP.	hm	1.0000	0.0640	15.00	0.96
0301120005	EQUIPO DE CORTE	hm	1.0000	0.0640	8.50	0.54
						<b>1.66</b>

**Anexo 10. Validación de resumen de rendimientos**

**CUADRO RESUMEN DE RENDIMIENTOS**

**PROYECTO:** CREACIÓN DEL SERVICIO DE PREVENCIÓN, ATENCIÓN DE INCENDIOS Y EMERGENCIAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS N° 47 DEL DISTRITO DE OXAPAMPA. PROVINCIA DE OXAPAMPA - PASCO  
**CLIENTE:** MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OXAPAMPA  
**UBICACION:** JR. GRAU N° 302 - OXAPAMPA - OXAPAMPA - PASCO  
**FECHA BASE:** 2022-07-11  
**MONEDA:** SOLES

Item	Partida	Unidad	Rendimiento		
			GRUPO AREVIL	CORDOVA OXA GROUP	CORPORACIÓN CÓNDR YALICO
<b>02.04</b>	<b>ESTRUCTURAS METÁLICAS</b>				
<b>02.04.01</b>	<b>ANCLAJES</b>				
02.04.01.01	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO I	und	14.00	15.00	13.00
02.04.01.02	ANCLAJE METÁLICO FIJO TIPO II	und	13.00	12.00	12.00
<b>02.04.02</b>	<b>COLUMNA METÁLICA</b>				
02.04.02.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO I	m	60.00	61.00	60.00
02.04.02.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE COLUMNA METÁLICA TIPO II	m	30.00	32.00	31.00
<b>02.04.03</b>	<b>VIGA METÁLICA</b>				
02.04.03.01	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO I	m	129.00	130.00	131.00
02.04.03.02	SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE VIGA METÁLICA MÓDULO II (ARRIOSTRADA)	m	18.00	19.00	18.00
<b>02.04.04</b>	<b>TIJERALES METÁLICOS</b>				
02.04.04.01	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO I	und	3.50	3.00	3.00
02.04.04.02	TIJERAL METÁLICO ARRIOSTRADO TIPO II	und	1.00	1.00	1.00
02.04.04.03	IZAJE DE TIJERALES TIPO I	und	8.00	7.00	7.00
02.04.04.04	IZAJE DE TIJERALES TIPO II	und	3.00	2.00	3.00
<b>02.04.05</b>	<b>CORREAS METÁLICAS</b>				
02.04.05.01	CORREAS METÁLICAS TIPO I	m	105.00	106.00	105.00
02.04.05.02	CORREAS METÁLICAS TIPO II	m	125.00	126.00	125.00
<b>02.04.06</b>	<b>ARRIOSTRES DE TECHO METÁLICO</b>				
02.04.06.01	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO I	m	150.00	149.00	150.00
02.04.06.02	ARRIOSTRE METÁLICO TIPO II	m	150.00	149.00	150.00
<b>02.04.07</b>	<b>COBERTURAS</b>				
02.04.07.01	SUMINISTRO Y COLOCACION DE COBERTURA	m2	95.00	94.00	95.00
02.04.07.02	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CUMBRERA DE ALUZINC E=I	m	50.00	49.00	51.00
02.04.07.03	SUMINISTRO Y COLOCACION DE CANALETAS	m	160.00	160.00	159.00
<b>02.04.08</b>	<b>ESCALERAS Y ENTRAMADO METÁLICO</b>				
02.04.08.01	ESCALERA METALICA SEGÚN DISEÑO	und	1.00	1.00	1.00
02.04.08.02	ENTRAMADO METÁLICO EN SALA DE RECREACIÓN	und	1.00	1.00	1.00
02.04.08.03	ENTRAMADO CON PERFILES METÁLICOS	m	125.00	124.00	125.00



**GRUPO AREVIL S.A.C.**  
 RUC: 20806525935  
  
**WALTER ARELLANO HUAYNATES**  
 GERENTE

**CORDOVA OXA GROUP S.A.C.**  
  
**Milagros J. Minaya Córdova**  
 GERENTE GENERAL

**CORPORACIÓN CÓNDR YALICO**  
  
**Yolanda Yalico Grijalba**  
 RUC: 20808213199

## Anexo 11. Autorización de uso de datos



MUNICIPALIDAD  
DE OXAPAMPA  
*Provincia Sostenible*

"AÑO DEL FORTALECIMIENTO DE LA SOBERANÍA  
NACIONAL "

### AUTORIZACIÓN DE USO DE DATOS

Yo, Ing. Rodolfo Nixon Carhuaricra Espinoza, identificado con Documento Nacional de Identificación N° 44100637, en función como Sub-Gerente de Estudios de Inversión de la Municipalidad Provincial de Oxapampa, por medio de la presente **AUTORIZO** a la Srta. Mirella Joana Arellano Villena para que pueda hacer uso de los datos correspondientes al Expediente Técnico del Proyecto de Inversión: **“CREACIÓN DEL SERVICIO DE PREVENCIÓN, ATENCIÓN DE INCENDIOS Y EMERGENCIAS DE LA COMPAÑÍA DE BOMBEROS N° 47 DEL DISTRITO DE OXAPAMPA, PROVINCIA DE OXAPAMPA - PASCO”** con Código Único de Inversiones N° 2544522; cuya finalidad será netamente académica.

Sin otro particular, me despido aprovechando para expresarle nuestra más distinguida consideración.

Oxapampa, 26 de octubre del 2022



MUNICIPALIDAD PROVINCIAL DE OXAPAMPA  
Ing. Rodolfo Nixon CARHUARICRA ESPINOZA  
SUB GERENTE DE ESTUDIOS DE INVERSIÓN

Sub Gerencia de Estudios de Inversión

Gerencia de Planificación, Presupuesto e Inversiones

Jirón Grau N° 302 - Oxapampa - Teléfono: 063 - 462495  munioxa | [www.munioxapampa.com](http://www.munioxapampa.com)