



UNIVERSIDAD RICARDO PALMA

FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Gestión de procesos para mejorar la producción y la planificación en
la ejecución de pavimentos rígidos

TESIS

Para optar el título profesional de Ingeniero(a) Civil

AUTORES

Romero Condori, Diego Alonso
ORCID: 0000-0002-5491-4145

Solorzano Morales, Daysi Leonela
ORCID: 0000-0001-6210-9309

ASESOR

Chavarry Vallejos, Carlos Magno
ORCID: 0000-0003-0512-8954

Lima, Perú

2022

Metadatos Complementarios

Datos de los autores

Romero Condori, Diego Alonso

DNI: 48585260

Solorzano Morales, Daysi Leonela

DNI: 71528670

Datos de asesor

Chavarry Vallejos, Carlos Magno

DNI: 07410234

Datos del jurado

JURADO 1

Donayre Córdova, Oscar Eduardo

DNI: 06162939

ORCID: 0000-0002-5142-3789

JURADO 2

Vargas Chang, Esther Joni

DNI: 07907361

ORCID: 0000-0003-3500-2527

JURADO 3

Valencia Gutiérrez, Andrés Avelino

DNI: 07065758

ORCID: 0000-0002-8873-189X

Datos de la investigación

Campo del conocimiento OCDE: 2.01.01

Código del Programa: 732016

DEDICATORIA

Dedico esta tesis a las personas que más amo: mis padres; así mismo a mis familiares, compañeros y amigos quienes me asistieron de muchas maneras a lo largo de mis cinco años de estudio.

Romero Condori, Diego Alonso

Esta tesis está dedicada a mis padres y familiares; en los que encontré una fuente inagotable de apoyo para no decaer y perseguir mis sueños y culminar con éxito esta investigación.

Solorzano Morales, Daysi Leonela

AGRADECIMIENTO

Nuestro sincero agradecimiento a nuestra alma mater la Universidad Ricardo Palma, al Dr. Ing. Chavarry Vallejos, Carlos Magno y a la Dra. Vargas Chang, Esther Joni, por habernos brindado los conocimientos de esta maravillosa carrera; a la empresa SIM Contratistas Generales E. I. R. L., por abrirnos sus puertas; y a todas personas que de alguna manera nos apoyaron en el desarrollo de la tesis, entre ellos docentes y familiares.

Romero Condori, Diego Alonso

Solorzano Morales, Daysi Leonela

ÍNDICE GENERAL

RESUMEN	i
ABSTRACT	ii
INTRODUCCIÓN	iii
CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 Descripción de la realidad problemática.....	1
1.2 Formulación del Problema.....	4
1.2.1 Problema general	4
1.2.2 Problemas específicos	4
1.3 Objetivos de la investigación.....	5
1.3.1 Objetivo general	5
1.3.2 Objetivos específicos	5
1.4 Delimitación de la investigación.....	6
1.4.1 Geográfica	6
1.4.2 Temporal	6
1.4.3 Temática.....	6
1.4.4 Muestral.....	7
1.5 Justificación	7
1.5.1 Conveniencia.....	7
1.5.2 Relevancia social.....	7
1.5.3 Aplicación práctica.....	7
1.5.4 Utilidad metodológica.....	7
1.5.5 Valor teórico.....	7
1.6 Importancia del estudio.....	8
1.6.1 Nuevos conocimientos	8
1.6.2 Aporte.....	8
1.7 Limitaciones	8
1.7.1 Falta de estudios previos de investigación	8
1.7.2 Medidas para la recolección de datos.....	9
1.7.3 Obstáculos en la investigación	9
1.8 Alcance	9
1.9 Viabilidad	9

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO.....	10
2.1. Marco histórico.....	10
2.2 Investigaciones relacionadas con el tema.....	11
2.2.1 Investigaciones internacionales.....	11
2.2.2 Investigaciones nacionales.....	13
2.2.3 Artículos relacionados con el tema.....	14
2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio.....	16
2.3.1 Gestión de Procesos.....	16
2.3.2 Lean Construction.....	17
2.3.2 Last Planner System (LPS).....	18
2.3.3 Producción en el contexto de la industria de la construcción.....	20
2.3.4 Planificación.....	21
2.3.5 Pavimento rígido.....	22
2.4. Definición de términos básicos.....	22
2.5 Fundamentos teóricos que sustentan la hipótesis.....	23
CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS.....	24
3.1 Hipótesis.....	24
3.1.1 Hipótesis principal.....	24
3.1.2 Hipótesis secundarias.....	24
3.1.3 Variables.....	24
CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA.....	29
4.1 Método de la investigación.....	29
4.2 Tipo de la investigación.....	29
4.3 Nivel de la investigación.....	29
4.4 Diseño de la investigación.....	29
4.5 Población y muestra.....	30
4.5.1 Población.....	30
4.5.2 Muestra.....	30
4.6 Técnicas e Instrumentación de recolección de datos.....	31
4.6.1 Instrumento de recolección de datos.....	31
4.6.2. Métodos y técnicas.....	31
4.7 Validez del instrumento.....	31
4.8. Descripción de procedimientos de análisis.....	32

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN	33
5.1. Presentación de los resultados	33
5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio	33
5.1.2. Índice de validez del instrumento	36
5.1.3. Prueba de normalidad.....	40
5.1.4. Grado de asociación entre las variables	43
5.1.5. Resultados según dimensiones.....	43
5.2. Análisis e interpretación de los resultados.....	55
5.2.2. Análisis de calidad	55
5.2.3. Análisis cuantitativo.....	56
5.2.4. Análisis cualitativo.....	56
5.2.5. Análisis de riesgos.....	57
5.3. Contrastación de los resultados	59
5.3.1. Contrastación de hipótesis específicas	60
5.3.2. Interpretación de resultados	63
5.4. Desarrollo del proyecto.....	63
5.4.1. Generalidades de la empresa	63
5.4.2. Estadística descriptiva del proyecto	64
5.4.3. Herramientas de control de calidad.....	65
5.5. Propuesta plan de mejora.....	68
5.5.1. Plan de mejora.....	68
5.5.2. Procedimiento para la aplicación de la propuesta de mejora	69
5.5.3. Recomendaciones para la propuesta de mejora	73
5.5.4. Aplicación de la propuesta de mejora	74
5.5.5 Estado situacional del proyecto antes de aplicar el plan de mejora.....	74
5.5.6 Proyecto aplicando la metodología Last Planner System (misma empresa).....	76
5.5.7 Proyecto ejecutado sin la metodología Last Planner System (misma empresa).....	76
5.6. Benchmarking del aporte	77
DISCUSIÓN	78
CONCLUSIONES	81

RECOMENDACIONES.....	83
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	84
ANEXOS	90

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 1. Operacionalización de las variables	26
Tabla N° 2. Nivel de validez del cuestionario de acuerdo al juicio de expertos	31
Tabla N° 3. Valores del nivel de validez de los cuestionarios.....	32
Tabla N° 4. Sexo de los encuestados	33
Tabla N° 5. Edad de los encuestados	33
Tabla N° 6. Años de experiencia de los encuestados	34
Tabla N° 7. Profesión de los encuestados.....	34
Tabla N° 8. Ocupación de los entrevistados en la obra	35
Tabla N° 9. Proyecto de construcción donde labora el encuestado	35
Tabla N° 10. Alfa de Cronbach	37
Tabla N° 11. Evaluación de los coeficientes de Cronbach.....	37
Tabla N° 12. Estadísticas de total del elemento (Alfa de Cronbach – SPSS).....	37
Tabla N° 13. Prueba de normalidad a cada uno de los ítems de la encuesta aplicada....	40
Tabla N° 14. Prueba de normalidad a cada una de las dimensiones del test	42
Tabla N° 15. Coeficiente de correlación de Pearson entre las dimensiones evaluadas con el instrumento	43
Tabla N° 16. Dimensión N° 1, Valor de producto.....	44
Tabla N° 17. Dimensión N 2, Flujo de trabajo	45
Tabla N° 18. Dimensión N° 3, Eliminación de residuos	46
Tabla N° 19. Dimensión N° 4, Establecer un sistema pull.....	48
Tabla N° 20. Dimensión N° 5, Mejora del proceso.....	49
Tabla N° 21. Dimensión N° 6, Diseño de planes	50
Tabla N° 22. Dimensión N° 7, Disposición de materiales	51
Tabla N° 23. Dimensión N° 8, Equipos de trabajo.....	52
Tabla N° 24. Dimensión N° 9, Ejecución de la obra	53
Tabla N° 25. Pruebas de significancia para las dimensiones.....	59
Tabla N° 26. Porcentaje de aceptación general de planteamiento de hipótesis.....	63
Tabla N° 27. Ejemplo de matriz FODA para la obra considerada	67
Tabla N° 28. Lookahead Plan del sector dos de la obra	69
Tabla N° 29. Propuestas de mejora (PM) para la gestión de procesos en la fase del lookahead plan.....	70

Tabla N° 30. Propuestas de mejora (PM), para la gestión de los procesos durante el plan semanal.	71
Tabla N° 31. Propuestas de mejora (PM) para la gestión de procesos en la planificación diaria.	72
Tabla N° 32. Tipos de restricciones y algunos ejemplos en la obra	73
Tabla N° 33. Cuadro comparativo entre los proyectos durante dos momentos de la obra	75
Tabla N° 34. Proyecto sin aplicar la metodología Last Planner System	75
Tabla N° 35. Proyecto con la aplicación de la metodología Last Planner System	76

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 1. Distribución por sector.....	2
Figura N° 2. Causas de paralización.....	3
Figura N° 3. Aspectos clave para la implementación de una gestión de empresas basadas en el enfoque LC.....	18
Figura N° 4. Esquema del Last Planner System (LPS).....	19
Figura N° 5. Tipos de planes, en función del tiempo y el nivel de gestión.	22
Figura N° 6. Valores promedio para los ítems de la dimensión valor de producto.	44
Figura N° 7. Valores promedio de los ítems de la dimensión flujo de trabajo.....	45
Figura N° 8. Valores promedio de los ítems de la dimensión eliminación de residuos .	46
Figura N° 9. Valores promedio de los ítems de la dimensión establecer un sistema pull	47
Figura N° 10. Valores promedio de los ítems de la dimensión mejora del proceso.....	49
Figura N° 11. Valores promedio de los ítems de la dimensión diseño de planes.....	50
Figura N° 12. Valores promedio de los ítems de la dimensión disposición de materiales	51
Figura N° 13. Valores promedio de los ítems de la dimensión equipos de trabajo	52
Figura N° 14. Valores promedio de los ítems de la dimensión ejecución de la obra	53
Figura N° 15. Valores promedio de cada una de las dimensiones de la variable independiente gestión de procesos. Las líneas verticales señalan el intervalo de confianza al 95%.	55
Figura N° 16. Valores promedio de cada una de las dimensiones de las variables dependientes planificación y producción. Las líneas verticales señalan el intervalo de confianza al 95%.	55
Figura N° 17. Gráfico de control de la calidad	56
Figura N° 18. Gráfico de barras del análisis cualitativo.	58
Figura N° 19. Establecer el valor del producto.....	60
Figura N° 20. Establecer el flujo de trabajo.....	61
Figura N° 21. Establecer la eliminación de desechos.....	61
Figura N° 22. Establecer un sistema pull.....	62
Figura N° 23. Establecer la mejora del proceso.....	62
Figura N° 24. Plano de la obra, donde se muestran en gris los sitios donde se construirán los pavimentos rígidos.....	65

Figura N° 25. Estructura del pavimento rígido.....	65
Figura N° 26. Diagrama de Ishikawa sobre la gestión de procesos en la construcción..	66
Figura N° 27. Comparación del porcentaje de avance de la obra con y sin la aplicación del Last Planner System (LPS).	77

RESUMEN

Este trabajo tuvo como propósito general determinar la gestión de procesos en empresas de construcción para implementar la herramienta de Lean Construction, para mejorar la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos en las empresas de Lima Metropolitana. La aplicación de herramientas basadas en LC, permitiría cumplir con los objetivos generales proyectado en la obra. La investigación se desarrolló mediante un diseño no experimental, y a través del análisis de técnicas cualitativas y cuantitativas.

Inicialmente, se recopiló la información mediante la aplicación de una encuesta, al personal que realizaba obras de construcción de pavimentos rígidos en Lima Metropolitana. Esto permitió diagnosticar la adecuación de la gestión de procesos a los pasos establecidos en la concepción de LC; también se realizó la matriz FODA y el diagrama de Ishikawa, identificando las principales restricciones para el desarrollo de la obra.

La evaluación de la gestión de procesos se realizó mediante el análisis de los datos de la aplicación del instrumento, calculando los porcentajes de frecuencia en las que se implementó pasos concretos de la gestión de procesos.

Se concluye que se implementa una gestión de procesos con elementos de LC, con algunas debilidades en la dirección de la mano de obra y en la disposición de los materiales. Finalmente se propuso un plan de mejora basada en la herramienta de Last Planner System, para mejorar las debilidades detectadas en la gestión de procesos y sostener las fortalezas que en materia de gestión ya se estaban realizando en la obra.

Palabras clave: Lean Construction, Last Planner System, gestión de procesos, pavimentos rígidos, producción

ABSTRACT

The general purpose of this work was to determine the process management in construction companies in order to implement the Lean Construction tool to improve production and planning in the execution of rigid pavements in companies in Metropolitan Lima. The application of tools based on LC, would allow to fulfill the general objectives projected in the work. The research was developed through a non-experimental design, and through the analysis of qualitative and quantitative techniques. Initially, information was collected through the application of a survey to personnel performing rigid pavement construction works in Metropolitan Lima. This made it possible to diagnose the adequacy of process management to the steps established in the LC conception; the SWOT matrix and the Ishikawa diagram were also carried out, identifying the main restrictions for the development of the work.

The evaluation of process management was carried out by analyzing the data from the application of the instrument, calculating the frequency percentages in which specific steps of process management were implemented.

It is concluded that a process management with LC elements is implemented, with some weaknesses in the direction of labor and in the disposition of materials. Finally, an improvement plan was proposed based on the last planner system tool, to improve the weaknesses detected in the process management and to sustain the strengths that were already being implemented in the site.

Keywords: lean construction, last planner system, process management, rigid pavements, production

INTRODUCCIÓN

La implementación de las herramientas de gestión de procesos basadas en la filosofía Lean Construction (LC) permite un control más eficiente de la cadena de producción y del producto final, sobre todo en empresas con un alto grado de incertidumbre como la industria de la construcción. Es por esto que, la ejecución de proyectos de construcción donde se empleen herramientas LC tales como Just in Time o Last Planner System, son más comunes, aunque su permeabilidad ha sido moderada, siendo necesario seguir investigando e informando a las empresas las bondades de su aplicación. De esta inquietud nace la presente investigación, en el contexto de una obra de construcción en Lima Metropolitana donde parte de la obra era la aplicación de un pavimento rígido.

En el Capítulo I se esboza el planteamiento del problema, los problemas generales y específicos y sus correspondientes objetivos, incorporando las ideas que permiten delimitar la investigación en diferentes ámbitos, sus limitaciones, su importancia, y se explican los elementos que justifican la realización de este trabajo, su alcance y viabilidad.

En el Capítulo II se desarrolla el marco teórico, con énfasis en las investigaciones relacionadas con el tema y se consideran todos los contenidos de la gestión de procesos y la filosofía de LC y otros aspectos inherentes a la producción, planificación y la conceptualización del pavimento rígido.

En el Capítulo III, se presenta el sistema de hipótesis de la investigación y el sistema de variables.

En el Capítulo IV se explican los fundamentos metodológicos que orientaron la realización del trabajo, en atención al tipo, nivel y diseño de la investigación, la población y muestra, y el procedimiento seguido para la construcción y validación del instrumento, y el procesamiento estadístico posterior de la información recolectada.

En el Capítulo V se muestran los resultados obtenidos, y los análisis respectivos con apoyo en tablas y gráficos. También se presenta el plan de mejora basados en la herramienta Last Planner System y su implementación. Para finalizar se muestran las conclusiones, recomendaciones y los anexos.

CAPÍTULO I: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Descripción de la Realidad Problemática

El empleo de pavimentos rígidos trae beneficios medioambientales, económicos y sociales a largo plazo, por lo cual su uso, además de los pavimentos flexibles, es especialmente importante para las economías emergentes que buscan la conciliación entre un desarrollo sostenible y el crecimiento económico (Chau et al., 2023). No obstante, como toda obra de infraestructura, su construcción en los términos y plazos establecidos, depende de forma crítica de la planificación y la ejecución de la obra.

En ese sentido, la planificación, el diseño y la construcción de proyectos de infraestructuras físicas, como los pavimentos rígidos, suelen implicar actividades complejas y fragmentadas que requieren la aportación de varios profesionales y no profesionales, lo que origina requisitos de coordinación complicados. En consecuencia, el sector de la construcción se enfrenta a retos relacionados con la inclusión de actividades y procesos que no aportan valor añadido en su cadena de suministro, lo que se traduce en ineficacia y baja productividad, siendo una de las principales manifestaciones de ineficiencia en el sector de la construcción, el exceso de costes derivado de los retrasos en el cumplimiento de los plazos de entrega y el desperdicio de material (Babalola et al., 2019).

En los Emiratos Árabes Unidos, Al Nahyan et al. (2019) evaluaron cuatro procesos clave de gestión, a saber, la comunicación, la coordinación, la toma de decisiones y el intercambio de conocimientos, para determinar cómo influyen en el éxito de los proyectos de infraestructuras de transporte, encontrando que la identificación y la participación de los principales interesados, sobre todo en las primeras fases de un proyecto de construcción, resultan claves. En atención a esto, Opong et al. (2017) puntualizan que la gestión de las partes interesadas debe evaluarse mediante el empleo de herramientas adecuadas, en todo proyecto de construcción. En una revisión realizada por Ismail et al. (2018), proponen las ventajas que puede ofrecer el Big Data, en la productividad y la eficiencia de la industria de la construcción, sobre todo en el área de planificación, al aprovechar de forma activa la gran cantidad de información generada por esta industria, que puede alimentar los modelos de gestión de esas empresas.

En Latinoamérica también se ha estudiado el impacto de la gestión de distintos procesos sobre el desempeño del sector de la producción, bajo distintos enfoques. En

ese sentido, Córdova (2018) plantea que la evaluación de la eficiencia empresarial empleado indicadores económicos y tratando los datos con estadística no paramétrica para establecer una puntuación que permita comparar a las empresas del sector de la construcción en Ecuador; esto brinda una evaluación objetiva con el que se puede mejorar la gestión organizacional. En otra investigación, García et al. (2019) destacan la importancia de la evaluación continua de la eficacia y la eficiencia del suministro de materiales en empresas del área de la construcción en Colombia, para mantener los estándares de producción establecidos. También se puede destacar el trabajo de Fuentes y Guanga (2021) en Ecuador, que apuntan a una gestión del conocimiento en las empresas de la construcción, como una forma de armonizar y organizar el capital humano y a la organización, para hacerlas más competitivas en términos de eficacia y eficiencia.

En el contexto peruano, el sector construcción en el Perú es uno de los de mayor crecimiento, especialmente en cuanto a obras de pavimentación, ya que aún existen muchas vías que requieren ser acondicionadas en el país. El sector de la construcción aporta a la economía del Perú el 7% del producto interno bruto, no obstante es un sector que apuesta poco a la gestión en innovación, que pudieran generar mejoras económicas y sociales a largo plazo (Maceli, 2017).

En ese sentido, un problema recurrente con este tipo de obras es la prevalencia de los casos de baja productividad, lo que se atribuye a que la mayoría de empresas constructoras aun utilizan métodos tradicionales de planificación y ejecución, con procesos de construcción ineficientes y muy variables, lo que lleva al incumplimiento del plazo contractual y su posible paralización, como se muestra en la Figura N° 1.

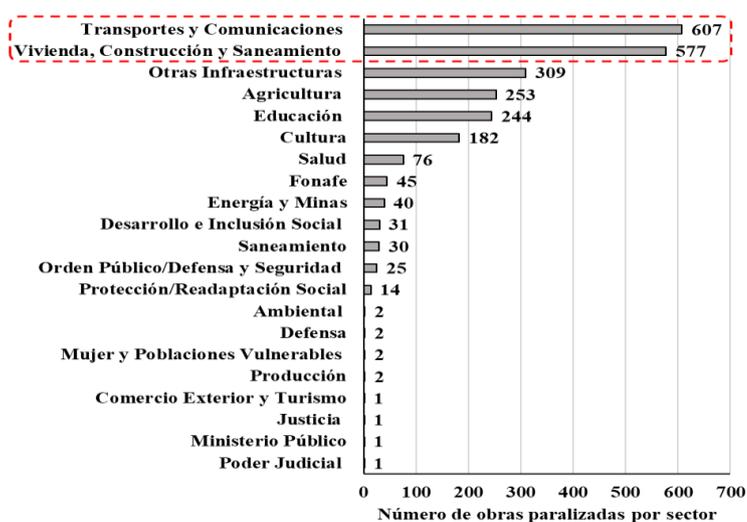


Figura N° 1. Distribución por sector

Fuente: Robas (2021).

Hasta diciembre del 2021 existían 2455 obras paralizadas, de las cuales los sectores con más obras paralizadas eran el sector Vivienda, Construcción y Saneamiento con 577 obras paralizadas y el sector Transporte y Comunicaciones con 607 obras paralizadas (Figura N° 1).

Asimismo, como se muestra en la Figura N° 2, entre las causas de la paralización, se destaca que 631 se debieron a problemas en la ejecución y/o incumplimiento de contrato, mientras 567 se debieron a la falta de una asignación presupuestal adicional.

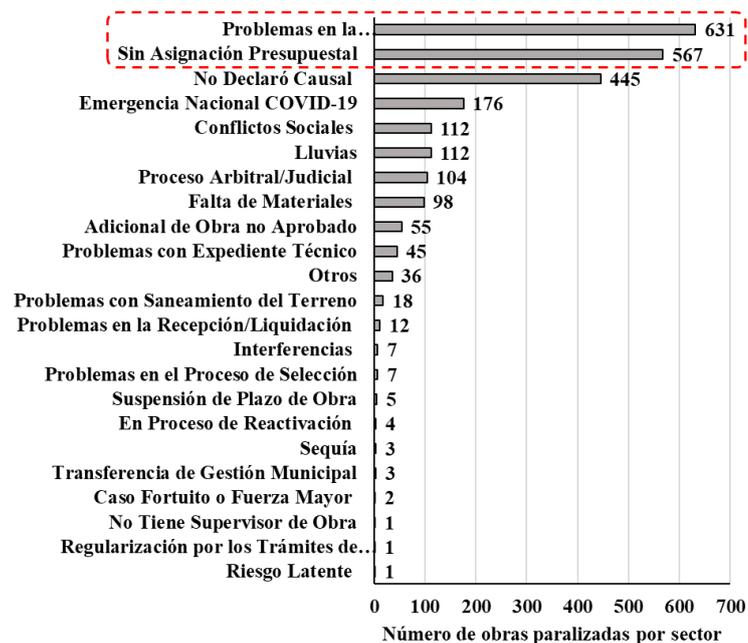


Figura N° 2. Causas de paralización

Fuente: Robas (2021)

Una forma de afrontar los problemas que se presentan en este sector, es la gestión por procesos, que aplicados en el campo de logística, ha mejorado significativamente aspectos asociados a la búsqueda de materiales y el acceso al inventario (y con ello una disminución en los tiempos de ejecución la obra) (Llaque et al., 2021). Actualmente, se está empleando en este sector el llamado Lean Construction (LC), que permite una gestión de los procesos que conducen a reducir todos aquellos eventos que ocasionan pérdidas y todas las consecuencias que eso genera, a la vez que mejoran y actualizan los métodos tradicionales de gestión de la construcción (Caballero et al., 2018; Collachagua, 2017; Córdova, 2018). De igual manera, la herramienta del Last Planner System (LPS), que se basa en los principios del LC, y

que “propone un sistema de planificación y control de la producción que busca maximizar el valor del proceso constructivo y disminuir la incertidumbre y variabilidad en el flujo de trabajo para alcanzar compromisos confiables” (Hoyos & Botero, 2018, p. 189).

1.2 Formulación del Problema

De acuerdo a la descripción de la realidad problemática, hay aspectos que son fundamentales a tener en cuenta para llevar a cabo con éxito la culminación de obras de infraestructura, como es la gestión de las partes interesadas, la gestión del conocimiento involucrado en todas las etapas de la construcción, y el empleo de nuevas tecnologías de manejo de la información como el Big Data, y que de forma global apuntan a una optimización de los procesos y al empleo de modelos flexibles, con evaluación continua, que permitan responder en tiempo real, a los cambios que pueden ocurrir durante el desarrollo de la obra.

Dado todos los problemas que se derivan de la ausencia o el empleo de modelos inadecuados de gestión, cuyas consecuencias son de tipo económicas (toda demora implica aumento de costos, lo cual es indeseable), incumplimiento de plazos de entrega, problemas de producción, falta de presupuesto, insatisfacción del cliente y pérdidas de competitividad, en esta investigación se propuso un modelo de gestión de procesos en la ejecución de pavimentos rígidos para mejorar la producción y planificación. A continuación, se enuncian los problemas generales y específicos.

1.2.1 Problema General

¿De qué manera la gestión de procesos puede mejorar la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos utilizando la herramienta de Lean Construction?

1.2.2 Problemas Específicos

- a) ¿De qué forma describir el valor de los pavimentos rígidos en su construcción y con ello satisfacer los requerimientos de las partes involucradas para poder mejorar el diseño de los planes de construcción y la ejecución de la obra?
- b) ¿De qué manera se pueden conocer los defectos del flujo de trabajo en cada fase de la gestión del proyecto para poder eliminarlos, y de esta manera

mejorar la planificación de la obra, y aumentar la producción de pavimento rígido?

- c) ¿De qué modo se pueden describir las estrategias empleadas para la eliminación de los residuos previamente identificados para mejorar la disposición de los recursos, el tiempo y el desempeño del personal, para incrementar la eficiencia en la ejecución de la obra?
- d) ¿De qué manera se pueden establecer las operaciones posteriores una vez completada cada fase del proyecto para el mantenimiento del flujo de trabajo, y de esta manera mejorar la producción de la obra y satisfacer los requerimientos de las partes involucradas?
- e) ¿De qué forma se puede describir la evaluación de la gestión de procesos para el establecimiento e implementación de estrategias de mejora, para satisfacer las necesidades detectadas con el fin de mejorar la planificación, la producción y la ejecución de los pavimentos rígidos?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Determinar la gestión de procesos en empresas de construcción para implementar la herramienta de Lean Construction, para de esta manera mejorar la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos en las empresas de Lima Metropolitana.

1.3.2 Objetivos Específicos

- a) Describir el valor de los pavimentos rígidos en su construcción y con ello satisfacer los requerimientos de las partes involucradas para mejorar el diseño de los planes de construcción y la ejecución de la obra.
- b) Conocer e identificar los residuos que se generan en el flujo de trabajo en cada fase de la gestión del proyecto para poder eliminarlos, y de esta manera mejorar la planificación de la obra, y aumentar la producción de pavimento rígido.
- c) Describir las estrategias empleadas para la eliminación de los residuos previamente identificados, para mejorar la disposición de los recursos, el tiempo y el desempeño del personal, para incrementar la eficiencia en la ejecución de la obra.

- d) Establecer las operaciones posteriores una vez completada cada fase del proyecto para el mantenimiento del flujo de trabajo, y de esta manera mejorar la producción de la obra y satisfacer los requerimientos de las partes involucradas.
- e) Describir la evaluación de la gestión de procesos para el establecimiento e implementación de estrategias de mejora, para satisfacer las necesidades detectadas con el fin de mejorar la planificación, la producción y la ejecución de los pavimentos rígidos.

1.4 Delimitación de la Investigación

La delimitación es un sesgo sistemático introducido intencionadamente en el diseño del estudio por el investigador (Price & Murnan, 2004). Esto permite reducir el problema a dimensiones prácticas dentro de la cual es posible llevar a cabo la investigación (Sabino, 1992). En este caso, dada la amplitud del sector construcción en Perú, el trabajo se desarrollará en una empresa del Distrito de Villa María del Triunfo, en el año 2022.

Las delimitaciones de este estudio son de tipo geográfica, temporal, temática y muestral.

1.4.1 Geográfica

El trabajo se desarrollará en una localidad particular de Perú, como lo es el Distrito de Villa María del Triunfo, en Lima Metropolitana.

1.4.2 Temporal

La revisión de los antecedentes y de la contextualización del problema fue de los últimos 6 años, mientras que la obtención de los datos de la empresa seleccionada, será para este año 2022.

1.4.3 Temática

Se trabajará con el modelo de gestión de procesos basados en la filosofía de Lean Construction, aplicados a una empresa del sector de la construcción en la localidad previamente mencionada.

1.4.4 Muestral

La muestra está constituida por los ingenieros y técnicos de la empresa del sector de la construcción seleccionada.

1.5 Justificación

La presente investigación se justifica por su conveniencia, relevancia social, aplicación práctica, utilidad metodológica y valor teórico. La examinación de estos elementos son claves para establecer el porqué de la investigación (R. Hernández et al., 2010).

1.5.1 Conveniencia

Esta investigación servirá para mejorar la producción y la planificación de una empresa de pavimentos rígidos.

1.5.2 Relevancia Social

El impacto social que tiene el desempeño eficiente de una empresa, se manifiesta en la disminución de inconvenientes (por ejemplo, paralización del tráfico, disposición de la obra, mayores gastos, etc.) y la calidad de vida de las personas.

1.5.3 Aplicación Práctica

Se aportan soluciones operativas viables que contribuyen a la solución de problemas concretos previamente diagnosticados.

1.5.4 Utilidad Metodológica

Se desarrollarán instrumentos que permitirán evaluar las variables y los procesos críticos que son necesarios mejorar, y como diagnóstico para la aplicación de las herramientas de gestión de procesos.

1.5.5 Valor Teórico

Con esta investigación se obtendrán datos que pueden ser útiles para validar el estado de conocimiento actual del desempeño de las empresas del sector bajo estudio (aunque solo se evaluará una de ellas) así como la aplicabilidad de las herramientas de gestión de procesos.

1.6 Importancia del Estudio

La importancia de esta investigación se evidencia por los nuevos conocimientos generados en un contexto particular y el aporte de soluciones operativas en situaciones concretas.

1.6.1 Nuevos Conocimientos

Aunque las herramientas de gestión de procesos basadas en el Lean Construction ya vienen siendo aplicadas con éxito en la industria de la construcción en diferentes países, su aplicación en nuevos escenarios, como los de esta investigación, permite la generación de nuevos conceptos e ideas debido a las adaptaciones necesarias que obedecen a la propia dinámica cultural y social en donde se aplica. En relación a la aplicación de estas herramientas en empresas del sector, se generarán resultados que pueden reconducir la experiencia para hacerla más eficiente, abriendo la posibilidad de invitar a más empresas a aplicar estas herramientas.

1.6.2 Aporte

El diseño y aplicación de herramientas, con las adaptaciones necesarias a la solución de problemas concretos, constituye un aporte significativo, que no solo repercute el desempeño de la empresa, sino que se va a ver reflejado a nivel social y local, por la disminución de todos los gastos e inconvenientes que genera una obra retrasada.

1.7 Limitaciones

A continuación, se expresan las principales limitaciones de esta investigación.

1.7.1 Falta de Estudios Previos de Investigación

Para la realización de la investigación se tuvo poca información de casos similares referidos a los pavimentos rígidos, debido a que la filosofía Lean Construction es utilizada principalmente en obras de edificación por parte de las empresas constructoras, mientras en obras de pavimentación es poco utilizada.

1.7.2 Medidas para la Recolección de Datos

Se tienen que diseñar los instrumentos de recolección de datos, evaluar su confiabilidad y validez. Además, la veracidad de las respuestas a los mencionados instrumentos estará supeditada a la honestidad de la muestra de participantes que participará en el estudio.

1.7.3 Obstáculos en la Investigación

Los principales obstáculos provienen del acceso limitado a la empresa y a las propias restricciones debidas a la actual pandemia por COVID 19.

1.8 Alcance

La investigación estará focalizada a una empresa del sector de construcción de pavimentos rígidos, en el presente año y en la zona geográfica mencionada en apartados anteriores.

1.9 Viabilidad

Se cuentan con los recursos humanos y económicos para cumplir con los objetivos planteados en la investigación. Además, se tiene acceso a la fuente primaria para la recolección de los datos que servirán de apoyo a la investigación.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Marco histórico

Como indican da C. et al. (2012), la necesidad de cambiar las prácticas de construcción se ha debatido una y otra vez a lo largo de los años y sus ecos siguen presentes en la mente de la gente. Estos llamamientos al cambio no se limitaban a solicitar la adopción de nuevas tecnologías y herramientas, o la adquisición de las nuevas habilidades necesarias para manejarlas. Más bien pedían un cambio en el funcionamiento fundamental del sector y se centraban invariablemente en la gestión de procesos de la construcción.

La construcción ajustada o Lean Construction (en adelante LC) es, en gran medida, una adaptación e implementación de los principios de fabricación japoneses en el proceso de construcción y, al hacerlo, LC asume que la construcción es un tipo de producción, aunque especial (Bertelsen, 2004). LC tiene como objetivo satisfacer mejor las necesidades del cliente utilizando menos de todo. Pero a diferencia de la práctica actual, LC se basa en los principios de gestión de la producción. El resultado es un nuevo sistema de entrega de proyectos que puede aplicarse a cualquier tipo de construcción, pero que es especialmente adecuado para proyectos complejos, inciertos y rápidos (Howell, 1999).

Huang et al. (2014) indican que LC proviene de la producción ajustada (Lean Production, en adelante LP) desarrollada en los años 50 por el ingeniero Ohno en Toyota. El objetivo de LP es acortar el tiempo del ciclo para llevar los productos al mercado minimizando los residuos. Según el ingeniero Ohno, esta nueva filosofía de producción debe proporcionar: (a) un producto único a medida, (b) entrega inmediata con un inventario mínimo, y (c) producción con cero residuos. En general, las plantas de fabricación y las obras de construcción son diferentes en muchos aspectos, lo que podría explicar por qué las teorías y prácticas de la LP no se adaptan plenamente al sector de la construcción, ya que mientras los fabricantes hacen piezas que van a parar a los productos, el diseño y la construcción de proyectos de infraestructura únicos y complejos en entornos muy inciertos y bajo una gran presión de tiempo y plazos es fundamentalmente diferente.

Los institutos actuales que se centran en las ideas LC son el International Group of Lean Construction (IGLC), fundado en 1993, y el Lean Construction Institute (LCI), fundado en 1997 (Huang et al., 2014). Desde 1993, dos grandes líneas de pensamiento han regido el trabajo sobre la construcción ajustada. Una es el concepto

de Transformación-Flujo-Valencia (Transformation Flow-Valuen, TFV) de Koskela y la otra los métodos de control de la producción del Último Planificador (Last Planner Methods, LPM) de Ballard y Howell. Hasta la fecha, la mayoría de las empresas de construcción estadounidenses han seguido los métodos del LPM para mejorar el rendimiento. Además de los métodos LPM, el Lean Construction Institute ha desarrollado otra forma de diseñar y construir instalaciones de capital reformando la gestión de la producción (Huang et al., 2014).

2.2 Investigaciones relacionadas con el tema

2.2.1 Investigaciones Internacionales

En el estudio de, Heigermoser et al. (2019) realizaron el trabajo titulado “BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management”, dada la baja productividad que en las últimas décadas ha tenido el sector de la arquitectura, la ingeniería y la construcción, en comparación con otras industrias. De acuerdo a lo planteado por los autores, el sector de la ingeniería y la construcción está experimentando importantes cambios, impulsados principalmente por la implantación del modelado de información para la construcción (BIM) y la integración de nuevas tecnologías. Si se combinan con los principios de Lean, se puede mejorar la productividad y la eficiencia de los proyectos de construcción. Aunque Lean Construction y BIM son enfoques con iniciativas bastante diferentes, ambos tienen un profundo impacto en la industria. Muchos estudios han demostrado las ventajas del Sistema del Último Planificador (LPS), pero su integración con la tecnología BIM no se ha aprovechado del todo. Aprovechando las sinergias entre Lean Construction y BIM, este estudio tuvo como objetivo proponer una herramienta de gestión de la construcción que combina el LPS con la visualización 3D de los proyectos de construcción para mejorar la productividad y reducir los residuos de la construcción. La herramienta propuesta permite dividir los proyectos de construcción en zonas de trabajo, obtener una toma de cantidades totalmente automatizada y ofrece una simulación de construcción en 4D codificada por colores para el proceso de planificación a corto plazo del LPS. Permite una evaluación y un análisis sistemáticos de la planificación de la construcción en términos de productividad, asignación de mano de obra y cuantificación de los residuos teniendo en cuenta el proceso de planificación a

corto plazo, lo que promueve la mejora continua de la futura planificación de la construcción.

Otro estudio a tener en consideración, fue el realizado por Abdelmegid et al. (2021) titulado “Exploring the links between simulation modelling and construction production planning and control: a case study on the last planner system”. De acuerdo con los autores, los modelos de simulación se han utilizado como herramienta de apoyo a la toma de decisiones en diferentes sistemas de producción, pero, la adopción de la simulación en el sector de la construcción se está retrasando debido a varios problemas, como los amplios requisitos de datos y los esfuerzos de modelización en un estudio de simulación. En ese sentido la investigación tuvo como objetivo subsanar esta carencia introduciendo un marco que integra las prácticas de modelización de la simulación con el sistema Last Planner (LPS), que es un método de planificación y control de la producción bien establecido. El marco se centró en la explotación de los resultados de la aplicación del LPS para apoyar la construcción de un modelo de simulación válido. Se realizó un estudio de caso para comprobar la aplicabilidad del marco propuesto. A partir de los resultados del estudio, los investigadores concluyeron que el LPS ofrece una vía prometedora para la integración con el modelado de simulación, debido a los procesos y requisitos compartidos entre ambos métodos, lo que puede llevar a minimizar los requisitos de datos y los esfuerzos de modelado para la simulación, mejorando así la adopción de la simulación en la industria de la construcción.

El trabajo realizado por Castillo et al. (2018) titulado “Effects of last planner system practices on social networks and the performance of construction projects” se propuso investigar como las relaciones por las que las prácticas de gestión del LPS y las características organizativas repercuten en el rendimiento de los proyectos. Para obtener una mejor comprensión de estas relaciones, recogieron datos analizados de nueve proyectos de construcción de dos empresas constructoras chilenas, aplicando un análisis de correlación al grado de implementación de las prácticas LPS, las métricas de las redes sociales y los indicadores clave de rendimiento, encontrando relaciones significativas entre estas tres variables. También descubrieron que un alto grado de implementación de las prácticas LPS suele estar relacionado con la mejora del

rendimiento del proyecto, aunque no siempre se asocia con la mejora de las métricas de las redes. Los resultados proporcionan información sobre las relaciones del rendimiento del proyecto con la organización y las prácticas LPS que deberían conducir a mejorar el proceso de toma de decisiones de la dirección en lo que respecta a las prácticas organizativas y de gestión para mejorar el rendimiento del proyecto. Los investigadores concluyen que el papel de las propiedades de las redes sociales en el rendimiento de los proyectos requiere más investigación, ya que aún no se han establecido las métricas óptimas.

2.2.2 Investigaciones Nacionales

Marín y Correa (2020) realizaron la investigación titulada “Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima”, el cual tenía por objetivo aplicar la metodología de LC para mejorar la productividad en el sistema de alcantarillado de la Av. Cieza de León - La Purísima. El diseño del estudio fue no experimental - cuantitativo, utilizando como instrumento de recolección de datos la encuesta y la observación para recoger datos sobre la productividad horaria, también se estudió el sistema de alcantarillado. Las conclusiones del estudio fueron las siguientes: aumento significativo de la productividad en un 10,5%, reducción de pérdidas en la productividad en un 13,83% y ahorro de costes directos. Las principales pérdidas se debieron al desconocimiento de los procesos de gestión, a los procesos de construcción inadecuados y a la falta de supervisión durante la construcción.

En línea con el trabajo anterior, se encuentra el presentado por Guerreros (2020), que lleva por título “Mejora de la productividad en los trabajos de conformación y compactación de relleno de carretera, con la aplicación de la metodología Lean Construction en Mina Bayóvar – Perú”. El mencionado estudio tenía como propósito mejorar la aplicación de la LC en las operaciones de conformación y compactación de terraplenes en la mina de Bayovar. El método científico se aplicó en un diseño cuasiexperimental, descriptivo y aplicado a una muestra de dos grupos de estudio: un grupo que utilizaba métodos convencionales de relleno y compactación y un grupo que utilizaba métodos de LC para el relleno y la compactación. Se utilizaron herramientas

validadas, como los gráficos de balance, para recoger la información, y se utilizaron estadísticas descriptivas e inferenciales para obtener resultados. Los resultados mostraron que la aplicación del método de LC mejoró el rendimiento de compactación y relleno de la carretera de la mina de Bayóvar. Se comprobó que las herramientas utilizadas permitían una mejor división del trabajo al analizar las limitaciones de la actividad, supervisar continuamente el progreso y proporcionar una retroalimentación continua.

Por último se menciona el trabajo desarrollado por Salazar (2021), titulado “Optimización de la productividad, en obras del sector retail, aplicando Lean Construction para la empresa Corporacion Brinper S. A. C. 2021”, donde el investigador utilizó LPS, como herramienta clave de LC, para mejorar la productividad en un proyecto del sector de distribución implementado por Corporación Brinper SAC, desarrollado en un centro comercial del Callao en septiembre de 2020. Se propusieron mejoras a partir de un diagnóstico de los malos resultados de la empresa y utilizando herramientas como las reuniones de directivos, los balances y los diagramas de Ishikawa. Durante el desarrollo de este proyecto, se demostró la capacidad de liderazgo en la planificación y el análisis crítico en relación con la aplicación de las competencias profesionales, lo que permitió a todo el equipo del que era responsable comprometerse con este nuevo método de gestión, que es esencial para las empresas que empiezan a adoptar métodos de LP. El LPS utilizado durante la fase de ejecución del proyecto incluyó herramientas como los planes maestros, los planes de fase, las previsiones, el análisis de restricciones, el inventario de entregables, los planes semanales, el porcentaje de realización del plan (PPC) y las causas de discrepancia (CNC). La aplicación de esta metodología supuso un aumento del 12% de la productividad en términos de eficiencia (ahorro de costes) y del 29% en términos de eficiencia del proyecto (ahorro de tiempo). Por lo tanto, se puede concluir que el sistema LPS protege la planificación detallada de los programas de trabajo y garantiza la consecución de los objetivos de tiempo y costes establecidos.

2.2.3 Artículos Relacionados con el Tema

De acuerdo con Erazo-Rondinel y Huaman-Orosco (2021), la LC se utiliza en Perú desde hace más de 20 años en diversos proyectos de construcción, como

edificios, carreteras, instalaciones sanitarias, minas, instalaciones deportivas, energía, petróleo e instalaciones industriales, y también se utiliza la LPS, el tiempo de ciclo y las herramientas de gestión visual. De acuerdo con los autores, en Perú, los profesionales se centran en el LPS y dejan de lado otras herramientas LC que pueden ayudar en la gestión de los proyectos de construcción. Por ello se propusieron identificar las principales herramientas de LP utilizadas en los proyectos de construcción peruanos y clasificarlas según el tipo de proyecto. En primer lugar, se realizaron revisión bibliográfica sobre las herramientas LP utilizadas en Perú, seguida de entrevistas con expertos para validar estas herramientas e identificar 14 herramientas importantes de implementación de LC. A continuación, 124 ingenieros implicados en diferentes tipos de proyectos completaron un cuestionario y clasificaron las principales herramientas utilizadas en sus proyectos. Los datos se analizaron mediante correlación lineal y fiabilidad. Las principales herramientas utilizadas en Perú fueron las siguientes LPS, VM (gestión visual), mejora continua, feedback, big room y VSM (value stream mapping). El estudio demostró que los profesionales no conocían las ventajas de cada herramienta y no sabían cuándo utilizarlas. Además, los expertos utilizaron pocas herramientas durante la fase de diseño del proyecto.

Murguía (2019) indica que el potencial de aplicación de LPS aún no se ha aprovechado plenamente, por lo cual se propuso identificar los principales factores que determinan el grado de aplicación del método LPS. Para lograr este objetivo, elaboró un cuestionario utilizando variables de estudios anteriores y lo complementó con entrevistas a expertos en LPS. Un total de 95 directores de instalaciones respondieron al cuestionario. Los resultados mostraron que el "personal formado", la "buena toma de decisiones" y el "compromiso" tenían los valores más altos. Sin embargo, la "integración y la comunicación" y el "conocimiento de LPS" resultaron ser importantes para el éxito de la implantación de esta metodología, mientras que la "resistencia al cambio" y el "tamaño de la empresa" resultaron ser barreras para la implantación. Se comprobó que la "integración y la comunicación", el "conocimiento de LPS" y la "resistencia al cambio" no eran factores independientes y que deben investigarse los factores secundarios que influyen en su variabilidad. Para finalizar, indica que las investigaciones posteriores

podrían conducir al desarrollo de un modelo prescriptivo para la aplicación de la LPS en las empresas de construcción.

En otro contexto, Tayeh et al. (2019) investigaron sobre las herramientas/técnicas vitales para la aplicación eficaz del LPS en el entorno intercultural de un país en desarrollo, como la Franja de Gaza, así como los beneficios potenciales de su implementación. Los resultados mostraron que el "uso de dispositivos visuales para difundir información en la obra", la "asistencia de los actores clave" y el "plan de anticipación" son las herramientas/técnicas más importantes que apoyan la aplicación de LPS. Los tres principales beneficios potenciales de la aplicación de LPS son "permite una mejor comprensión del control del programa", "maximiza la cooperación y la confianza entre los miembros del equipo" y "permite al director visualizar mejor el programa de trabajo". Para evitar cualquier pérdida de tiempo en el proyecto y garantizar el suministro de materiales y la continuidad de los trabajos, el estudio recomienda el suministro y almacenamiento por adelantado de los materiales demandados, así como la disponibilidad temprana de los planos de taller para su aceptación por parte del superintendente.

2.3 Estructura teórica y científica que sustenta el estudio

2.3.1 Gestión de Procesos

Se puede definir el término proceso como el “conjunto de las fases sucesivas de un fenómeno natural o de una operación artificial”, en tanto que el término gestión proviene de la palabra gestionar que significa “ocuparse de la administración, organización y funcionamiento de una empresa, actividad económica u organismo” (Real Academia Española, 2020). Visto de esta manera, la gestión de procesos implica administrar, organizar y planificar el conjunto de fases sucesivas que son críticas para el logro de los objetivos de la empresa, siendo el caso de la presente investigación, el cumplimiento de todas las fases para culminar la obra de construcción de forma exitosa.

Por otra parte, y desde un enfoque empresarial, se puede definir la gestión de procesos como una metodología para evaluar, analizar y mejorar los procesos empresariales clave en función de las necesidades y requisitos del cliente. Una base interesante para entender el enfoque de los procesos es la teoría de los sistemas, que hace hincapié en la necesidad de comprender de forma

exhaustiva los procesos parciales de gestión y alinearlos con el comportamiento objetivo de las unidades funcionales integradas. Estos enfoques tienen la ventaja de abstraer la realidad en un conjunto de elementos y sus interrelaciones. También tratan de identificar los insumos del sistema que son necesarios para que éste se comporte de manera que logre sus objetivos (Polakovič et al., 2018).

2.3.2 Lean Construction

Lean Construction (LC) es una filosofía basada en los principios lean desarrollados en Toyota por Taiichi denominados principios de fabricación lean y desarrollados posteriormente como Lean Construction y filosofía lean. El objetivo de la LC es centrarse en la mejora continua, la eliminación de los residuos y un fuerte enfoque en el usuario, la relación calidad-precio, la gestión de alta calidad de los proyectos y las cadenas de suministro, y la mejora de las comunicaciones (Singh & Kumar, 2020).

Si bien la implementación de la LC contribuye directamente a la entrega exitosa de los proyectos de construcción, el mayor beneficio es garantizar las mejores prácticas en la industria de la construcción, a la vez que se incrementa el nivel de innovación en este sector a lo largo del tiempo. Además, al aprovechar directamente las teorías de producción pertinentes, la construcción ajustada cambia la forma en que se realizan los proyectos de construcción en las organizaciones para que sean más sistemáticos y eficaces. Esto fomenta las mejores prácticas en el sector de la construcción, por lo que se modifican los procesos tradicionales ineficaces de entrega de proyectos en muchas organizaciones de construcción, mientras que se adopta el enfoque de la LC para mejorar el rendimiento los proyectos (Sarhan et al., 2018).

Para la implementación exitosa de una gestión de empresas basadas en la filosofía LC, se deben tener en cuenta cinco aspectos (ver Figura N° 3). El primero de ellos consiste en identificar el valor del trabajo que se realiza, desde el punto de vista de la satisfacción de la necesidades y expectativas de los miembros internos de la organización, o a personas externas que se benefician del producto. En el segundo, se configura todo el proceso productivo, con el propósito de conocer cuáles son los focos de desperdicios. En el tercero, se diseña un nuevo proceso productivo que elimine los focos de desperdicios. En

el penúltimo aspecto, se establecen puntos clave en la secuencia de eventos que marcan la culminación de un paso y el inicio del siguiente, hasta la conformación del producto. Por último, se debe evaluar constantemente el proceso, para conocer su eficiencia e introducir mejoras de ser necesarias, en la búsqueda de la perfección.

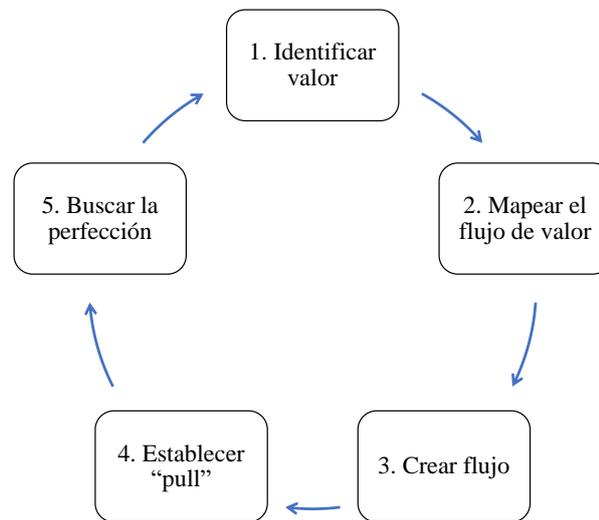


Figura N° 3. Aspectos clave para la implementación de una gestión de empresas basadas en el enfoque LC.

Fuente: Singh y Kumar (2020)

2.3.2 Last Planner System (LPS)

El sistema del último planeador o LPS, es un elemento crítico del control de la producción del proyecto en la filosofía de LC. El LPS es un sistema integral para la optimización de la planificación y la ejecución de los trabajos de construcción, que incluye un proceso de planificación cooperativa, así como un análisis de la planificación incorrecta. Con ello se consigue una excelente cooperación en el proceso de producción y se establece una sólida base de confianza, necesaria para la finalización del proyecto a tiempo (Heigermoser et al., 2019).

La planificación del proyecto bajo el enfoque LPS se divide en dos fases diferentes, como se observa en la Figura N° 3. La fase de planificación a largo plazo consiste en el cronograma maestro y el cronograma de fases, que se ajustan según sea necesario para especificar lo que debe hacerse. La fase a corto plazo empieza con el Plan Inmediato, el cual cubre el vacío existente

entre la planificación del proyecto a largo plazo y la planificación de la ejecución a corto plazo. En este caso, la frecuencia de la planificación es semanal. El plazo de planificación, que está relacionado con la naturaleza del proyecto, suele ser de seis semanas, ya que la mayoría de los problemas relacionados con la construcción pueden eliminarse en este periodo. El objetivo de la planificación inmediata es hacer que los planes sean más realistas a medida que las tareas de construcción se acercan a la ejecución, exponiendo el mayor número posible de problemas, lo antes posible. El Plan Inmediato se utiliza para descomponer las actividades desde el nivel de fase hasta el nivel de operaciones (Álvarez et al., 2019; Heigermoser et al., 2019).

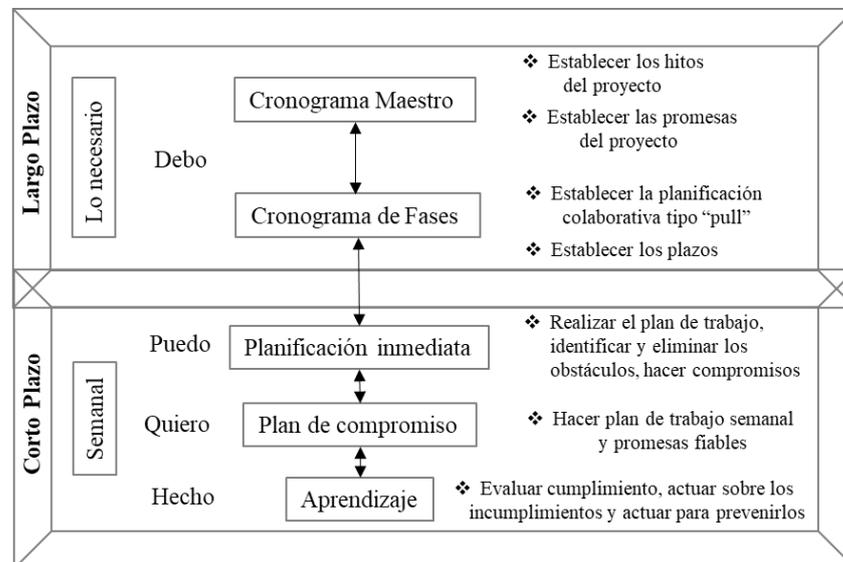


Figura N° 4. Esquema del *Last Planner System* (LPS).

Fuente: Adaptado de Heigermoser et al. (2019)

El Plan de Compromiso especifica los pasos individuales de trabajo que se realizarán, así como las interdependencias entre las distintas partes contratantes. Para garantizar la fiabilidad del Plan de Compromiso, las tareas deben cumplir los siguientes cuatro criterios de calidad: definición, solidez, secuencia y tamaño (Heigermoser et al., 2019).

La fase de Aprendizaje describe el trabajo realizado. Se considera una herramienta para la optimización de la planificación futura mediante el seguimiento del rendimiento del proceso de planificación a corto plazo para mejorar la productividad y la eficiencia del proyecto. Esto se hace comparando

lo "hecho" con el "puedo" y el "quiero" y utilizando estos valores observados para la mejora continua. La fiabilidad de los compromisos adquiridos se mide para controlar y mejorar la productividad después de cada semana de ejecución (Heigermoser et al., 2019).

Para la evaluación del progreso del conjunto de actividades, se emplean indicadores cuantitativos como el porcentaje de promesas cumplidas o el porcentaje del plan completado; también se pueden considerar las causas de no cumplimiento, cuyo estudio puede permitir eliminarlas (Álvarez et al., 2019).

2.3.3 Producción en el contexto de la industria de la construcción

De acuerdo con la Real Academia Española (2020) el término producción hace referencia a la “cosa producida” (que hace referencia a los productos) o al “acto o modo de producirse” (que hace referencia al proceso). Al tener en cuenta estas ideas en el ámbito de la industria de la construcción, se han de tener en cuenta las particularidades de esta industria.

Los productos completos de la industria de la construcción consisten en viviendas, edificios de oficinas, almacenes y otros edificios públicos y de servicios, o construcciones pesadas como carreteras, calles, puentes, túneles, ferrocarriles, aeródromos, puertos y otros proyectos de agua, sistemas de riego, sistemas de alcantarillado, instalaciones industriales, tuberías y líneas eléctricas, instalaciones deportivas, entre otras. De forma más general, los productos de la industria de la construcción se agrupan en viviendas, infraestructuras, edificios industriales y comerciales, y reparación y mantenimiento (Pheng & Hou, 2019).

Los productos finales de la construcción tienen ciertas características comunes, como la individualidad, la inmovilidad, la complejidad, la durabilidad y el alto coste. También suelen distinguirse de los demás por su desfase temporal, sus operaciones intensivas en mano de obra, su producción in situ y su organización limitada en el tiempo. Por otro lado, los productos de la construcción no suelen fabricarse en serie y cada producto de construcción sólo se fabrica cuando el cliente decide comprarlo. El carácter individual o la singularidad de los productos de la construcción está conformado por diferentes clientes con diferentes necesidades y prioridades, diferentes

ubicaciones y diferentes puntos de vista de los diseñadores (Pheng & Hou, 2019).

Los productos de construcción son inamovibles; se fijan en el lugar donde se van a utilizar, ya que se fabrican in situ. Por ello, el proceso de construcción no sólo depende de las condiciones naturales de la obra, sino también de los recursos locales, como la mano de obra local, los subcontratistas locales, los proveedores locales de materiales de construcción, la normativa local, entre otros. La complejidad de los productos de la construcción se debe a que se fabrican a medida y en el lugar. La gran variedad de requisitos de los clientes y de las condiciones del emplazamiento dan lugar a una amplia gama de materiales, requisitos de proceso, soluciones de diseño y métodos de construcción de distinto grado de complejidad, donde participan un número de equipos de diferentes partes para la ejecución de las obras (Pheng & Hou, 2019).

2.3.4 Planificación

La planificación es una de las funciones de la gestión, junto con la organización, el personal, la dirección o liderazgo y el control, y aunque se mencionan de forma separada, en la práctica se superponen, lo que hace difícil delimitarlas (Martin, 2018). En el caso de la planificación, consiste en crear un plan de trabajo detallado, que cuando es implementado, implica el alcance de objetivos organizacionales específicos. Los detalles del plan identifican que será ejecutado, cuando y por quienes, teniendo en cuenta lo que se quiere lograr y los medios. Por otro lado, se debe tener en cuenta la naturaleza cambiante de los entornos internos y externos de la empresa, lo que sugiere que la planificación debe hacerse de forma continua.

De acuerdo a lo mostrado en la Figura N° 5, se pueden dar tres niveles de planificación en relación con la escala de tiempo de las metas por cumplir y del nivel de jerarquía de los responsables de la gestión de todo el proceso. En ese sentido, los directores y ejecutivos determinan los objetivos a largo plazo, en tanto que los mandos medios y bajos planifican en función a directrices medulares del proyecto, a escalas de menor alcance.

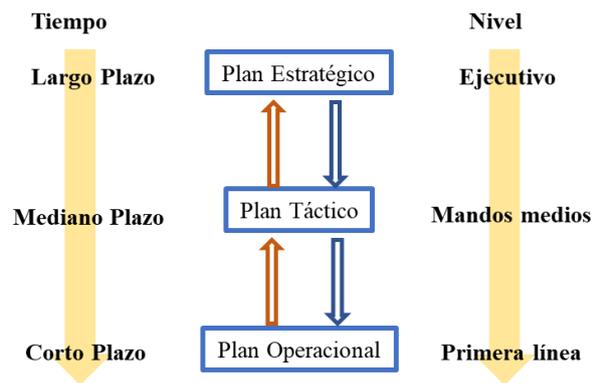


Figura N° 5. Tipos de planes, en función del tiempo y el nivel de gestión.

Fuente: Adaptado de Martin (2018)

2.3.5 Pavimento rígido

Existen dos tipos de pavimentos, basados en su rendimiento estructural y en los materiales utilizados, el pavimento rígido (hormigón de cemento Portland) y el pavimento flexible (hormigón asfáltico en caliente). La decisión económica tiene un impacto importante a la hora de elegir el tipo de pavimento, sin embargo, el coste puede cambiar debido a la disponibilidad del material y los contratistas en la región (Taher et al., 2020).

En el caso del pavimento rígido, actúa como rígido debido a la dureza del material en comparación con el pavimento de asfalto, y funciona como una placa endurecida transfiriendo las cargas de las ruedas a la capa subterránea mediante la resistencia a la flexión. El pavimento rígido se compone de agregados gruesos y finos, agua, cemento Portland y comúnmente reforzado con malla o varilla de acero. Este tipo de pavimento debe construirse en tres capas, una subrasante preparada, subbase o base y una losa de hormigón. Por lo general, estos pavimentos suelen emplearse en la construcción de aeropuertos y carreteras principales, como las del sistema de autopistas que tienen la capacidad de soportar el peso de vehículos pesados (Taher et al., 2020).

2.4. Definición de términos básicos

Concreto: es un material de construcción compuesto por una mezcla de agregados, arena y agua unidos por un aglutinante hidráulico (generalmente cemento) que actúa

como "pegamento". Se pueden añadir aditivos y otros ingredientes para modificar sus características.

Last Planner System: Este término se refiere a la persona que realiza o supervisa directamente el trabajo en cuestión. De hecho, el sistema se basa en la idea de que es "el hacedor quien sabe" y, por tanto, es quien debe ponerse en situación de organizar sus tareas.

Lean construction: consiste en la participación de todos los miembros de la organización para identificar los despilfarros y realizar pequeñas mejoras incrementales a diario, haciendo que todos vayan en la misma dirección con objetivos comunes.

Pavimento rígido: está formado por una superficie de concreto permeable o de cemento fluido y comprende las siguientes capas: una capa superficial, una capa de subbase y una subrasante. Este tipo de pavimento absorbe las fuerzas y las transmite al suelo de forma limitada.

2.5 Fundamentos Teóricos que Sustentan la Hipótesis

La hipótesis a probar en la presente investigación se sustenta en la evidencia encontrada sobre los problemas relacionados con la construcción en Perú, así como en la referenciada en los distintos trabajos de investigación citados. En ese sentido, son diversos los problemas detectados en distintas obras de construcción, que pueden atribuirse a la ausencia de planificación, resistencia a la implementación de la filosofía LC o a su incorrecta implementación, lo que trae como consecuencia el incumplimiento en los plazos de entrega de la obra y otros problemas conexos. De esta manera hay una relación de causalidad entre posibles fallas en la planificación y ejecución de las obras que pueden evaluarse en la empresa seleccionada para realizar el estudio y posterior propuesta.

Por otro lado, en distintas publicaciones que la aplicación del enfoque LC en obras de construcción incrementa la productividad y se disminuyen las pérdidas, lo que evidencia la persistencia de fallas en la planificación por parte de las empresas, que pueden mejorarse con LC, y la herramienta LPS.

CAPÍTULO III: SISTEMA DE HIPÓTESIS

3.1 Hipótesis

3.1.1 Hipótesis principal

La falta de una gestión de procesos en la empresa de construcción basadas en el enfoque LC, afecta de forma negativa la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos.

3.1.2 Hipótesis secundarias

- a) La valoración de los pavimentos rígidos en su construcción permite satisfacer los requerimientos de las partes involucradas y con ello se mejora el diseño de los planes de construcción y la ejecución de la obra.
- b) La identificación de residuos en el flujo de trabajo en cada fase de la gestión del proyecto los elimina, y así se mejora la planificación de la obra, y aumenta la producción de pavimento rígido.
- c) Las estrategias para la eliminación de los residuos previamente identificados en el análisis del flujo de trabajo, mejora la disposición de los recursos, el tiempo y el desempeño del personal, incrementando la eficiencia en la ejecución de la obra.
- d) Las operaciones establecidas posteriores una vez completada cada fase del proyecto mantiene el flujo de trabajo, y de esta manera mejora la producción de la obra y satisface los requerimientos de las partes involucradas.
- e) La evaluación de la gestión de procesos, permite el establecimiento e implementación de estrategias de mejora, y satisface las necesidades detectadas permitiendo mejora en la planificación, la producción y la ejecución de los pavimentos rígidos.

3.1.3 Variables

a) Variable independiente

Gestión de procesos basados en la filosofía LC: metodología para evaluar, analizar y mejorar los procesos empresariales clave en función de las necesidades y requisitos del cliente. En este punto son claves identificar el valor, identificar los desperdicios y eliminarlos, establecer los puntos clave en una secuencia operativa y la evaluación de todo el proceso para sus ajustes y mejoras.

b) Variable dependientes

Planificación: diseño de un plan detallado, que especifica los responsables, el tiempo y un cronograma de actividades con el propósito de cumplir con los objetivos de la empresa. En toda planificación se ha de considerar el diseño de planes, implicar a todos los responsables de la obra, cumplir con los objetivos empresariales y Describir minuciosamente las actividades.

Producción: hace referencia al producto o a la secuencia de pasos que tiene lugar para sostener la consolidación de ese producto. Para lograr el producto deseado y con las especificaciones esperadas, se requiere la disposición de los materiales, indicar los requisitos del proceso, así como los equipos de trabajo, y poner en marcha la ejecución de la obra.

c) Operacionalización de las variables

La operacionalización de las variables se muestra en la Tabla N° 1.

Tabla N° 1. Operacionalización de las variables

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Índice	Unidad de medida	Escala	Instrumentos	Herramienta	Ítems
Variable independiente									
Gestión de procesos	Metodología para evaluar, analizar y mejorar los procesos empresariales clave en función de las necesidades y requisitos del cliente. Bajo la filosofía LC, son claves para su aplicación: identificar el valor, identificar los desperdicios y eliminarlos, establecer los puntos clave en una secuencia operativa y la evaluación de todo el proceso para sus ajustes y mejoras.	Se aplican estrategias y procedimientos que optimizan la realización de cada una de las fases en las que realiza una obra de construcción mediante la disminución de los residuos.	1. Valor del producto 2. Flujo de trabajo 3. Eliminación de desechos 4. Establecer un sistema “pull” 5. Mejora del proceso	Frecuencia Frecuencia Frecuencia Frecuencia Frecuencia		Ordinal	Cuestionario	Microsoft Excel	Se indican en el cuestionario
Variable dependiente									

Planificación	<p>Consiste en la creación de un plan de trabajo detallado, que cuando se aplica de forma adecuada, implica el alcance de los objetivos organizacionales específicos de la empresa. Los detalles del plan identifican que será ejecutado, cuando y por quienes, teniendo en cuenta lo que se quiere lograr y los medios, teniendo en cuenta la naturaleza cambiante de los entornos internos y externos de la empresa, lo que sugiere que la planificación debe hacerse de forma continua.</p>	<p>Desarrollo de planes de trabajo detallados para el logro de objetivos específicos, que involucra a todas las partes interesadas y al conjunto de actividades a realizar, teniendo en cuenta la dinámica de la industria de la construcción.</p>	<p>1. Diseño de Frecuencia planes</p>	Ordinal	Cuestionario	<p>Microsoft Excel</p>	<p>Se indican en el cuestionario</p>
Producción	<p>Secuencia de procesos, planes, actividades y disposición de materiales y equipos (de personas y de</p>	<p>Secuencia de procesos que tiene en cuenta la amplia gama de materiales, requisitos</p>	<p>1. Disposición Frecuencia de los materiales</p>	Ordinal	Cuestionario	<p>Microsoft Excel</p>	<p>Se indican en el cuestionario</p>

maquinarias) que tiene lugar para poder sostener la construcción de la obra previamente proyectada y diseñada.

de proceso, soluciones de diseño y métodos de construcción de distinto grado de complejidad, donde participan un número de equipos de diferentes partes para la ejecución de las obras.

2. Equipos de Frecuencia trabajo

3. Ejecución Frecuencia de la obra

Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV: METODOLOGÍA

4.1 Método de la Investigación

La presente investigación tiene un método deductivo ya que se reconoce e identifica las variables de estudio sobre la base de una revisión bibliográfica previa, se plantean las hipótesis para cada uno de los objetivos, se operacionaliza las variables y se propone una solución al problema de la investigación. En el método deductivo se va de lo general a lo particular y es típico de los enfoques cuantitativos de investigación (R. Hernández et al., 2010; Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En los enfoques cuantitativos, se miden variables mediante el empleo de instrumentos tales como encuestas, que permiten evaluar y describir la realidad bajo estudio.

4.2 Tipo de la Investigación

De acuerdo con CONCYTEC (2020) los estudios de naturaleza aplicada tienen como propósito solucionar necesidades requeridas mediante el conocimiento científico, y los procedimientos y herramientas tecnológicas. En este caso se trata de la aplicación de una gestión de procesos basada en la filosofía LC para la mejora de la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos en una empresa de Lima Metropolitana en Perú.

4.3 Nivel de la Investigación

Se considera que este estudio tuvo un nivel descriptivo, ya que en este caso se describió la gestión de procesos de una empresa de construcción de pavimentos rígidos. En este nivel de investigación se mide o recogen datos de forma independiente sobre las variables consideradas en ese estudio (R. Hernández et al., 2010; Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018).

4.4 Diseño de la Investigación

De acuerdo con Arias (2012) el diseño de una investigación, es la estrategia general que emplea el investigador para responder a las preguntas de la investigación. En ese sentido, el diseño de la presente investigación es no experimental, transversal, retrospectivo y descriptivo-correlacional. De acuerdo a lo señalado por Hernández-Sampieri y Mendoza (2018) en las investigaciones con diseño no experimental las variables no son manipuladas ni controladas, sino que se observan en la realidad los

efectos el efecto de la variable independiente sobre la variable dependiente. En este caso, a partir de la observación de esa realidad se realizó una gestión de procesos para mejorar la producción y planificación. También es transversal, ya que se recolectó la información un intervalo de tiempo reducido y mediante la aplicación de una encuesta, teniendo como finalidad analizar la relación entre la gestión de procesos y la mejora de la producción y planificación en la ejecución de la obra de pavimento rígido. Finalmente, es retrospectivo, ya que se contó con información recolectada con anterioridad para reconstruir las relaciones causales de las variables dependientes (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018), donde se aplicará la metodología la gestión de procesos a través del análisis de la producción y planificación que han venido ocurriendo en la obra de pavimento rígido, a través de encuestas y estudios realizados por expertos en el tema.

4.5 Población y Muestra

4.5.1 Población

De acuerdo con Arias (2012), la población objetivo, es el conjunto finito o infinito de sujetos con propiedades similares para los cuales serán aplicables las conclusiones que se deriven del trabajo de investigación. En ese sentido, la población (N) estuvo constituida por 13 proyectos de construcción que incluía la fabricación de pavimentos, en la ciudad de Lima Metropolitana para el año 2021.

4.5.2 Muestra

La muestra es un subconjunto de elementos representativos extraídos de la población bajo estudio (Arias, 2012). En ese sentido, la cantidad de muestra (n) se seleccionó aplicando la fórmula 1:

$$n = \frac{k^2 N p q}{e^2 (N-1) + k^2 p q} \quad (1)$$

Donde k es igual a 1.96, N es igual a 13 proyectos, p y q son iguales a 0.5, e es el error muestral esperado y tiene un valor de 0.05. La aplicación de esta fórmula da como resultado $n = 13$. En este caso, la población y la muestra son iguales.

4.6 Técnicas e Instrumentación de Recolección de Datos

4.6.1 Instrumento de Recolección de Datos

De acuerdo con Arias (2012) la técnica y el instrumento de recolección de datos están relacionados, y define la técnica como el procedimiento particular empleado para obtener la información. En ese sentido la técnica empleada en esta investigación fue la encuesta. Por otra parte, el instrumento lo define como “cualquier recurso, dispositivo o formato (en papel o digital), que se utiliza para obtener, registrar o almacenar información” (Arias, 2006, p. 69). En ese sentido, el instrumento empleado para registrar la información fue el cuestionario.

4.6.2. Métodos y técnicas

Como se indicó en el apartado anterior, la técnica empleada fue la encuesta. El cuestionario se aplicó a la muestra de trabajadores y responsables de la empresa seleccionada para la ejecución de los pavimentos rígidos, siendo de forma confidencial y anónima.

4.7 Validez del instrumento

Arispe et al. (2020) mencionan que la validez de un instrumento indica el grado en que este estima la variable que se desea evaluar. En relación a esto, la validez de contenido representa el grado en que la medición representa al concepto o variable estimada (Hernández-Sampieri & Mendoza, 2018). En ese sentido, para validar el instrumento se empleó el criterio de expertos en el área, usando los formatos para validación de instrumentos que se muestran en los anexos tres, cuatro, cinco y seis. De acuerdo con el porcentaje de validez promedio que fue del 86,4% y a la opinión de los expertos, el instrumento propuesto es adecuado para la recolección de los datos.

Tabla N° 2. Nivel de validez del cuestionario de acuerdo al juicio de expertos

Expertos (Profesión)	Gestión de Validez (%)
Angelo Valenzuela (Ingeniero Civil)	84,0
Sixto Cerón (Ingeniero Civil)	88,2
Darwin Chávez (Ingeniero Civil)	86,0
Susan Rojas (Ingeniero Civil)	87,5
Promedio	86,4

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 3. Valores del nivel de validez de los cuestionarios

Valores	Niveles de validez
91-100	Excelente
81-90	Muy Bueno
71-80	Bueno
61-70	Regular
51-60	Deficiente

Fuente: Elaboración propia

4.8. Descripción de procedimientos de análisis

Para el procesamiento de la información recabada mediante la aplicación de los cuestionarios, se elaboraron tablas resúmenes para cada uno de los ítems y los promedios para cada una de las dimensiones evaluadas en el instrumento y se graficaron. Se aplicó estadística descriptiva para conocer sobre la gestión de procesos en la empresa considerada, teniendo en cuenta cada una de las dimensiones que aborda el instrumento.

CAPÍTULO V: PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE RESULTADOS DE LA INVESTIGACIÓN

5.1. Presentación de los resultados

La muestra estuvo constituida por 13 proyectos de construcción de pavimentos en Lima Metropolitana, a los cuales les fue aplicado el instrumento de recolección de datos diseñado para obtener la información requerida para cumplir con los objetivos de la tesis. Para el cálculo de la muestra se tuvo como población 13 proyectos de construcción entre los años 2018 al 2021, un nivel de confiabilidad del 95% ($k=1.96$), una proporción esperada de 0.5 (p y q) y un 5% de error muestral. En los siguientes subapartados se describen de forma general los resultados obtenidos.

5.1.1. Estadísticas de la unidad de estudio

Se obtuvo un total de 30 encuestados, de los cuales 25 son hombres (83,3%) y 5 mujeres (16,7%) (ver Tabla N° 4), con edades comprendidas entre los 23 a los 39 años ($M = 29.4$ años, $SD = 4.1$ años) (ver Tabla N° 5). Cuando se tiene en cuenta los años de experiencia, en promedio es 4,1 años y el rango entre 0,5 años y 11 años (ver Tabla N° 6). Con relación a la profesión de los respondientes, 28 son ingenieros de diferentes especialidades (civil, 23; mecánica de fluidos, 2; forestal, 1; de transporte, 1; ambiental, 1), un arquitecto y un topógrafo (ver Tabla N° 7).

Tabla N° 4. Sexo de los encuestados

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
Hombre	25	83,3	83,3	83,3
Mujer	5	16,7	16,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 5. Edad de los encuestados

Edad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
23	1	3,3	3,3	3,3
24	4	13,3	13,3	16,7
26	2	6,7	6,7	23,3
27	5	16,7	16,7	40,0
28	2	6,7	6,7	46,7

Edad	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
29	1	3,3	3,3	50,0
30	4	13,3	13,3	63,3
31	3	10,0	10,0	73,3
32	2	6,7	6,7	80,0
33	1	3,3	3,3	83,3
34	3	10,0	10,0	93,3
39	2	6,7	6,7	100,0
Total	30	100,0	100,0	-

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 6. Años de experiencia de los encuestados

Años de experiencia	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
0,5	3	10,0	10,0	10,0
1	4	13,3	13,3	23,3
2	5	16,7	16,7	40,0
2,5	1	3,3	3,3	43,3
3	7	23,3	23,3	66,7
4	5	16,7	16,7	83,3
6	3	10,0	10,0	93,3
7	1	3,3	3,3	96,7
11	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 7. Profesión de los encuestados

Profesión	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
Arquitecto	1	3,3	3,3	3,3
Ingeniero Civil	23	76,7	76,7	80,0
Ingeniero Mecánico de Fluidos	2	6,7	6,7	86,7
Ingeniero de Transporte	1	3,3	3,3	90,0
Ingeniero Ambiental	1	3,3	3,3	93,3
Ingeniero Forestal	1	3,3	3,3	96,7
Topógrafo	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

La ocupación más relevante entre los encuestados es la de Asistente con 10% y la de Residente con 10% (ver Tabla N° 8). De la misma manera, cuando se

tiene en cuenta el tipo de proyecto donde participan, también es muy variado (Ver Tabla N° 9).

Tabla N° 8. Ocupación de los entrevistados en la obra

Ocupación	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
Analista	1	3,3	3,3	3,3
Asistente	3	10,0	10,0	13,3
Asistente de campo	1	3,3	3,3	16,7
Asistente de ingeniería	2	6,7	6,7	23,3
Asistente de proyectos	1	3,3	3,3	26,7
Asistente de residencia	1	3,3	3,3	30,0
Asistente técnico	1	3,3	3,3	33,3
Asistente y supervisora de producción	1	3,3	3,3	36,7
Cadista	1	3,3	3,3	40,0
Contratado	1	3,3	3,3	43,3
Coordinador de Supervisión	1	3,3	3,3	46,7
EHS SPECIALIST	1	3,3	3,3	50,0
Gerente de proyectos	1	3,3	3,3	53,3
Ingeniero de calidad	2	6,7	6,7	60,0
Ingeniero	1	3,3	3,3	63,3
Ingeniero campo	1	3,3	3,3	66,7
Ingeniero de Producción	2	6,7	6,7	73,3
Ingeniero oficina técnica	1	3,3	3,3	76,7
Practicante	1	3,3	3,3	80,0
Prevencionista de SSOMA	1	3,3	3,3	83,3
Residente	3	10,0	10,0	93,3
Supervisor de obra	1	3,3	3,3	96,7
Topógrafo	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 9. Proyecto de construcción donde labora el encuestado

Proyecto donde labora	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
No indica	1	3,3	3,3	3,3
Agua potable	1	3,3	3,3	6,7
Alcantarillado	2	6,7	6,7	13,3
Carreteras	1	3,3	3,3	16,7
Construcción	1	3,3	3,3	20,0
Construcción de muros de contención	1	3,3	3,3	23,3
Construcción del Colegio				
Empowerment School	1	3,3	3,3	26,7
De transporte y tránsito	1	3,3	3,3	30,0
Edificación	1	3,3	3,3	33,3

Proyecto donde labora	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje Válido	Porcentaje acumulado
Entrega de Obra	1	3,3	3,3	36,7
Estación de bombeo 8550 unidad minera Simsa	1	3,3	3,3	40,0
I.E Juan Antonio Trelles	1	3,3	3,3	43,3
Industrial	1	3,3	3,3	46,7
Liberty – CISSAC	1	3,3	3,3	50,0
Mantenimiento de vías vecinales y rurales	1	3,3	3,3	53,3
Muros de Contención y Sala de Transformadores	2	6,7	6,7	60,0
Obra	1	3,3	3,3	63,3
Obra civil	2	6,7	6,7	70,0
Parada de horno - UNACEM	1	3,3	3,3	73,3
Polideportivo kayra	1	3,3	3,3	76,7
Proyectos de irrigación	1	3,3	3,3	80,0
Realización de perfil de proyecto de Producción	1	3,3	3,3	83,3
Reposición de Redes de agua	1	3,3	3,3	86,7
Residente de obras	1	3,3	3,3	90,0
Saneamiento	1	3,3	3,3	93,3
Sub gerencia de Catastro y desarrollo urbano	1	3,3	3,3	96,7
Telecomunicaciones	1	3,3	3,3	100,0
Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

5.1.2. Índice de validez del instrumento

La confiabilidad del instrumento se evaluó mediante el uso del alfa de Cronbach, el cual es muy empleado para este propósito (Rodríguez-Rodríguez & Reguant-Álvarez, 2020). El alfa de Cronbach toma valores entre 0 y 1, y mide el grado de covariación entre los ítems del test, de tal manera, que mientras mayor es la covariación, mayor será el valor de alfa (Barrios & Cosculluela, 2013). Aunque existe mucha controversia en torno a los valores apropiados de este indicador de la confiabilidad de los instrumentos, en este trabajo se considerara que valores entre 0.70 y 0.95 son adecuados (Barrios & Cosculluela, 2013). En ese sentido, el valor obtenido en esta investigación es de 0.961 (ver Tabla N° 10), valor que se acerca al intervalo sugerido, por lo cual el instrumento propuesto es confiable. En la Tabla N° 12 se muestra la estadística total del elemento, donde se establece que todos los ítems contribuyen de forma importante a la confiabilidad del test.

Tabla N° 10. Alfa de Cronbach

Estadísticas de fiabilidad	
Alfa de Cronbach	Número de elementos
0,961	47

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 11. Evaluación de los coeficientes de Cronbach

Valor del coeficiente	Característica
Coeficiente Alpha > 0.9	Excelente
Coeficiente Alpha > 0.8	Bueno
Coeficiente Alpha > 0.7	Aceptable
Coeficiente Alpha > 0.6	Cuestionable
Coeficiente Alpha > 0.5	Pobre
Coeficiente Alpha < 0.5	Inaceptable

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 12. Estadísticas de total del elemento (Alfa de Cronbach – SPSS)

Ítem	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
1. ¿Se consulta a los responsables de la obra sobre sus expectativas?	135,8	441,5	0,274	0,962
2. ¿Los responsables de la obra participan en las actividades de planificación?	135,5	434,3	0,540	0,960
3. ¿Se tiene en cuenta la apreciación de los usuarios de la obra a realizar?	135,7	434,8	0,504	0,961
4. ¿Se consulta a los usuarios sobre las expectativas que tienen de la obra?	135,8	441,5	0,239	0,962
5. ¿Se mantienen reuniones periódicas entre los responsables de la obra y los clientes?	135,4	435,6	0,503	0,960
6. ¿El empleo de materiales se ajusta a las necesidades de la obra?	135,6	434,7	0,529	0,960
7. ¿Se cambian las tareas de los equipos de trabajo?	136,4	449,8	0,032	0,962
8. ¿Se tiene cuidado sobre la ejecución de la obra para minimizar defectos?	135,4	432,6	0,761	0,960
9. ¿Se cumple con el cronograma de trabajo en cada fase del proyecto?	135,8	431,6	0,553	0,960

Ítem	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
10. ¿Los materiales, las herramientas y los equipos de trabajo están cuando se necesita?	135,4	432,5	0,658	0,960
11. ¿Los equipos de trabajo se mantienen en comunicación?	135,3	429,8	0,785	0,959
12. ¿Se planifica el trabajo semanalmente?	135,4	432,7	0,728	0,960
13. ¿Se planifica el trabajo para eliminar los residuos detectados?	135,6	433,7	0,511	0,960
14. ¿La comunicación entre los equipos de trabajo es fluida?	135,5	432,3	0,754	0,960
15. ¿Todos los responsables de la obra conocen la planificación?	135,6	429,6	0,708	0,960
16. ¿Se ajustan las planificaciones para cumplir con el plan maestro?	135,5	432,4	0,681	0,960
17. ¿La obra se subdivide en fases por cumplir?	135,4	432,4	0,582	0,960
18. ¿Una vez cumplida cada fase, se activa la siguiente?	135,5	436,0	0,544	0,960
19. ¿Los tiempos de espera entre una fase de la obra y la siguiente son mínimas?	135,5	431,8	0,676	0,960
20. ¿Se optimizan cada una de las fases del proyecto?	135,5	433,4	0,708	0,960
21. ¿El reinicio de operaciones de cada fase es mínimo y se ajusta a las exigencias del cliente?	135,7	432,4	0,623	0,960
22. ¿Se evalúa la planificación ejecutada?	135,4	431,2	0,707	0,960
23. ¿Se buscan maneras de mejorar la eficiencia del trabajo?	135,5	427,3	0,732	0,959
24. ¿Se tienen en cuenta las opiniones y observaciones en la ejecución de la obra?	135,4	429,3	0,701	0,960
25. ¿Se hacen revisiones periódicas sobre la ejecución de la obra?	135,3	430,4	0,761	0,960
26. ¿Se optimizan los criterios objetivos de la eficiencia en la ejecución de la obra?	135,5	430,0	0,645	0,960
27. ¿Los responsables de la obra se reúnen para planear las actividades de la obra?	135,4	422,3	0,852	0,959
28. ¿La planificación de las actividades de la obra es detallada?	135,4	430,3	0,738	0,960
29. ¿Para la planificación se tienen en cuenta los objetivos de la empresa?	135,5	425,1	0,719	0,959

Ítem	Media de escala si el elemento se ha suprimido	Varianza de escala si el elemento se ha suprimido	Correlación total de elementos corregida	Alfa de Cronbach si el elemento se ha suprimido
30. ¿Los responsables conocen de forma detallada las actividades a realizar?	135,5	428,9	0,660	0,960
31. ¿En el diseño del plan, se indican los lapsos de tiempo para cada fase?	135,4	429,0	0,744	0,960
32. ¿Si ocurren cambios, se hacen los ajustes pertinentes al plan, para mantener la producción de la obra?	135,7	431,5	0,610	0,960
33. ¿Durante la ejecución de la obra, tuvieron a disposición los materiales?	135,3	431,7	0,634	0,960
34. ¿Para cada fase de la obra, se tuvieron en cuenta sus requerimientos?	135,7	423,1	0,734	0,959
35. ¿Se tuvo en cuenta en el presupuesto de la obra todos los gastos en materiales?	135,6	423,1	0,744	0,959
36. ¿Se presentaron cambios de último momento en los materiales de la obra?	136,7	447,5	0,060	0,963
37. ¿Los problemas de disposición de los materiales se solucionaban de forma rápida?	135,7	434,5	0,471	0,961
38. ¿Los equipos de trabajo cumplen con sus actividades en el tiempo previsto?	135,7	431,8	0,645	0,960
39. ¿El personal de la obra estaba calificado para la labor asignada?	135,6	433,4	0,491	0,961
40. ¿La tasa de inasistencia en el personal fue baja?	136,0	454,2	-0,093	0,965
41. ¿Los equipos de trabajo seguían la planificación acordada?	135,6	426,7	0,709	0,960
42. ¿Los equipos de trabajo hacían bien las actividades asignadas?	135,6	431,8	0,551	0,960
43. ¿Cada fase del proyecto se ejecutaba correctamente?	135,5	430,4	0,674	0,960
44. ¿Se cumplen con los plazos de ejecución de cada una de las fases de la obra?	135,8	422,3	0,646	0,960
45. ¿Los trámites administrativos de la obra estaban al día?	135,4	436,1	0,523	0,960
46. ¿Los recursos asignados a la obra fueron suficientes?	135,8	421,8	0,797	0,959
47. ¿Todos los permisos para la ejecución de la obra estaban aprobados?	135,1	433,7	0,654	0,960

Fuente: Elaboración propia

5.1.3. Prueba de normalidad

Para la interpretación del test, se consideró una escala del 0 al 4, donde 0 corresponde a “Raramente” y 4 a “Muy frecuente”. De esta manera se le dio un valor numérico a cada una de las respuestas dadas por los respondientes.

Se efectuó la prueba de normalidad a cada uno de los ítems del test. La prueba empleada fue la de Shapiro-Wilk, ya que es más apropiada cuando la cantidad de datos es inferior a 50. De acuerdo a lo mostrado en la Tabla N° 13, ninguno de los ítems del test tiene distribución normal ($ps < 0.05$).

Tabla N° 13. Prueba de normalidad a cada uno de los ítems de la encuesta aplicada

Ítems	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
1. ¿Se consulta a los responsables de la obra sobre sus expectativas?	0,252	29	< 0.001	0.84	29	< 0.001
2. ¿Los responsables de la obra participan en las actividades de planificación?	0,252	29	< 0.001	0.77	29	< 0.001
3. ¿Se tiene en cuenta la apreciación de los usuarios de la obra a realizar?	0,288	29	< 0.001	0.84	29	< 0.001
4. ¿Se consulta a los usuarios sobre las expectativas que tienen de la obra?	0,267	29	< 0.001	0.84	29	< 0.001
5. ¿Se mantienen reuniones periódicas entre los responsables de la obra y los clientes?	0,311	29	< 0.001	0.79	29	< 0.001
6. ¿El empleo de materiales se ajusta a las necesidades de la obra?	0,319	29	< 0.001	0.81	29	< 0.001
7. ¿Se cambian las tareas de los equipos de trabajo?	0,317	29	< 0.001	0.75	29	< 0.001
8. ¿Se tiene cuidado sobre la ejecución de la obra para minimizar defectos?	0,359	29	< 0.001	0.73	29	< 0.001
9. ¿Se cumple con el cronograma de trabajo en cada fase del proyecto?	0,346	29	< 0.001	0.79	29	< 0.001
10. ¿Los materiales, las herramientas y los equipos de trabajo están cuando se necesita?	0,293	29	< 0.001	0.76	29	< 0.001
11. ¿Los equipos de trabajo se mantienen en comunicación?	0,295	29	< 0.001	0.75	29	< 0.001
12. ¿Se planifica el trabajo semanalmente?	0,344	29	< 0.001	0.74	29	< 0.001
13. ¿Se planifica el trabajo para eliminar los residuos detectados?	0,334	29	< 0.001	0.79	29	< 0.001
14. ¿La comunicación entre los equipos de trabajo es fluida?	0,333	29	< 0.001	0.74	29	< 0.001

Ítems	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
15. ¿Todos los responsables de la obra conocen la planificación?	0,323	29	< 0.001	0.82	29	< 0.001
16. ¿Se ajustan las planificaciones para cumplir con el plan maestro?	0,300	29	< 0.001	0.76	29	< 0.001
17. ¿La obra se subdivide en fases por cumplir?	0,278	29	< 0.001	0.79	29	< 0.001
18. ¿Una vez cumplida cada fase, se activa la siguiente?	0,300	29	< 0.001	0.76	29	< 0.001
19. ¿Los tiempos de espera entre una fase de la obra y la siguiente son mínimas?	0,287	29	< 0.001	0.77	29	< 0.001
20. ¿Se optimizan cada una de las fases del proyecto?	0,333	29	< 0.001	0.74	29	< 0.001
21. ¿El reinicio de operaciones de cada fase es mínimo y se ajusta a las exigencias del cliente?	0,261	29	< 0.001	0.77	29	< 0.001
22. ¿Se evalúa la planificación ejecutada?	0,293	29	< 0.001	0.76	29	< 0.001
23. ¿Se buscan maneras de mejorar la eficiencia del trabajo?	0,217	29	0,001	0.77	29	< 0.001
24. ¿Se tienen en cuenta las opiniones y observaciones en la ejecución de la obra?	0,239	29	< 0.001	0.77	29	< 0.001
25. ¿Se hacen revisiones periódicas sobre la ejecución de la obra?	0,295	29	< 0.001	0.75	29	< 0.001
26. ¿Se optimizan los criterios objetivos de la eficiencia en la ejecución de la obra?	0,217	29	0,001	0.77	29	< 0.001
27. ¿Los responsables de la obra se reúnen para planear las actividades de la obra?	0,250	29	< 0.001	0.82	29	< 0.001
28. ¿La planificación de las actividades de la obra es detallada?	0,293	29	< 0.001	0.76	29	< 0.001
29. ¿Para la planificación se tienen en cuenta los objetivos de la empresa?	0,218	29	0,001	0.83	29	< 0.001
30. ¿Los responsables conocen de forma detallada las actividades a realizar?	0,266	29	< 0.001	0.82	29	< 0.001
31. ¿En el diseño del plan, se indican los lapsos de tiempo para cada fase?	0,261	29	< 0.001	0.77	29	< 0.001
32. ¿Si ocurren cambios, se hacen los ajustes pertinentes al plan, para mantener la producción de la obra?	0,288	29	< 0.001	0.84	29	< 0.001
33. ¿Durante la ejecución de la obra, tuvieron a disposición los materiales?	0,244	29	< 0.001	0.76	29	< 0.001
34. ¿Para cada fase de la obra, se tuvieron en cuenta sus requerimientos?	0,292	29	< 0.001	0.82	29	< 0.001
35. ¿Se tuvo en cuenta en el presupuesto de la obra todos los gastos en materiales?	0,245	29	< 0.001	0.84	29	< 0.001
36. ¿Se presentaron cambios de último momento en los materiales de la obra?	0,234	29	< 0.001	0.9	29	0.018

Ítems	Kolmogorov-Smirnov			Shapiro-Wilk		
	Estadístico	gl	Sig.	Estadístico	gl	Sig.
37. ¿Los problemas de disposición de los materiales se solucionaban de forma rápida?	0,298	29	< 0.001	0.83	29	< 0.001
38. ¿Los equipos de trabajo cumplen con sus actividades en el tiempo previsto?	0,328	29	< 0.001	0.82	29	< 0.001
39. ¿El personal de la obra estaba calificado para la labor asignada?	0,399	29	< 0.001	0.71	29	< 0.001
40. ¿La tasa de inasistencia en el personal fue baja?	0,308	29	< 0.001	0.83	29	< 0.001
41. ¿Los equipos de trabajo seguían la planificación acordada?	0,250	29	< 0.001	0.84	29	< 0.001
42. ¿Los equipos de trabajo hacían bien las actividades asignadas?	0,350	29	< 0.001	0.76	29	< 0.001
43. ¿Cada fase del proyecto se ejecutaba correctamente?	0,252	29	< 0.001	0.77	29	< 0.001
44. ¿Se cumplen con los plazos de ejecución de cada una de las fases de la obra?	0,289	29	< 0.001	0.84	29	< 0.001
45. ¿Los trámites administrativos de la obra estaban al día?	0,293	29	< 0.001	0.76	29	< 0.001
46. ¿Los recursos asignados a la obra fueron suficientes?	0,221	29	0,001	0.85	29	0,001
47. ¿Todos los permisos para la ejecución de la obra estaban aprobados?	0,300	29	< 0.001	0.73	29	< 0.001

Fuente: Elaboración propia

La aplicación de la prueba de normalidad a los valores de las dimensiones, indicó que tienen distribución normal, por lo cual se puede aplicar la estadística paramétrica a los resultados que se derivan de este instrumento en el apartado de las dimensiones.

Tabla N° 14. Prueba de normalidad a cada una de las dimensiones del test

Dimensiones de las variables	M	SD	W	P
Valor del producto	2,89	0,45	0,92	0,0848
Flujo de trabajo	2,90	0,44	0,92	0,0830
Eliminación de desechos	3,00	0,51	0,94	0,2642
Establecer sistema "pull"	3,01	0,51	0,95	0,4243
Mejora del proceso	3,11	0,58	0,92	0,0692
Diseño de planes	3,05	0,62	0,91	0,0610
Disposición de los materiales	2,72	0,57	0,92	0,1230
Equipos de trabajo	2,84	0,51	0,92	0,1156
Ejecución de la obra	3,01	0,61	0,93	0,1269

Fuente: Elaboración propia

Nota: M, media; SD, desviación estándar; W, estadístico de Shapiro-Wilk; p, probabilidad; n = 30.

5.1.4. Grado de asociación entre las variables

La Tabla N° 15 muestra la correlación entre las variables del estudio, que permite evaluar la asociación que se da entre las mismas. La correlación es positiva y significativa en todos los casos; para todos los casos el coeficiente de correlación fue cercano o superior a 0.50, lo que indica que la correlación entre las variables es fuerte (J. D. Hernández et al., 2018).

Tabla N° 15. Coeficiente de correlación de Pearson entre las dimensiones evaluadas con el instrumento

	2	3	4	5	6	7	8	9
1	0.539**	0.678**	0.593**	0.635**	0.636**	0.503**	0.553**	0.503**
2		0.805**	0.669**	0.715**	0.780**	0.751**	0.548**	0.844**
3			0.848**	0.798**	0.787**	0.665**	0.494**	0.759**
4				0.868**	0.701**	0.571**	0.584**	0.607**
5					0.778**	0.687**	0.637**	0.668**
6						0.631**	0.627**	0.787**
7							0.597**	0.779**
8								0.617**

Fuente: Elaboración Propia

Nota: 1, Valor de producto; 2, Flujo de trabajo; 3, Eliminación de desechos; 4, Establecimiento de sistema “pull”; 5, Mejora del proceso; 6, Diseño de planes; 7, Disposición de los materiales; 8, Equipos de trabajo; 9, Ejecución de la obra; **, correlación significativa a un nivel de $p < 0.01$.

5.1.5. Resultados según dimensiones

Para la revisión de los resultados de las dimensiones se tendrá en cuenta los valores promedio para cada uno de los ítems; así mismo, los números que se muestran en las Figuras que se presentan a continuación, hacen referencia a los ítems de la Tabla N° 12. También se mostrarán las frecuencias por dimensiones como fueron seleccionadas por los encuestados.

Para los ítems que conforman la dimensión “valor de producto” (ver Figura N° 6, Tabla N° 16) se tiene que todos están cercanos a la respuesta de “frecuente”

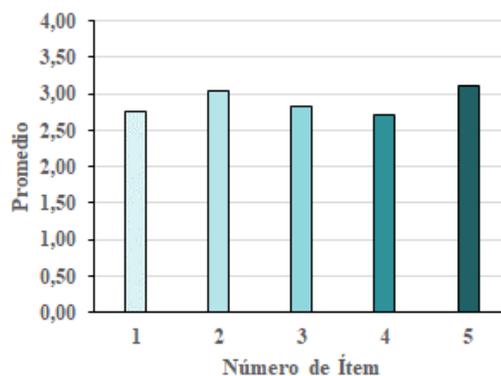


Figura N° 6. Valores promedio para los ítems de la dimensión valor de producto.

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 16. Dimensión N° 1, Valor de producto

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
1. ¿Se consulta a los responsables de la obra sobre sus expectativas?	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	14	46,7	46,7	63,3
	Ocasionalmente	10	33,3	33,3	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
2. ¿Los responsables de la obra participan en las actividades de planificación?	Muy frecuente	8	26,7	26,7	26,7
	Frecuente	15	50,0	50,0	76,7
	Ocasionalmente	7	23,3	23,3	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
3. ¿Se tiene en cuenta la apreciación de los usuarios de la obra a realizar?	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	16	53,3	53,3	70,0
	Ocasionalmente	8	26,7	26,7	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
4. ¿Se consulta a los usuarios sobre las expectativas que tienen de la obra?	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	14	46,7	46,7	63,3
	Ocasionalmente	8	26,7	26,7	90,0
	Raramente	3	10,0	10,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
5. ¿Se mantienen reuniones periódicas entre los responsables de la obra y los clientes?	Muy frecuente	8	26,7	26,7	26,7
	Frecuente	18	60,0	60,0	86,7
	Ocasionalmente	3	10,0	10,0	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

En el caso de la dimensión “flujo de trabajo” (ver Figura N° 7, Tabla N° 17), muestra una tendencia similar a la dimensión anterior, solo que el ítem 7 (¿Se cambian las tareas de los equipos de trabajo?) tiende a ocasionalmente.

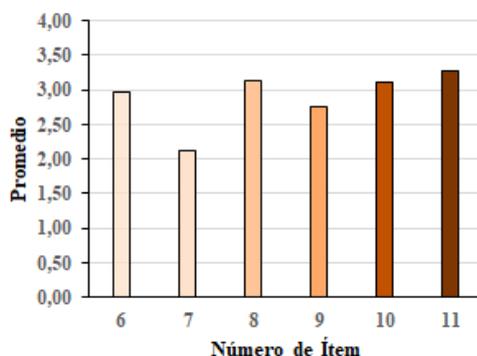


Figura N° 7. Valores promedio de los ítems de la dimensión flujo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 17. Dimensión N 2, Flujo de trabajo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
6. ¿El empleo de materiales se ajusta a las necesidades de la obra?	Muy frecuente	6	20,0	20,0	20,0
	Frecuente	18	60,0	60,0	80,0
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
7. ¿Se cambian las tareas de los equipos de trabajo?	Muy frecuente	0	0,0	0,0	0,0
	Frecuente	8	26,7	26,7	26,7
	Ocasionalmente	18	60,0	60,0	86,7
	Raramente	4	13,3	13,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
8. ¿Se tiene cuidado sobre la ejecución de la obra para minimizar defectos?	Muy frecuente	7	23,3	23,3	23,3
	Frecuente	20	66,7	66,7	90,0
	Ocasionalmente	3	10,0	10,0	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
9. ¿Se cumple con el cronograma de trabajo en cada fase del proyecto?	Muy frecuente	4	13,3	13,3	13,3
	Frecuente	18	60,0	60,0	73,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	90,0
	Raramente	3	10,0	10,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
	Muy frecuente	8	26,7	26,7	26,7

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
10. ¿Los materiales, las herramientas y los equipos de trabajo están cuando se necesita?	Frecuente	17	56,7	56,7	83,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
11. ¿Los equipos de trabajo se mantienen en comunicación?	Muy frecuente	11	36,7	36,7	36,7
	Frecuente	16	53,3	53,3	90,0
	Ocasionalmente	3	10,0	10,0	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
Total	30	100,0	100,0		

Fuente: Elaboración propia

Los ítems de la dimensión “eliminación de residuos” (ver Figura N° 8, Tabla N° 18) mantienen la misma tendencia de los ítems de las dos dimensiones previas y tienden a la opción “Frecuente”, como la más marcada por los encuestados.

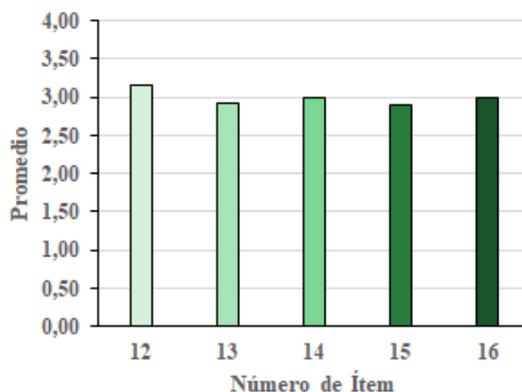


Figura N° 8. Valores promedio de los ítems de la dimensión eliminación de residuos

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 18. Dimensión N° 3, Eliminación de residuos

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
12. ¿Se planifica el trabajo semanalmente?	Muy frecuente	8	26,7	26,7	26,7
	Frecuente	19	63,3	63,3	90,0
	Ocasionalmente	3	10,0	10,0	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
	Muy frecuente	6	20,0	20,0	20,0

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
13. ¿Se planifica el trabajo para eliminar los residuos detectados?	Frecuente	18	60,0	60,0	80,0
	Ocasionalmente	4	13,3	13,3	93,3
	Raramente	2	6,7	6,7	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
14. ¿La comunicación entre los equipos de trabajo es fluida?	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	20	66,7	66,7	83,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
15. ¿Todos los responsables de la obra conocen la planificación?	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	18	60,0	60,0	76,7
	Ocasionalmente	6	20,0	20,0	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
16. ¿Se ajustan las planificaciones para cumplir con el plan maestro?	Muy frecuente	6	20,0	20,0	20,0
	Frecuente	18	60,0	60,0	80,0
	Ocasionalmente	6	20,0	20,0	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
Total	30	100,0	100,0		

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la dimensión que considera la implantación de un sistema “pull”, los encuestados, en promedio, indican que de forma “Frecuente”, tienen en cuenta aspectos clave para implantar este sistema (ver Figura N° 9, Tabla N° 19).

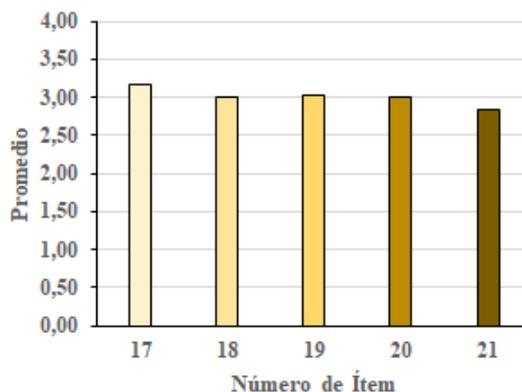


Figura N° 9. Valores promedio de los ítems de la dimensión establecer un sistema pull

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 19. Dimensión N° 4, Establecer un sistema pull

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
17. ¿La obra se subdivide en fases por cumplir?	Muy frecuente	10	33,3	33,3	33,3
	Frecuente	16	53,3	53,3	86,7
	Ocasionalmente	3	10,0	10,0	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
18. ¿Una vez cumplida cada fase, se activa la siguiente?	Muy frecuente	6	20,0	20,0	20,0
	Frecuente	18	60,0	60,0	80,0
	Ocasionalmente	6	20,0	20,0	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
19. ¿Los tiempos de espera entre una fase de la obra y la siguiente son mínimas?	Muy frecuente	7	23,3	23,3	23,3
	Frecuente	17	56,7	56,7	80,0
	Ocasionalmente	6	20,0	20,0	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
20. ¿Se optimizan cada una de las fases del proyecto?	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	20	66,7	66,7	83,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
21. ¿El reinicio de operaciones de cada fase es mínimo y se ajusta a las exigencias del cliente?	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	15	50,0	50,0	66,7
	Ocasionalmente	10	33,3	33,3	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Continuando con la presentación de las dimensiones, y en este caso la “mejora del proceso” y el “diseño de planes”, se tiene que, de acuerdo a los respondientes, se llevan a cabo de forma “Frecuente” (ver Figura N° 10 y N° 11; Tabla N° 20 y N° 21).

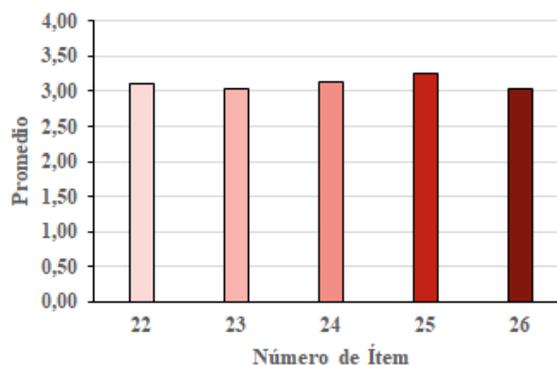


Figura N° 10. Valores promedio de los ítems de la dimensión mejora del proceso

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 20. Dimensión N° 5, Mejora del proceso

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
22. ¿Se evalúa la planificación ejecutada?	Muy frecuente	8	26,7	26,7	26,7
	Frecuente	17	56,7	56,7	83,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
23. ¿Se buscan maneras de mejorar la eficiencia del trabajo?	Muy frecuente	9	30,0	30,0	30,0
	Frecuente	13	43,3	43,3	73,3
	Ocasionalmente	8	26,7	26,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
24. ¿Se tienen en cuenta las opiniones y observaciones en la ejecución de la obra?	Muy frecuente	10	33,3	33,3	33,3
	Frecuente	14	46,7	46,7	80,0
	Ocasionalmente	6	20,0	20,0	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
25. ¿Se hacen revisiones periódicas sobre la ejecución de la obra?	Muy frecuente	11	36,7	36,7	36,7
	Frecuente	16	53,3	53,3	90,0
	Ocasionalmente	3	10,0	10,0	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
26. ¿Se optimizan los criterios objetivos de la eficiencia en la ejecución de la obra?	Muy frecuente	9	30,0	30,0	30,0
	Frecuente	13	43,3	43,3	73,3
	Ocasionalmente	8	26,7	26,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

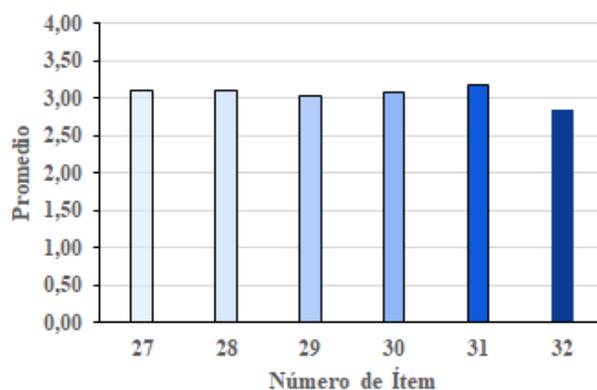


Figura N° 11. Valores promedio de los ítems de la dimensión diseño de planes

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 21. Dimensión N° 6, Diseño de planes

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
27. ¿Los responsables de la obra se reúnen para planear las actividades de la obra?	Muy frecuente	10	33,3	33,3	33,3
	Frecuente	14	46,7	46,7	80,0
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
28. ¿La planificación de las actividades de la obra es detallada?	Muy frecuente	8	26,7	26,7	26,7
	Frecuente	17	56,7	56,7	83,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
Total	30	100,0	100,0		
29. ¿Para la planificación se tienen en cuenta los objetivos de la empresa?	Muy frecuente	10	33,3	33,3	33,3
	Frecuente	12	40,0	40,0	73,3
	Ocasionalmente	7	23,3	23,3	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
30. ¿Los responsables conocen de forma detallada las actividades a realizar?	Muy frecuente	9	30,0	30,0	30,0
	Frecuente	15	50,0	50,0	80,0
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
31. ¿En el diseño del plan, se indican los lapsos de tiempo para cada fase?	Muy frecuente	10	33,3	33,3	33,3
	Frecuente	15	50,0	50,0	83,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7

32. ¿Si ocurren cambios, se hacen los ajustes pertinentes al plan, para mantener la producción de la obra?	Frecuente	16	53,3	53,3	70,0
	Ocasionalmente	8	26,7	26,7	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a las dimensiones “disposición de materiales”, “equipos de trabajo” y “ejecución de la obra”, se encuentra que la alternativa “Frecuente” en la mayoría de las preguntas es la que predomina (ver Figura N° 12, N° 13 y N° 14, Tabla N° 22, N° 23 y N° 24). Solo en el caso del ítem 36 predomina la opción “Algunas veces”, de acuerdo a la muestra consultada.

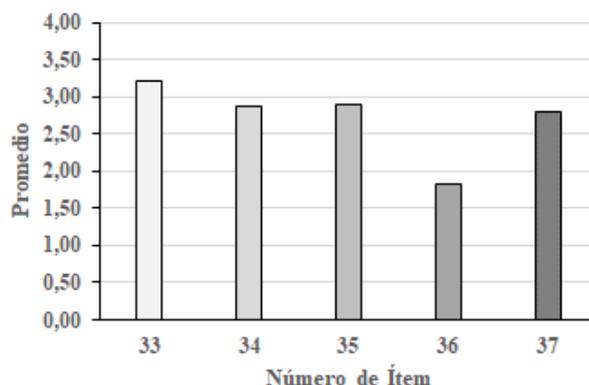


Figura N° 12. Valores promedio de los ítems de la dimensión disposición de materiales

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 22. Dimensión N° 7, Disposición de materiales

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
33. ¿Durante la ejecución de la obra, tuvieron a disposición los materiales?	Muy frecuente	11	36,7	36,7
	Frecuente	14	46,7	83,3
	Ocasionalmente	5	16,7	100,0
	Raramente	0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0
34. ¿Para cada fase de la obra, se tuvieron en cuenta sus requerimientos?	Muy frecuente	7	23,3	23,3
	Frecuente	15	50,0	73,3
	Ocasionalmente	5	16,7	90,0
	Raramente	3	10,0	100,0
	Nunca	0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0
	Muy frecuente	8	26,7	26,7

35. ¿Se tuvo en cuenta en el presupuesto de la obra todos los gastos en materiales?	Frecuente	13	43,3	43,3	70,0
	Ocasionalmente	7	23,3	23,3	93,3
	Raramente	2	6,7	6,7	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
36. ¿Se presentaron cambios de último momento en los materiales de la obra?	Muy frecuente	1	3,3	3,3	3,3
	Frecuente	6	20,0	20,0	23,3
	Ocasionalmente	13	43,3	43,3	66,7
	Raramente	7	23,3	23,3	90,0
	Nunca	3	10,0	10,0	100,0
Total	30	100,0	100,0		
37. ¿Los problemas de disposición de los materiales se solucionaban de forma rápida?	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	16	53,3	53,3	70,0
	Ocasionalmente	7	23,3	23,3	93,3
	Raramente	2	6,7	6,7	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
Total	30	100,0	100,0		

Fuente: Elaboración propia

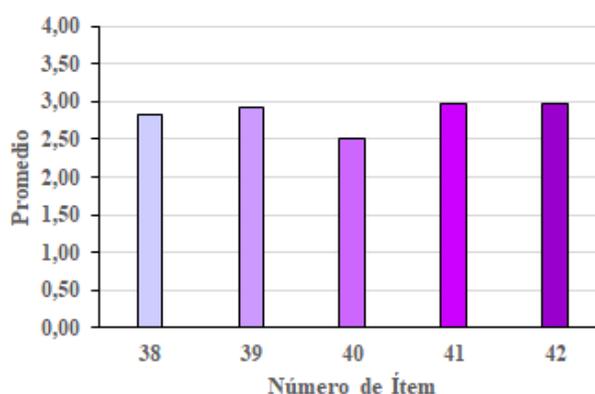


Figura N° 13. Valores promedio de los ítems de la dimensión equipos de trabajo

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 23. Dimensión N° 8, Equipos de trabajo

		Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
38. ¿Los equipos de trabajo cumplen con sus actividades en el tiempo previsto?	Muy frecuente	4	13,3	13,3	13,3
	Frecuente	18	60,0	60,0	73,3
	Ocasionalmente	7	23,3	23,3	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
Total	30	100,0	100,0		
39. ¿El personal de la obra estaba	Muy frecuente	5	16,7	16,7	16,7
	Frecuente	21	70,0	70,0	86,7
	Ocasionalmente	2	6,7	6,7	93,3

calificado para la labor asignada?	Raramente	1	3,3	3,3	96,7
	Nunca	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
40. ¿La tasa de inasistencia en el personal fue baja?	Muy frecuente	4	13,3	13,3	13,3
	Frecuente	15	50,0	50,0	63,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	80,0
	Raramente	4	13,3	13,3	93,3
	Nunca	2	6,7	6,7	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
41. ¿Los equipos de trabajo seguían la planificación acordada?	Muy frecuente	8	26,7	26,7	26,7
	Frecuente	14	46,7	46,7	73,3
	Ocasionalmente	7	23,3	23,3	96,7
	Raramente	1	3,3	3,3	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
42. ¿Los equipos de trabajo hacían bien las actividades asignadas?	Muy frecuente	6	20,0	20,0	20,0
	Frecuente	19	63,3	63,3	83,3
	Ocasionalmente	4	13,3	13,3	96,7
	Raramente	0	0,0	0,0	96,7
	Nunca	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

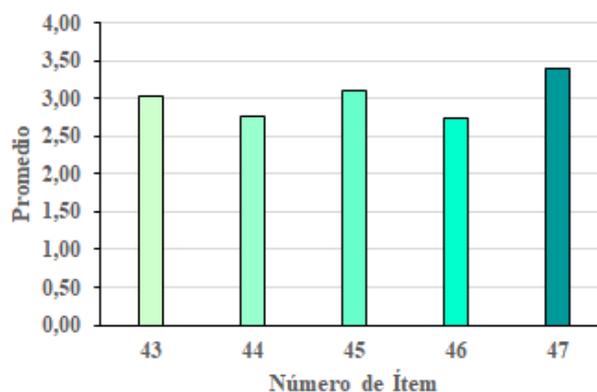


Figura N° 14. Valores promedio de los ítems de la dimensión ejecución de la obra

Fuente: Elaboración propia

Tabla N° 24. Dimensión N° 9, Ejecución de la obra

	Frecuencia	Porcentaje	Porcentaje válido	Porcentaje acumulado
43. ¿Cada fase del proyecto se ejecutaba correctamente?	Muy frecuente	8	26,7	26,7
	Frecuente	15	50,0	76,7
	Ocasionalmente	7	23,3	100,0
	Raramente	0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0

44. ¿Se cumplen con los plazos de ejecución de cada una de las fases de la obra?	Muy frecuente	7	23,3	23,3	23,3
	Frecuente	14	46,7	46,7	70,0
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	86,7
	Raramente	3	10,0	10,0	96,7
	Nunca	1	3,3	3,3	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
45. ¿Los trámites administrativos de la obra estaban al día?	Muy frecuente	8	26,7	26,7	26,7
	Frecuente	17	56,7	56,7	83,3
	Ocasionalmente	5	16,7	16,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
46. ¿Los recursos asignados a la obra fueron suficientes?	Muy frecuente	6	20,0	20,0	20,0
	Frecuente	12	40,0	40,0	60,0
	Ocasionalmente	10	33,3	33,3	93,3
	Raramente	2	6,7	6,7	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	
47. ¿Todos los permisos para la ejecución de la obra estaban aprobados?	Muy frecuente	14	46,7	46,7	46,7
	Frecuente	14	46,7	46,7	93,3
	Ocasionalmente	2	6,7	6,7	100,0
	Raramente	0	0,0	0,0	100,0
	Nunca	0	0,0	0,0	100,0
	Total	30	100,0	100,0	

Fuente: Elaboración propia

La revisión de los datos de forma global, se puede afirmar que, para el conjunto de dimensiones evaluadas en el instrumento, sobre la gestión de procesos, y la planificación y la producción, de forma frecuente se activan y se cumplen los pasos para que las variables evaluadas en la obra consultada, se lleven a cabo de forma satisfactoria (ver Figura N° 15 y N° 16).

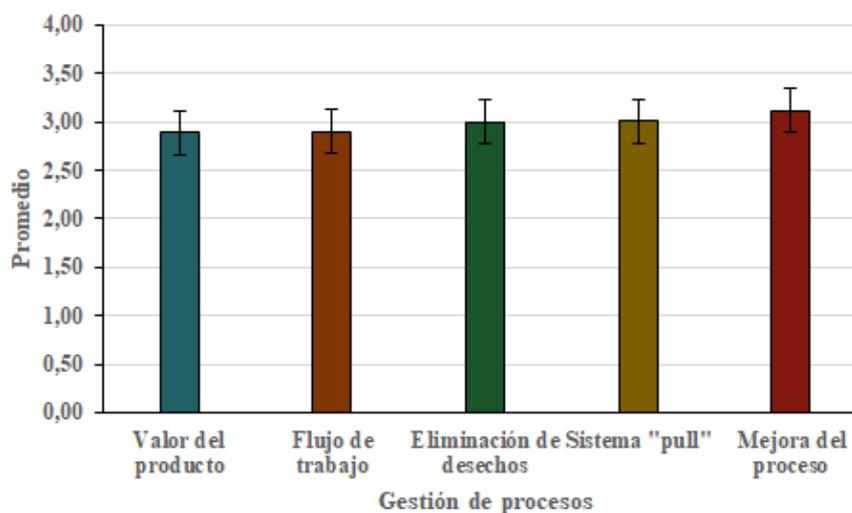


Figura N° 15. Valores promedio de cada una de las dimensiones de la variable independiente gestión de procesos. Las líneas verticales señalan el intervalo de confianza al 95%.

Fuente: Elaboración propia

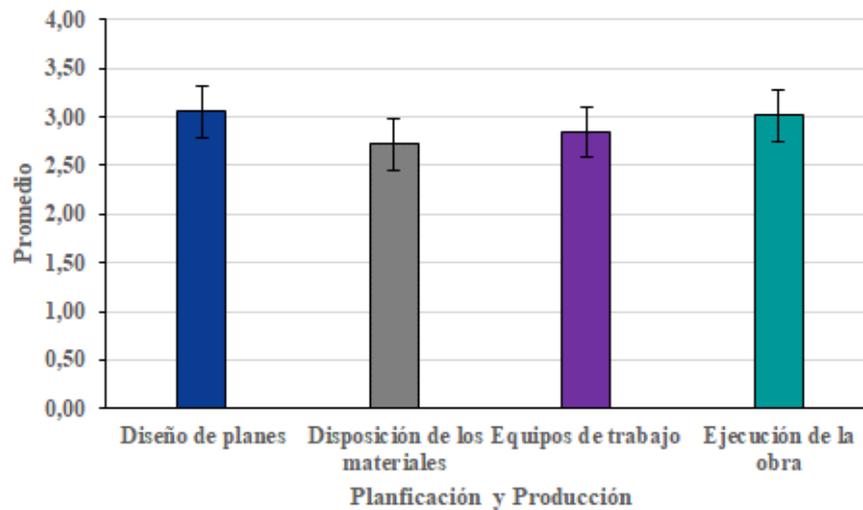


Figura N° 16. Valores promedio de cada una de las dimensiones de las variables dependientes planificación y producción. Las líneas verticales señalan el intervalo de confianza al 95%.

Fuente: Elaboración propia

5.2. Análisis e interpretación de los resultados

5.2.1. Estadísticos descriptivos de la información

Para el análisis de los resultados, se trabajará con cada una de las dimensiones que conforman el instrumento diseñado y aplicado a la muestra de participantes. Los resultados promedio y su desviación estándar se muestran en la Tabla N° 14, y para cada uno de los ítems que conforman cada dimensión en la Tabla N° 12.

5.2.2. Análisis de calidad

Para el análisis de la calidad de la información, se pueden emplear enfoques cuantitativos y cualitativos. En el cuantitativo, es usual el gráfico de control, que permite evaluar en el tiempo, si un proceso está bajo control estadístico, bajo el supuesto que la variabilidad observada en la variable medida se encuentra dentro de la curva de distribución. Por otro lado, en el enfoque cualitativo, la información debe categorizarse y jerarquizarse para describir el

proceso, desde el punto de vista de cualidades. En ambos casos, se genera información valiosa para el control de los procesos, detección de riesgos y una medición objetiva de la calidad en el tiempo.

5.2.3. Análisis cuantitativo

Para realizar el análisis cuantitativo de la calidad, se empleó un gráfico de control, con el propósito de verificar cuando el proceso está fuera de control, si tiene un comportamiento más o menos estable y se identifican de forma puntual aquellos comportamientos anómalos en el proceso. La Figura N° 17 muestra el gráfico de control de calidad, donde los puntos 7, 36 y 40 se encuentran por debajo del límite inferior de la distribución estadística de los datos.

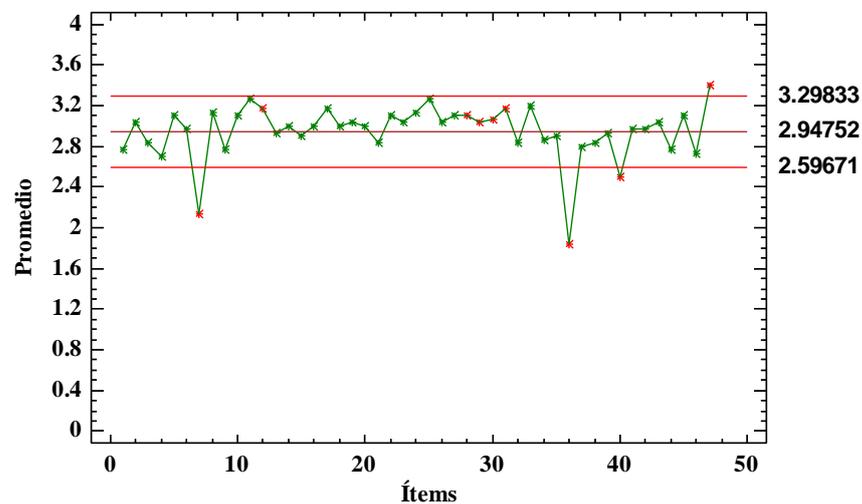


Figura N° 17. Gráfico de control de la calidad

Fuente: Elaboración propia

En estos puntos se hace referencia a los cambios en los materiales de la obra, cambios en la labor de los trabajadores y la inasistencia del personal. Estos tres puntos en conjunto representan un riesgo sino se atienden con acciones concretas, ya que el efecto inmediato es el retraso de la obra, afectación de la calidad de la misma y pérdidas económicas.

5.2.4. Análisis cualitativo

Para el análisis cualitativo de la información de la construcción de la obra, se generaron categorías y dimensiones que describen los procesos que se deben dar para que se cumplan con los objetivos inicialmente planificados. Como se mostró en los apartados anterior, las dimensiones que se generan de la gestión

de procesos son: valor del producto, flujo de trabajo, eliminación de desechos, establecimiento de sistema pull y mejora de procesos. En atención a los gráficos de barras (ver Figura N° 15 y N° 16), estos procesos se cumplen de forma frecuente en la obra, lo que sugiere se está realizando bajo los parámetros de calidad establecidos y que fueron evaluados con el instrumento aplicado. El estudio de la calidad basado en estas dimensiones, permite describir su efecto sobre la planificación y la producción de la obra.

5.2.5. Análisis de riesgos

El riesgo tiene dos aspectos: los riesgos o amenazas a la baja, que de producirse afectarían de forma negativa los objetivos del proyecto, y los riesgos u oportunidades al alza, que de producirse afectarían de forma positiva a los objetivos del proyecto (Association for Project Management, 2018). En este trabajo se tendrá en cuenta el primero de ellos, en cuyo caso podría afectar las metas propuestas en cada fase del proyecto y que son susceptibles de ser deducidas, aunque de forma parcial, de la información recabada en el instrumento aplicado. En general, en el análisis de riesgo, se sigue dos enfoques, uno cualitativo y otro cuantitativo, que se explican a continuación. En ese sentido, un análisis cualitativo permite identificar las principales fuentes o factores de riesgo. Esto puede hacerse, por ejemplo, con la ayuda de listas de comprobación, entrevistas o sesiones de lluvia de ideas. En general está asociado a alguna forma de evaluación que puede ser la descripción de cada riesgo y sus impactos o una etiqueta subjetiva de cada riesgo (por ejemplo, alto/bajo) en términos tanto de su impacto como de su probabilidad de ocurrencia. En atención a los datos recabados en este estudio, se muestra en la Figura N° 18, el porcentaje de encuestados que al menos respondieron “Frecuentemente” en las preguntas del instrumento.

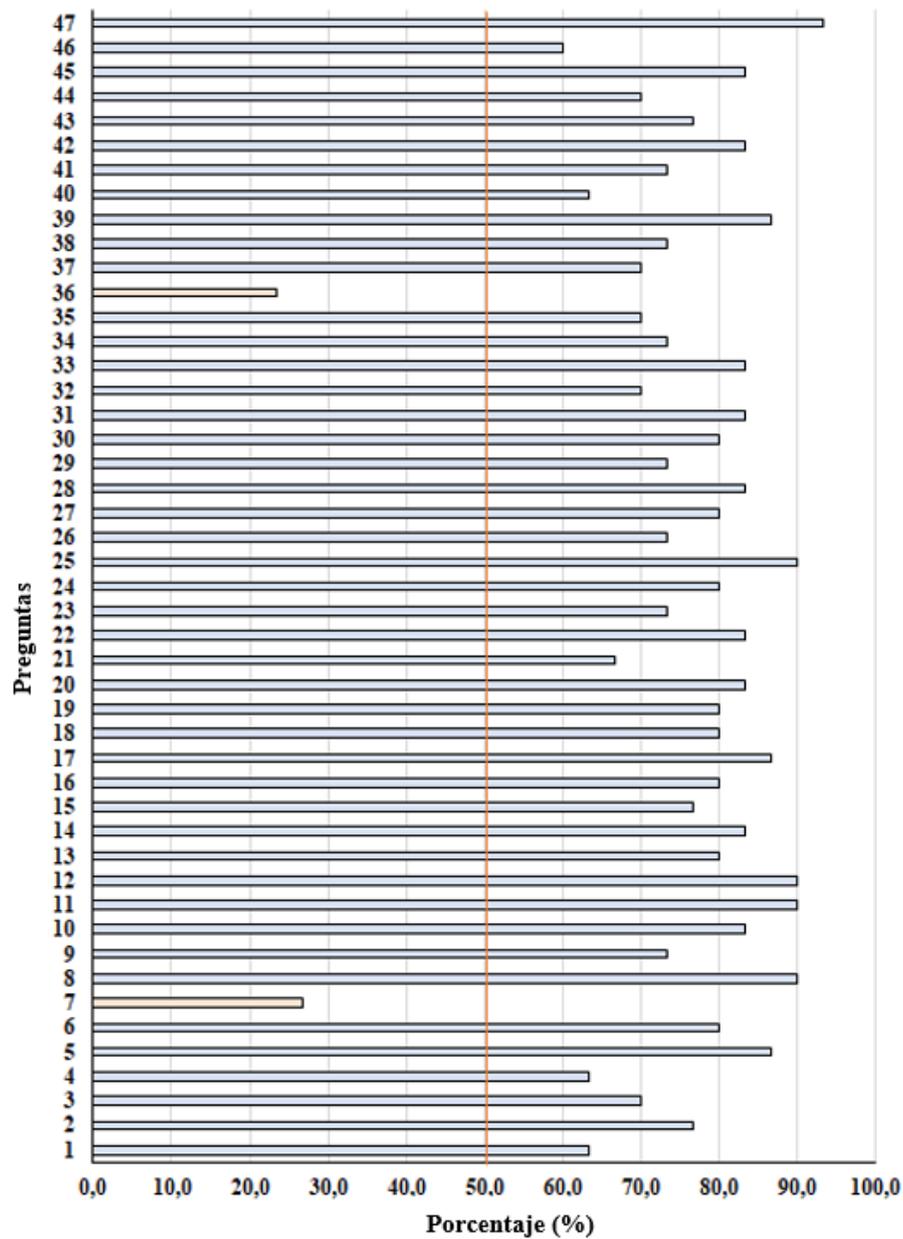


Figura N° 18. Gráfico de barras del análisis cualitativo.

Fuente: Elaboración propia

En este caso, los eventos descritos en las preguntas 7 y 36 requieren especial atención, ya que están por debajo del valor del 50% establecido por esta investigación como nivel de riesgo alto. Los cambios de último momento en los materiales de la obra y así como los cambios de equipo de trabajo a labores diferentes, pueden potencialmente comprometer los objetivos de la obra; el primero por la calidad de los materiales, y el segundo por la preparación técnica que requiere el trabajador para ejecutar cualquier labor asignada.

Por otra parte, en el análisis cuantitativo se aplican técnicas más sofisticadas, que suelen requerir programas informáticos. Para algunos, este es el aspecto más formal de todo el proceso que requiere:

- 1) Medición de la incertidumbre en las estimaciones de costes y plazos;
- 2) La combinación probabilística de las incertidumbres individuales.

En este estudio, no se hicieron mediciones que permitieran establecer la probabilidad de ocurrencia de cualquier evento riesgoso y los riesgos económicos que conlleva de presentarse. No obstante, es un área de estudio que puede aprovecharse en próximos trabajos de investigación relacionados con este tema.

5.3. Contrastación de los resultados

Para los contrastes de hipótesis se empleará la prueba t de Student, ya que los datos siguen una distribución normal. La prueba se ejecutó de tal manera para detectar si el valor promedio obtenido para la dimensión era significativamente inferior a 3,0, valor asignado a la opción de respuesta “Frecuente” en el instrumento. Para cada una de las pruebas de hipótesis se tendrá una hipótesis nula (H_0) y una hipótesis alterna (H_a). Se rechaza H_0 cuando $t_{calculado}$ es mayor que el valor tabulado de $t(0,05; 29)$.

Para la hipótesis general, H_0 : No se diferencia la frecuencia esperada de la obtenida para la evaluación de las dimensiones diseño de planes, disposición de los materiales, equipos de trabajo y ejecución de la obra; H_a , la dimensión es inferior a la frecuencia esperada. De acuerdo con los resultados, solo la dimensión disposición de materiales es significativamente inferior a la frecuencia esperada.

Tabla N° 25. Pruebas de significancia para las dimensiones

Dimensiones	M	SD	$t_{calculado}$	$t(0,05;29)$
Valor del producto	2,89	0,45	1,34	
Flujo de trabajo	2,90	0,44	1,24	
Eliminación de desechos	3,00	0,51	0,00	
Establecer sistema "pull"	3,01	0,51	0,11	
Mejora del proceso	3,11	0,58	1,04	1,70
Diseño de planes	3,05	0,62	0,44	
Disposición de los materiales	2,72	0,57	2,69	
Equipos de trabajo	2,84	0,52	1,70	
Ejecución de la obra	3,01	0,61	0,09	

Fuente: Elaboración propia

Nota. $t_{calculado}$ se calculó con la ecuación: $t = \frac{|\bar{x}-3|\sqrt{N}}{SD}$, donde \bar{x} es la media M, 3 es el valor mínimo esperado (al menos “frecuente”), N es el número de respondientes al instrumento, en este caso 30, y SD es la desviación estándar de la media; la prueba t se hizo para una cola con un $\alpha = 0.05$ y 29 grados de libertad.

5.3.1. Contrastación de hipótesis específicas

Con respecto a la hipótesis específica 1, $H_0 = \text{No se diferencia la frecuencia esperada de la obtenida para la evaluación de la dimensión valor del producto}$; $H_a = \text{la frecuencia es inferior a la esperada}$. De acuerdo a lo mostrado en la Tabla N° 23 no se ha encontrado evidencia para rechazar la hipótesis nula.

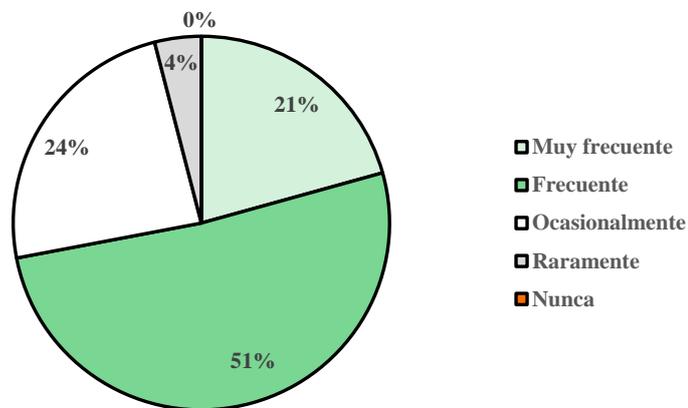


Figura N° 19. Establecer el valor del producto

Fuente: Elaboración propia

Como se muestra en la Figura N° 19, el 72% de los encuestados reporta, que, de forma frecuente, se inician todos los mecanismos que permiten establecer el valor del pavimento rígido como producto de las empresas de construcción; esto confirma la hipótesis nula del trabajo. Solo el 24% indica que estos mecanismos no se aplican con regularidad, lo que sugiere la implementación de un plan de mejoras para atender estos casos.

Con respecto a la hipótesis específica 2, $H_0 = \text{No se diferencia la frecuencia esperada de la obtenida para la evaluación de la dimensión flujo de trabajo}$; $H_a = \text{la frecuencia es inferior a la esperada}$. De acuerdo a lo mostrado en la Tabla N° 25 no se ha encontrado evidencia para rechazar H_0 . Como se muestra en la Figura N° 20, el 74% de los encuestados reporta que se analiza como ocurre el flujo de trabajo en la obra de construcción, lo que en principio permitiría identificar los puntos de pérdida o desperdicio que se debería eliminar; esto confirma la hipótesis nula del trabajo. También se observa que el 26% no

dedica tiempo a esta actividad, lo cual marca una oportunidad de mejora en la propuesta de esta investigación.

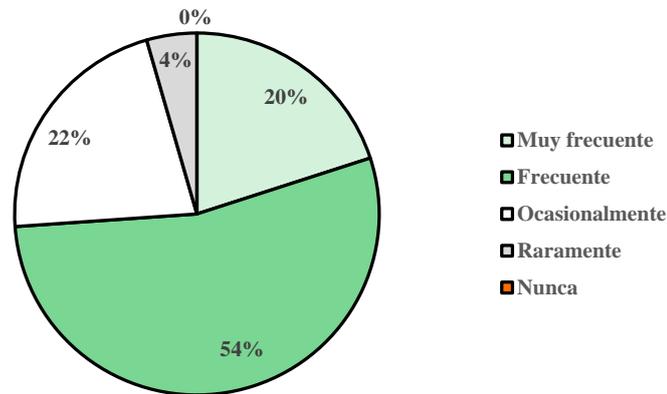


Figura N° 20. Establecer el flujo de trabajo

Fuente: Elaboración propia

En relación a la hipótesis específica 3, $H_0 = \text{No se diferencia la frecuencia esperada de la obtenida para la evaluación de la dimensión eliminación de desechos}$; $H_a = \text{la frecuencia es inferior a la esperada}$. De acuerdo a lo mostrado en la Tabla N° 25 no se ha encontrado evidencia para rechazar H_0 . Esto se refuerza con lo mostrado en la Figura N° 21, donde el 82 aplica estrategias para eliminar los desechos, en tanto que solo el 18% lo hacen de forma ocasional.

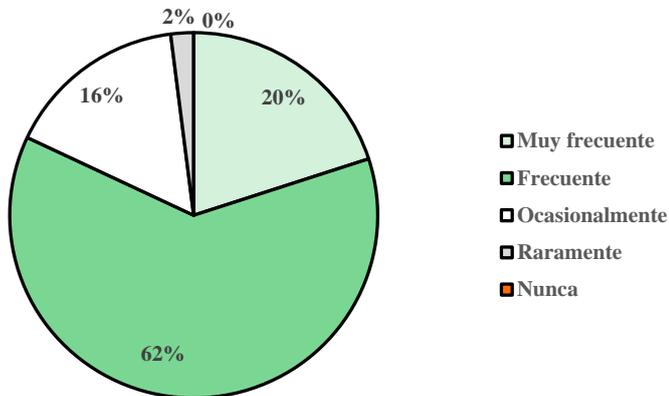


Figura N° 21. Establecer la eliminación de desechos

Fuente: Elaboración propia

Con respecto a la hipótesis específica 4, $H_0 = \text{No se diferencia la frecuencia esperada de la obtenida para la evaluación de la dimensión establecer un sistema pull}$; $H_a = \text{la frecuencia es inferior a la esperada}$. De acuerdo a lo mostrado en la Tabla N° 25 no se ha encontrado evidencia para rechazar H_0 . Esto también queda señalado en la Figura N° 22, donde el 79% de los

encuestados indican el establecimiento de un sistema pull, mientras que solo el 21% manifiesta que solo se hace de manera ocasional, requiriéndose una actividad de intervención a ese grupo.

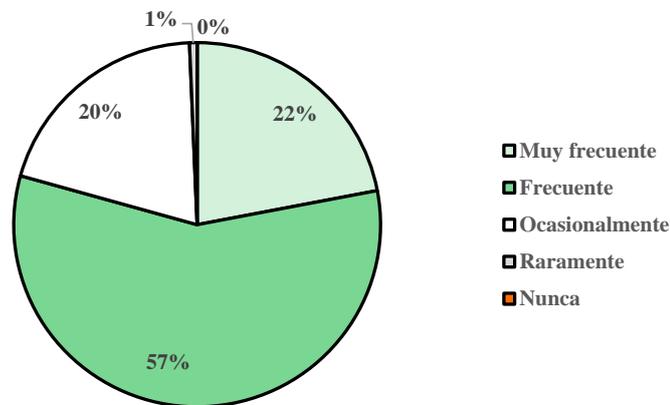


Figura N° 22. Establecer un sistema pull

Fuente: Elaboración propia

Para finalizar, en el contraste de la hipótesis específica 5, $H_0 = \text{No se diferencia la frecuencia esperada de la obtenida para la evaluación de la dimensión mejora del proceso}$; $H_a = \text{la frecuencia es inferior a la esperada}$. De acuerdo a lo mostrado en la Tabla N° 25 no se ha encontrado evidencia para rechazar H_0 . Lo mostrado en la Figura N° 23 también sustenta la hipótesis nula, ya que el 80% de los encuestados indica que de forma frecuente se implementan estrategias para la mejora del proceso, en tanto que solo el 20% lo hace de forma ocasional.

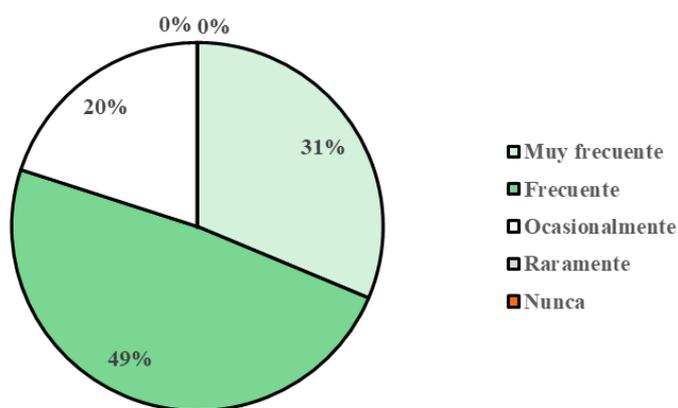


Figura N° 23. Establecer la mejora del proceso

Fuente: Elaboración propia

5.3.2. Interpretación de resultados

De las pruebas estadísticas aplicadas a los resultados obtenidos, se tiene que la disposición de materiales para la ejecución de la obra, es el eslabón que presenta mayor debilidad en la construcción consultada y de acuerdo a lo expresado por los encuestados. Sobre este particular, no se conoce las causas que pueden generar impedimentos en el flujo de los materiales a la obra (cambios o retraso de los proveedores en la entrega, pagos retrasados, agilización de los trámites administrativos, etc.). Cabe destacar, que tener los insumos a tiempo permite a los trabajadores activar todas las operaciones para la construcción de la obra, por lo cual, su no disposición puede generar retrasos indeseables.

Por otra parte, las pruebas realizadas a las hipótesis específicas indican que la obra consultada realiza de forma frecuente los cinco aspectos clave de una gestión de procesos basada en una filosofía lean construction, como se observa en la Tabla N° 26, donde los porcentajes de aceptación están entre 72% y el 82%, lo cual sugiere una buena gestión de procesos, al menos, en el proyecto de construcción evaluado.

Tabla N° 26. Porcentaje de aceptación general de planteamiento de hipótesis

Número	Descripción	% Aceptación
1	Valor del producto	72
2	Flujo de trabajo	74
3	Eliminación de desechos	82
4	Establecer un sistema pull	79
5	Mejora del proceso	80

Fuente: Elaboración propia

De esto se deduce, que en la obra se lleva una adecuada gestión de procesos, que, no obstante, puede seguirse optimizando con propuestas de herramientas de gestión como el Last Planner System que se explica en apartados posteriores.

5.4. Desarrollo del Proyecto

5.4.1. Generalidades de la empresa

La empresa UNACEM (Unión Andina de Cementos) ha estado por más de 60 años contribuyendo con el desarrollo de Perú; la mencionada empresa proviene

de la fusión de Unión Andina de Cementos Andinos y Cementos Lima. Dentro de sus planes de desarrollo y crecimiento, proyecta una nueva planta de ensacado con un sistema de paletizado propio en su Planta Atocongo (Villa María del Triunfo, Lima). Dentro del conjunto de obras que se requieren para llevar a cabo tal proyecto se requiere:

- a) Acondicionamiento del lugar de la obra, básicamente con el corte de terreno a nivel de subrasante de los pavimentos planificados.
- b) Demolición de sardineles y parte de un muro de contención.
- c) La construcción de las obras civiles de nuevas balanzas (fosos y veredas de bahía) al interior de la planta de Atocongo.
- d) Habilitar nuevos accesos mediante pavimentos de concreto (base y concreto)

La empresa contratada para realizar la obra fue ARPL Tecnología Industrial S.A. Esta es una empresa de ingeniería con un amplio know-how en el desarrollo de la industria cementera peruana, con más de 50 años de experiencia en consultoría, soporte técnico, desarrollo y gestión de proyectos de ingeniería, y ensayos analíticos y físico-químicos y servicios informáticos. Comprometidos con el apoyo al cliente y el asesoramiento detallado con integridad y calidad, sus ingenieros trabajan en grupo y se dedican a adaptarse al cambio ARPL cuenta con un equipo de profesionales cualificados y multidisciplinares, haciendo una contribución importante y sostenible a la economía peruana y reduciendo el impacto medioambiental.

5.4.2. Estadística descriptiva del proyecto

Esta última actividad que se corresponde con la construcción el pavimento rígido es donde se concentra el interés de la presente tesis. En la Figura N° 24 se muestra un plano general de la obra, donde se señala en gris los sitios donde se construirán los pavimentos rígidos.



Figura N° 24. Plano de la obra, donde se muestran en gris los sitios donde se construirán los pavimentos rígidos.

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a los requerimientos de la obra, los pavimentos serán de concreto armado, conformando por losas con dimensiones de 2.40 m x 2.40 m., con un espesor de 0.20 m, la cual se encontrará apoyada sobre una base de 0.30 m de espesor (ver Figura N° 25).

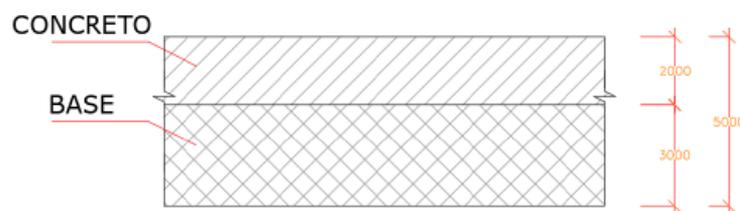


Figura N° 25. Estructura del pavimento rígido

Fuente: Elaboración propia

El área total a cubrir con pavimentación de acuerdo al proyecto es de 2542 m², y un volumen total de 510.2 m³. La obra estaba planificada para ser ejecutada en todas sus etapas en 46 días, pero finalmente se demoró 146 días, por razones no justificadas dentro de los informes a los que se tuvo acceso en esta investigación.

5.4.3. Herramientas de control de calidad

Como herramientas de control de calidad, se han de emplear herramientas que permitan de forma objetiva, realizar una evaluación del cumplimiento de los objetivos del trabajo y que sea adecuada con la metodología de gestión de procesos propuesta. En este caso se seleccionó el Diagrama de Ishikawa, la matriz FODA y el gráfico de control.

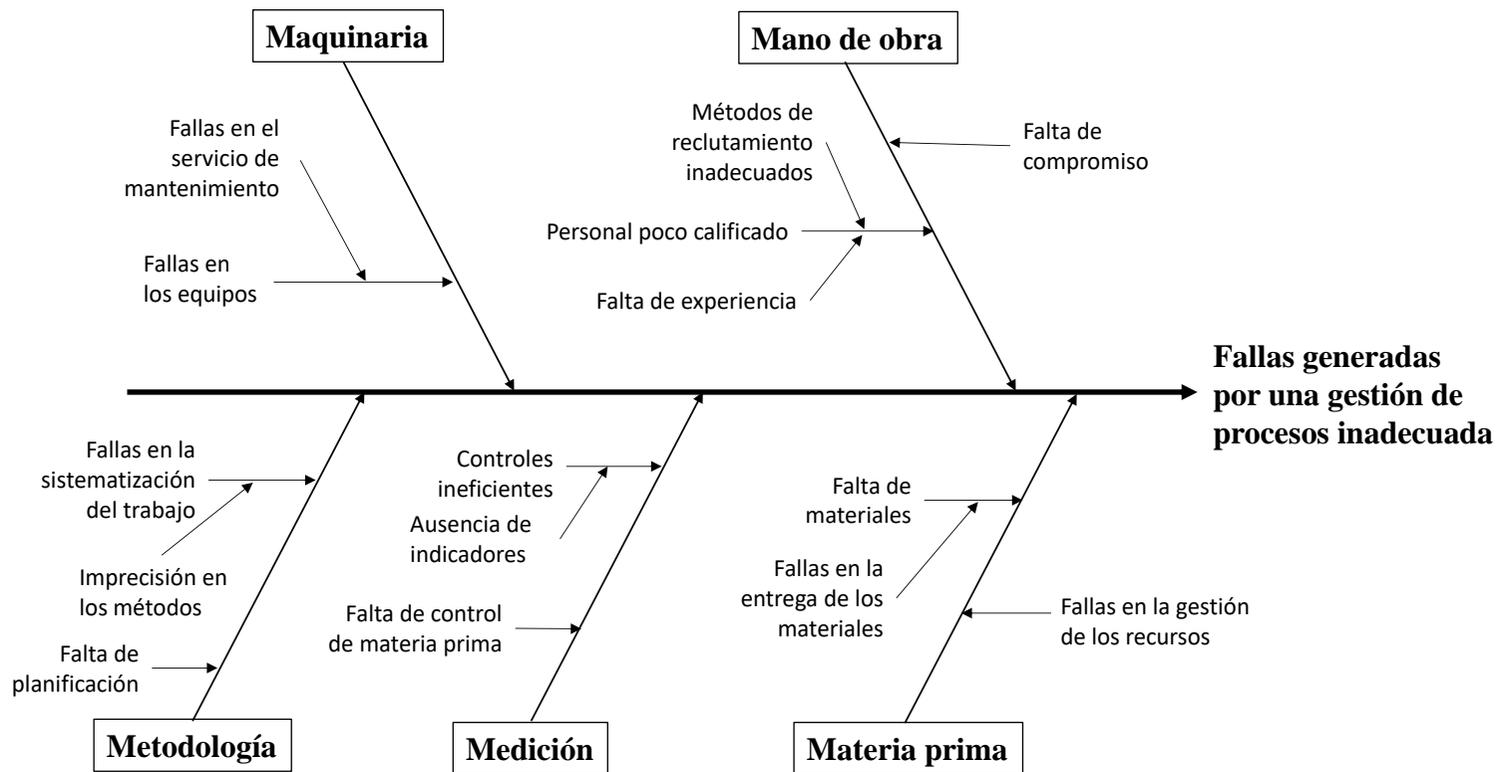


Figura N° 26. Diagrama de Ishikawa sobre la gestión de procesos en la construcción.

Fuente: Elaboración propia

La Figura N° 26 ilustra el diagrama de Ishikawa para la gestión de procesos en la obra de construcción, que señala las principales causas y sus efectos directos en la ejecución de la obra. En este caso, los problemas que se pueden presentar con la maquinaria y la materia prima están relacionado en la forma en que son dirigidos los procesos que garanticen su presencia permanente y funcional durante toda la construcción de la obra; también se puede destacar una metódica en la planificación que esté unida a una forma sólida de medir el desempeño en la producción y ejecución de los trabajos. La mano de obra, en donde están involucrados todos los responsables, pueden hacer que las cosas funcionen bien si emplean herramientas de planificación adecuadas, tanto por tener buena cualificación para ejercer cualquier encargo durante la construcción.

La matriz FODA permite la evaluación de un proyecto, de forma global y en sus distintas fases, sobre todo para los últimos responsables de dirigir el conjunto de actividades de la obra. Mediante esta matriz se evalúan las fortalezas y oportunidades, así como las debilidades y riesgos. Tener en cuenta estos aspectos durante la ejecución de la obra permite continuar con aquellas actividades que aportan valor y apuntan hacia el cumplimiento de objetivos, así como tener presente debilidades y riesgos, y generar estrategias que permitan mejorarlos. Esta matriz, como la mostrada en la Tabla N° 27, puede mantener el foco en el trabajo y puede trabajarse en las reuniones semanales de trabajo.

Tabla N° 27. Ejemplo de matriz FODA para la obra considerada

Análisis Interno	
Fortalezas	Oportunidades
<ul style="list-style-type: none"> • Se planifica semanalmente y a diario el conjunto de actividades a realizar. • La planificación se ajusta al plan macro. • Comunicación permanente entre los miembros del equipo. 	<ul style="list-style-type: none"> • Se emplean mecanismos para supervisar el trabajo que se está desarrollando. • Implementación de herramientas de control de calidad.
Análisis Externo	
Debilidades	Riesgos

-
- No se cumplen los lapsos de tiempo establecidos. previamente para cada una de fases de la obra.
 - Retraso en la entrega de materiales y suministros.
 - Puntualidad y asistencia de los trabajadores.
 - Cambios frecuentes en el tipo de labor que realizan los trabajadores.
 - Retrasos en las fechas de entrega.
 - Incumplimiento de compromisos.
 - Pérdidas económicas.
 - Paralización de la obra.
 - Calidad final de obra.
 - Disminución de la competitividad con respecto a otras empresas
-

Fuente: Elaboración propia

Los gráficos de control, por otro lado, indican de forma visual si el proceso general de la obra se está llevando en condiciones controladas, o que el conjunto de actividades planificadas está cumpliéndose en atención a lo programado. Para la propuesta de trabajo, la variable a cuantificar es el porcentaje de plan cumplido (PPC), que se calcula como la relación de los que se hizo con respecto a lo planificado, multiplicado por 100. Se debe tener en cuenta que se define actividad realizada, a la que se ha realizado de forma exitosa y en el tiempo previsto.

El PPC también es una herramienta para medir la eficacia del programa y para identificar las razones por las que no se ejecutaron las actividades previstas. Se identifican las causas de los problemas y se aplican medidas correctoras en las semanas siguientes (mejora continua). En las reuniones semanales se analiza la relación entre los elementos ejecutados y los previstos.

5.5. Propuesta Plan de Mejora

5.5.1. Plan de mejora

La herramienta a emplear para la gestión de procesos es el Last Planner System (LPS), o sistema del último planificador. El "LPS" se define como la persona o grupo que ejecuta la LPS y cuya función específica es asignar el trabajo y pasarlo directamente al campo, es decir, al nivel final de la planificación, y que es responsable de la transmisión real de todos los planes a los trabajadores de campo. Además, el papel del planificador es, en última instancia, garantizar

que "lo que se quiere hacer" y "lo que se puede hacer" encajen y que ambos se conviertan finalmente en "lo que se pretende hacer".

La teoría del planificador final forma parte del método de planificación a corto plazo, que establece los objetivos que deben alcanzarse de forma fiable y la aplicación del programa a corto plazo permite la planificación a largo plazo. Los calendarios a muy largo plazo no suelen respetarse y el trabajo de campo ha demostrado ser poco fiable, ya que suele salirse del calendario a los pocos días de empezar a trabajar.

5.5.2. Procedimiento para la aplicación de la propuesta de mejora

Para la implementación de esta herramienta de gestión de procesos se han de tener en cuenta cuatro aspectos:

- a) Lookahead Plan
- b) Plan Semanal
- c) Plan Diario
- d) Análisis de restricciones

Por lo tanto, se irá desarrollando cada uno de estos apartados con referencia a la obra analizada.

a) Lookahead Plan

El plan de avance es un plan intermedio del sistema Last Planner, y su duración depende principalmente de dos factores: el horizonte máximo de variabilidad del proyecto y el tiempo mínimo necesario para eliminar las restricciones. Para esta planificación se tuvo en cuenta lo realizado en uno de los sectores de la obra, ya que en todos los sectores donde se hizo un procedimiento similar. En ese sentido, la duración de este plan puede variar entre tres a seis semanas y lo determina el ingeniero responsable en atención a los dos factores antes mencionados; en este caso, para completar las obras del sector dos, se prevé una duración de semana y cinco días (ver Tabla N° 28).

Tabla N° 28. Lookahead Plan del sector dos de la obra

Tareas	Días											
SECTOR 2	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
DEMOLICIONES												
DEMOLICIÓN DE SARDINELES												
DEMOLICIÓN Y REPOSICIÓN DE LOSA P/ MEJORAR PENDIENTE												
MOVIMIENTO DE TIERRAS												

PM-6	Maquinaria	Tener la maquinaria en óptimas condiciones durante el lapso de tiempo del plan.
PM-7	Mano de obra	Disponer del personal con sus distintas capacidades para la ejecución de cada fase.
PM-8	Mano de obra	Proveer la inducción necesaria sobre las normas de seguridad a seguir durante la jornada laboral.
PM-9	Mano de obra	Garantizar que los trabajadores lleguen a tiempo a las labores y de forma continua.
PM-10	Medición	Definir con claridad cada paso del plan y el lapso de tiempo
PM-11	Materiales	Asegurar la cantidad y calidad de los materiales para la ejecución de la obra.

Fuente: Elaboración propia

b) Plan semanal

El plan semanal se establece ampliando el plan intermedio o *Lookahead*. Se sugiere que un día de la semana previa se hagan los ajustes pertinentes a la planificación semanal. Tales ajustes implican la gestión de los recursos y el levantamiento de las restricciones, teniendo en cuenta el levantamiento previo de las restricciones en cada reunión para determinar las actividades que se van a planificar para la semana. Una vez identificadas las actividades no restringidas, se determina la carga de trabajo que debe asignarse a cada equipo para la semana. Esta carga de trabajo ya se fija en el plan provisional, pero se revisan porque las condiciones de trabajo pueden fluctuar (por ejemplo, se necesita mano de obra, había que adelantar el trabajo, condiciones meteorológicas, etc.).

De acuerdo con la Tabla N° 28, en la semana 1 se deben ejecutar la demolición y movimiento de tierras, mientras que en la semana dos, la aplicación de la capa de pavimento rígido. En la Tabla N° 30, se enlistan las actividades de mejora para la planificación semanal.

Tabla N° 30. Propuestas de mejora (PM), para la gestión de los procesos durante el plan semanal.

Ítem	Relación	Propuesta de mejora para el Lookahead Plan
PM-1	Metodología	Planificar reuniones semanales para ajustar las actividades de la semana y la carga de trabajo por equipo.
PM-2	Metodología	Listar si se tienen a disponibilidad todo lo requerido para la ejecución del trabajo.

PM-3	Metodología	Dirigir las actividades de tal manera de cumplir con la planificación de la semana.
PM-4	Metodología	Verificar el avance del plan semanal, para tenerlo en cuenta en el plan semanal siguiente.
PM-5	Mano de obra	Seguir las indicaciones del plan para el cumplimiento de los objetivos, en relación a la carga de trabajo asignada.
PM-6	Mano de obra	Garantizar que los trabajadores lleguen a tiempo a las labores y de forma continua.
PM-7	Medición	Definir con claridad las actividades para cada día de la semana y el lapso de tiempo
PM-8	Materiales	Asegurar la cantidad y calidad de los materiales para la ejecución de la obra en el plan semanal.
PM-9	Maquinaria	Disponer de la maquinaria funcional para la semana planificada.

Fuente: Elaboración propia

c) Plan Diario

El plan diario lo prepara el ingeniero de la obra (o el responsable que dirige la cuadrilla), que es el planificador final, en consulta con el equipo de la obra (capataz de la obra, departamento técnico, departamento de prevención y supervisión) en la reunión diaria de final de jornada. Es en este momento cuando se comprueba el avance real de la jornada y si se han realizado las actividades previstas en el plan diario anterior, ya que, si hay alguna actividad que no se haya realizado o completado durante el día, hay que comprobarla.

Tabla N° 31. Propuestas de mejora (PM) para la gestión de procesos en la planificación diaria.

Ítem	Relación	Propuesta de mejora para el Lookahead Plan
PM-1	Metodología	Planificar reuniones diarias al finalizar la jornada, sobre todo los directores finales de la obra, para establecer los alcances de la obra.
PM-2	Metodología	Verificar el avance de la obra y realizar cambios de ser necesarios para la planificación del día siguiente.
PM-3	Metodología	Verificar que no hayan surgido restricciones para las actividades del día siguiente.
PM-4	Mano de obra	Garantizar que los trabajadores lleguen a tiempo a las labores y de forma continua.
PM-5	Medición	Definir con claridad las actividades para cada hora del día (llegada, descansos, trabajo, retirada, etc.) y el lapso de tiempo
PM-6	Materiales	Asegurar la cantidad y calidad de los materiales para la ejecución de la obra en el día trabajo y para el siguiente día.
PM-7	Maquinaria	Disponer de la maquinaria funcional para el día planificado.

Fuente: Elaboración propia

d) Análisis de Restricciones

El análisis de las restricciones es la herramienta que da sentido al *lookahead*. Sin esta formalidad, el look-ahead sólo sería una programación intermedia que no puede servir de escudo para proteger el proyecto de los impactos de la variabilidad ambiental y, por tanto, no contribuiría a la credibilidad del proceso de planificación y programación.

En la Tabla N° 32 se muestran algunos tipos de restricciones muy comunes en las obras y algunos ejemplos de ellas. Para cualquier ejecución de planificación diaria no debe haber ningún tipo de restricción, y esto se extrapola a la planificación semanal. Las bondades que ofrece esta filosofía de gestión de proceso radican, precisamente en esta revisión constante de lo micro que harán posible la consecución de los objetivos macro.

Tabla N° 32. Tipos de restricciones y algunos ejemplos en la obra

Tipo de Restricción	Ejemplo de Restricción
Materiales	Disposición de todos los materiales según lo requerido por día y semana (cemento fresco, acero, etc.)
Diseño	Problemas de diseño
Equipos	Equipamiento disponible y operativo, Maquinaria
Habilitación de la zona de trabajo	Terreno disponible para la ejecución de trabajo, Demarcación
Documentación	Permisos, Trámites administrativos, Contratos, Pagos, etc.
Seguridad	Implementos de seguridad, señalización, etc.
Ambiental	Condiciones meteorológicas
Mano de obra	Personal completo, personal calificado

Fuente: Elaboración propia

5.5.3. Recomendaciones para la propuesta de mejora

Muchas de las recomendaciones para la implantación de este plan de mejora, que esboza una planificación desde una visión del último planificador radica en las siguientes observaciones:

a) Mantener una comunicación constante entre los planificadores centrales y los que llevan a cabo el trabajo en campo. De esta manera se tiene un tiempo de respuesta corto para las necesidades que tengan las partes.

- b) Mantener la información relevante visible en un espacio común. De esta forma, todos los interesados pueden conocer el avance de la obra, lo que falta y cualquier otro dato que de soporte a la planificación.
- c) Se deben sostener reuniones periódicas, semanales y diarias. Esto permite optimizar la planificación diaria y semanal, con respecto a las restricciones y su manejo. Sin embargo, han de hacerse las reuniones necesarias y con una duración razonable, para no perder tiempo.

5.5.4. Aplicación de la propuesta de mejora

Se ha diseñado un plan de mejora que describe todas las áreas que, de acuerdo al análisis realizado con en el diagrama de Ishikawa, se deben tener en cuenta para incorporar las mejoras, como son las maquinarias, la metodología, la mano de obra, la medición y la materia prima.

Para la aplicación del plan de mejora, se siguieron cada una de las etapas de la herramienta Last Planner System (LPS), como son el Lookahead Plan, el plan semanal, el plan diario y el análisis de restricciones, y para cada una de estas etapas en las áreas antes mencionadas, se indicaron propuestas de mejora que conduzcan a una exitosa implementación de la herramienta. Esta secuencia de acciones tubo como marco de referencia a la empresa UNACEM, en una obra de ampliación de unas de sus plantas de ensacado de cemento, donde se construyeron pavimentos rígidos. Para este caso, se tomó del plan maestro una sección de la obra donde se construyeron pavimentos rígidos y se proyectaron todas las fases del LPS, para que la gestión de procesos se ajuste aún más a la filosofía LC. De esta manera el lookahead plan tenía en cuenta tres momentos concretos (demolición, movimiento de tierras y pavimentación) a desarrollarse en un período de un máximo de 15 días; a partir de allí se planifican las actividades por semana y luego por día, teniendo en cuenta todas las restricciones y las acciones a implementar para superarlas. Por último, se propone el cálculo del PPC, ya que es un indicador objetivo del avance real de la obra, en términos de actividades concretas realizadas en el tiempo previsto.

5.5.5 Estado Situacional Del Proyecto Antes De Aplicar El Plan De Mejora

Se realizó un diagnóstico de la obra objeto de estudio relacionada con la gestión de procesos del proyecto “Demoliciones, movimientos de tierras,

pavimentaciones y obras civiles de nuevas balanzas en planta de Atocongo”, para establecer su impacto sobre la ejecución y la producción de pavimento rígido, en la cual se revisará el estado del proyecto antes de la aplicación la herramienta de gestión Last Planner System.

Se hizo una comparación de dos construcciones que se corresponden con dos sectores de la obra, como se observa en la Tabla N° 33, teniendo en cuenta cuando fue aplicada o no la herramienta de gestión de procesos antes mencionada.

Tabla N° 33. Cuadro comparativo entre los proyectos durante dos momentos de la obra

Descripción	Proyecto	
	Febrero-2022 a Marzo-2022	Marzo-2022 a Abril-2022
Se cambian las tareas de los equipos de trabajo sin previo aviso	Si	No
Se producen cambios de último momento en los materiales empleados en la construcción de la obra	Si	No
Los trabajadores asisten de forma puntual para ejecutar las actividades de la obra	No	Si
No se cumplen con las actividades planificadas	Si	No
Los materiales, las herramientas y los equipos de trabajo están cuando se necesita	No	Si

Fuente: Elaboración propia

En la Tabla N° 34 se muestra la cantidad de días requeridos para la ejecución de una sección de la obra sin la aplicación del plan de mejora, que en este caso fueron 27.

Tabla N° 34. Proyecto sin aplicar la metodología Last Planner System

Días	Semana	% Avance	% Avance acumulado
7	1	24.5	24.5
7	2	25.0	49.5
7	3	22.3	71.8
6	4	28.2	100.0

Fuente: Elaboración propia

5.5.6 Proyecto Aplicando La Metodología Last Planner System (Misma empresa)

Se aplicaron las sugerencias del plan de mejora en el segundo mes de la ejecución de la obra, teniendo en cuenta la herramienta del Last Planner System, planificando desde el plan maestro a ciclos más cortos, llegando a la planificación semanal y diaria. Se realizaron los análisis de las restricciones que impedía el avance normal de la obra en los aspectos críticos encontrados en el diagnóstico y reseñados en la Tabla N° 33.

En la Tabla N° 35 se muestra el avance de la obra con la aplicación de la herramienta, donde se evidencia una disminución significativa del tiempo requerido para su ejecución.

Tabla N° 35. Proyecto con la aplicación de la metodología Last Planner System

Días	Semana	%Avance	%Avance acumulado
7	1	36.4	36.4
7	2	40.0	76.4
3	3	23.6	100.0
0	4	-	-

Fuente: Elaboración propia

5.5.7 Proyecto ejecutado sin la metodología Last Planner System (misma empresa)

En la Figura N° 27 se compara como ha sido el avance de la obra con y sin la aplicación de la herramienta de gestión de procesos Last Planner System (LPS). Se hace evidente en la comparativa, un incremento notable en el porcentaje de avance de la obra cuando se implementa el plan de mejora, cuando se compara con los métodos de planificación que se estaba empleando. Por lo tanto, puede concluirse que la gestión de procesos basada en LPS mejora la producción de la obra, en menor tiempo lo que se traduce en una disminución de costos.

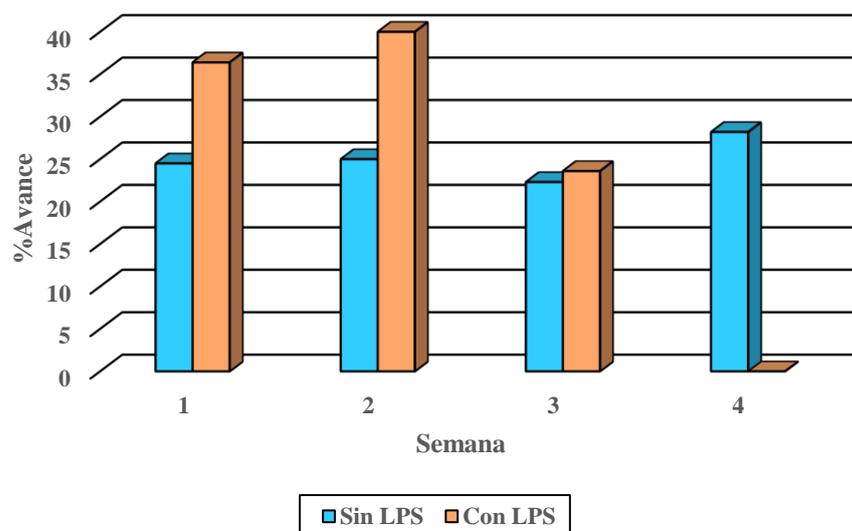


Figura N° 27. Comparación del porcentaje de avance de la obra con y sin la aplicación del Last Planner System (LPS).

Fuente: Elaboración propia

5.6. Benchmarking del aporte

La herramienta de LC en sus diferentes enfoques, como el LPS, aporta mejoras significativas a la gestión de procesos en las empresas de la construcción, cuya complejidad inherente se ve beneficiada por este tipo de metodologías. Un esquema de planificación que prevea y soluciones las restricciones que surgen semanalmente, es muy probable que se ajuste a los objetivos de los planes maestros, ya que una planeación a muy largo plazo y con un alto grado de complejidad, es muy difícil de visualizar y poner en práctica a la perfección.

La implementación de una planificación diaria y semanal, que se ajuste a un plan a mediano plazo, versus una planificación general que amerita un grado de control muy amplio para que se cumpla, brinda una mayor flexibilidad y oportunidad de mejoras de todas las fallas y desechos detectados, ya que estos se discuten a diario y por semana. De esta manera, la evaluación del proceso en estos pequeños estadios, asegura mayores oportunidades de perfeccionamiento.

DISCUSIÓN

El primer resultado resaltante de esta investigación apunta a que el 72% de los encuestados con el instrumento diseñado para evaluar la implementación de LC en las empresas de construcción, aplica estrategias para establecer el valor del producto de la construcción, siendo en este caso el pavimento rígido. Esto sugiere que en la obra evaluada tenía como objetivo mejorar la colaboración entre todas las partes interesadas en el proyecto, lo que para Albalkhy y Sweis (2020) permite maximizar el valor para todas ellas en general y para el cliente en particular, además de eliminar todo tipo de desperdicios, lograr la mejora continua, mejorar flujo de materiales, reducir los costes y mejorar la seguridad y la calidad. Esta última afirmación se corrobora con lo encontrado en el resto de indicadores que sugieren que en la obra se siguen todos los aspectos que conforman la filosofía LC. En otras investigaciones en Perú, se ha planteado que la aplicación de la filosofía LC efectivamente mejora tanto los indicadores de gestión tiempo y costo, así como una intensa colaboración entre las partes interesadas que incrementaba el valor de la obra (Quiñonez, 2019).

Uno de los aspectos clave de la implementación de LC es el mapeo de flujo de trabajo, ya que permite mediante su análisis identificar cuáles son los puntos en donde hay desechos, y, por lo tanto, pérdida de valor de la obra. De acuerdo con los resultados de la aplicación del instrumento diseñado, el 74% de los encuestados aplican procedimientos para mapear el flujo de valor de la obra y de esta manera conocer los puntos débiles que restan valor. Aslam et al. (2022) plantean que este tipo de tareas son necesarias ya que los proyectos de construcción siempre se consideran altamente inciertos y volátiles debido a la naturaleza del trabajo, ya que los proyectos se llevan a cabo en entornos disímiles en los que participan numerosos equipos especializados que trabajan juntos para lograr los objetivos de la construcción. Los mismos autores luego afirman que esta incertidumbre lleva a la producción de enormes desperdicios tanto en el producto como en los procesos que a veces se consideran inherentes a los proyectos de construcción, lo que no solo da lugar a sobrecostes y retrasos, sino que también son la principal fuente de disminución de la productividad. En el Perú, Bardales y Correa (2020) encontraron en el estudio de una obra que las principales pérdidas fueron el desconocimiento de los procesos de gestión, aplicación de procesos inadecuados de construcción y la falta de control en el trabajo. Estos autores también plantean que la aplicación de herramientas LC mejoró los indicadores de producción de la obra, lo que sugiere una amplia

penetración de esta filosofía de trabajo en la industria de la construcción peruana, o al menos, en la empresa consultada.

Teniendo en cuenta el apartado anterior, ya se sabe que la utilidad del mapeo de trabajo es la eliminación de las pérdidas, y en atención a los encuestados, el 82% indica que se aplican medidas para eliminar las pérdidas detectadas. Este resultado es coherente con el encontrado en el apartado anterior. Ya se ha establecido que la implementación de herramientas de gestión basadas en LC permiten aumentar el valor y eliminar las pérdidas (Meng, 2019), como las detectadas en el trabajo de Bardales y Correa (2020), que al ser eliminadas mediante un proceso de gestión optimizado se tradujo en un aumento de la producción y el rendimiento de la obra.

Un aspecto clave de las herramientas de gestión basadas en LC es el sistema pull, donde se subdivide la obra en actividades clave y secuenciales, trazables en espacio y tiempo que les indican a los miembros del equipo de trabajo cuando termina una secuencia para que empiece la siguiente. Los resultados de la aplicación del instrumento indican que el 79% de los encuestados opina que se establece este sistema en la obra consultada. Este resultado es interesante, ya que la implementación de herramientas LC como LPS requieren de este enfoque para establecer lo que debe hacer en la planificación maestra (Aslam et al., 2020), y que luego se traducirá en las subsiguientes planificaciones a escalas temporales inferiores, hasta llegar a la del día a día.

Por último, un aspecto cuya aplicación es necesaria, es la mejora continua de los procesos, ya que siempre hay oportunidades de mejora y ajuste de la gestión de procesos luego de un ciclo de aplicación. A este respecto, los encuestados indicaron en un 80%, que se implementan estrategias para la mejora continua de los procesos de la obra. Diversos autores sugieren que el refinamiento del proceso persigue seguir incrementado el valor de la obra, mediante el cumplimiento de los plazos, satisfacción al cliente, seguimiento de requerimientos de seguridad, entre otros (Demirkesen & Bayhan, 2020; Enshassi et al., 2021; Singh & Kumar, 2020). Esto confirma que la empresa evaluada aplica estrategias de mejora de los procesos en la ejecución de la obra.

Si se tiene en cuenta el porcentaje de encuestados que indica que los pasos de la gestión de procesos basadas en LC se aplican con poca frecuencia se obtiene que en cada caso los valores son: establecer valor con un 28%, mapeo de flujo de valor con un 26%, eliminación de residuos con un 18%, establecer un sistema pull con un 21% y mejora continua del proceso con 20%. Al revisar los datos con este enfoque, se deduce que aún hay oportunidades de mejora en la obra, en cuyo caso, la aplicación de herramientas como

LPS, puede involucrar a ese porcentaje de encuestados a participar de forma más activa en la gestión de procesos como últimos planificadores en la obra.

CONCLUSIONES

1. La gestión de procesos realizada en la obra de construcción sigue elementos que sugieren la implementación de herramientas de lean construction. Sin embargo, se presentan algunas inconsistencias en cuanto a la dirección de la mano de obra y al manejo de los materiales, que tienen efecto sobre la producción de pavimento rígido, que se pueden mejorar con la aplicación de herramientas como el Last Planner System, como se propuso en esta tesis, donde aplicando la herramienta se optimiza la productividad en un 28.2%, reduciendo el tiempo de ejecución de una sección de la obra de 27 a 17 días.
2. Se siguen la mayoría de las actividades conducentes a satisfacer las necesidades de los diferentes actores de la obra, y su incidencia en los planes de construcción y la ejecución de la obra. Para el establecimiento del valor de la obra de construcción, siendo en este caso, el pavimento rígido, un 72% de los encuestados refiere que se llevan a cabo todos los procedimientos para dar valor agregado, mientras que un 28% indica que esto se lleva a cabo con poca frecuencia. Este aspecto importante, ya que involucra tanto a la empresa constructora como la contratante de la obra en el establecimiento de objetivos, planes generales y parámetros de calidad, que en definitiva permiten establecer el valor de la obra.
3. Se establecen los pasos para identificar los residuos en cada uno de los puntos críticos de la obra, teniendo en cuenta el mapeo del flujo de trabajo, lo que podría mejorar la planificación y la producción de la obra. Para el mapeo del flujo de trabajo, se obtuvo que un 74% de los encuestados realiza este procedimiento de forma frecuente, mientras que un 26% indica que esto se realiza con poca frecuencia. Este análisis del proceso de producción es necesario para poder identificar de forma global los residuos de la obra y que estrategias se pueden implementar para eliminarlos.
4. Se tienen en cuenta procedimientos para eliminar los residuos detectados, que mejora el flujo de recursos, uso del tiempo y el desempeño del personal, lo que mantiene el nivel de eficiencia en la ejecución de los trabajos de la obra. De acuerdo con los resultados, un 82% de los encuestados reporta que de forma frecuente se aplican cambios conducentes a la eliminación de los residuos, mientras que solo un 18% indica que esto se hace con poca frecuencia. La eliminación de los residuos es importante, ya que disminuye las pérdidas que afectan el valor de la obra, y las consecuencias indeseables que esto trae al aumentar costos y retrasos.

5. Se implementa un esquema de trabajo por etapas, que se activan en atención a lo programado en la planificación, haciendo que se satisfagan las expectativas de las partes involucradas, así como los niveles de producción de la obra. En lo que respecta a la implementación de un esquema pull, un 79% de los encuestados responde que esto se lleva a cabo de forma frecuente, en tanto que un 21% indica que esto se hace de forma poco frecuente. Este sistema es relevante, ya que subdivide el trabajo en fases que por su naturaleza son diferentes, y cuya realización de forma apropiada da pie al inicio de la siguiente, y así hasta la construcción de la obra.
6. Se implementan acciones que evalúan un ciclo de trabajo, con el propósito de hacer que el siguiente sea más eficiente, haciendo que de este modo mejore la planificación, la producción y la ejecución de la obra. Para la búsqueda de la mejora continua de la gestión de procesos, el 80% de los encuestados manifiesta que esto se realiza al menos de forma frecuente, mientras que el 20% restante sostiene que esto se lleva a cabo de forma poco frecuente. Hay que tener presente, que solo la evaluación continua del proceso garantiza su mejora, ya que la planificación inicial solo es una buena aproximación que debe ser contrastada mediante su aplicación y si se obtienen los resultados esperados. De esto se deduce que cada ciclo de aplicación de la planificación es una hipótesis donde se prueba su idoneidad y efectividad, y es mediante su evaluación, la que permite generar cambios, que nuevamente serán probados en un ciclo permanente de mejoras continuas.

RECOMENDACIONES

1. Se sugiere la implementación de una planificación a tres niveles (plan maestro, intermedio y semanal) que permita subdividir todo el trabajo en acciones más cortas y de menor complejidad, siempre manteniendo el plazo final ya establecido para la culminación de la obra. Este procedimiento es parte del LPS, pero amerita para su cumplimiento que los responsables de la obra se reúnan y bajen lineamientos claros para su desarrollo.
2. Se recomienda realizar un análisis de todas las restricciones que se tienen en la obra, ya que estas son las que determinan lo que se puede hacer realmente. Tener conocimiento de esto, permitirá que se realicen acciones concretas para eliminar tales restricciones y que se pueda cumplir con la planificación.
3. Llevar un registro de todo lo que se ha realizado y de los problemas que se ha suscitado durante la ejecución de la planificación diaria. Este registro será un insumo de valor durante la reunión del final del día y la reunión semanal de planificación.
4. Para hacer seguimiento a la gestión de procesos, se sugiere emplear indicadores cuantitativos (PPC) y cualitativos, que permita establecer compromisos de mejoras realistas y trazables, con el fin de que la obra se realice según los objetivos planteados.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abdelmegid, M. A., González, V. A., O'Sullivan, M., Walker, C. G., Poshdar, M., & Alarcón, L. F. (2021). Exploring the links between simulation modelling and construction production planning and control: A case study on the last planner system. *Production Planning & Control*, 0(0), 1-18. <https://doi.org/10.1080/09537287.2021.1934588>
- Al Nahyan, M. T., Sohal, A., Hawas, Y., & Fildes, B. (2019). Communication, coordination, decision-making and knowledge-sharing: A case study in construction management. *Journal of Knowledge Management*, 23(9), 1764-1781. <https://doi.org/10.1108/JKM-08-2018-0503>
- Albalkhy, W., & Sweis, R. (2020). Barriers to adopting lean construction in the construction industry: A literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(2), 210-236. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2018-0144>
- Álvarez, M., Soler, M., & Pellicer, E. (2019). An improvement in construction planning: Last Planner System. *Building & Management*, 3(2), 60-70. <http://dx.doi.org/10.20868/bma.2019.2.3924>
- Arias, F. (2006). *El Proyecto de Investigación. Introducción a la metodología científica* (5ta ed.). Episteme.
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación, Introducción a la metodología científica* (6.ª ed.). Episteme.
- Arispe, C., Yangali, J., Guerrero, M., Rivera, O., Acuña, L., & Arellano, C. (2020). *La investigación científica. Una aproximación para los estudios de posgrado*. Departamento de Investigación y Postgrados. Universidad de Guayaquil.
- Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2020). Development of Innovative Integrated Last Planner System (ILPS). *International Journal of Civil Engineering*, 18(6), 701-715. <https://doi.org/10.1007/s40999-020-00504-9>
- Aslam, M., Gao, Z., & Smith, G. (2022). Framework for selection of lean construction tools based on lean objectives and functionalities. *International Journal of Construction Management*, 22(8), 1559-1570. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1729933>
- Association for Project Management. (2018). *Project risk analysis and management*. https://www.apm.org.uk/media/10466/pram_web.pdf

- Babalola, O., Ibem, E. O., & Ezema, I. C. (2019). Implementation of lean practices in the construction industry: A systematic review. *Building and Environment*, 148, 34-43. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.051>
- Bardales, N. M., & Correa, L. (2020). *Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: Red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima* (Tesis de Pregrado N.º 3). <http://revistas.unj.edu.pe/index.php/pakamuros/article/view/135>
- Barrios, M., & Cosculluela, A. (2013). Fiabilidad. En *Psicometría* (J. Meneses (Coord.), pp. 75-140). UOC.
- Bertelsen, S. (2004). Lean Construction: Where are We and how to proceed? *Lean Construction Journal*, 1(1), 46-69.
- Caballero, S., Zambrano, B., & Ponce, E. (2018). Estado actual de la aplicación de la metodología lean construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniare*, 25, 39-65.
- Castillo, T., Alarcón, L. F., & Salvatierra, J. L. (2018). Effects of Last Planner System Practices on Social Networks and the Performance of Construction Projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(3), 04017120. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001443](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001443)
- Chau, A. D., Hoang, H. T., Nguyen, L. D., & Le-Hoai, L. (2023). Construction of Rigid Pavement in Emerging Economies: Challenges and Opportunities. En S. Walbridge, M. Nik-Bakht, K. T. W. Ng, M. Shome, M. S. Alam, A. el Damatty, & G. Lovegrove (Eds.), *Proceedings of the Canadian Society of Civil Engineering Annual Conference 2021* (pp. 461-473). Springer Nature. https://doi.org/10.1007/978-981-19-0968-9_37
- Collachagua, I. A. (2017). *Aplicación de la filosofía Lean Construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”, como herramienta de mejora de la productividad* [Tesis de Grado, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/3591>
- CONCYTEC. (2020). *Guía práctica para la formulación y ejecución de proyectos de investigación y desarrollo (I+D)*. http://www.untels.edu.pe/documentos/2020_09/2020.09.22_formuacionProyectos.pdf

- Córdova, J. F. (2018). *Evaluación de la eficiencia como herramienta de gestión empresarial. Aplicación a empresas constructoras ecuatorianas* [Universidad Nacional de Cordoba]. <https://rdu.unc.edu.ar/handle/11086/6352>
- da C., T., Milberg, C., & Walsh, K. D. (2012). Exploring lean construction practice, research, and education. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 19(5), 512-525. <https://doi.org/10.1108/09699981211259595>
- Demirkesen, S., & Bayhan, H. G. (2020). A Lean Implementation Success Model for the Construction Industry. *Engineering Management Journal*, 32(3), 219-239. <https://doi.org/10.1080/10429247.2020.1764834>
- Enshassi, A., Saleh, N., & Mohamed, S. (2021). Barriers to the application of lean construction techniques concerning safety improvement in construction projects. *International Journal of Construction Management*, 21(10), 1044-1060. <https://doi.org/10.1080/15623599.2019.1602583>
- Erazo-Rondinel, A., & Huaman-Orosco, C. (2021). *Exploratory Study of the Main Lean Tools in Construction Projects in Peru*. 542-551. <https://doi.org/doi.org/10.24928/2021/0213>
- Fuentes, A. A., & Guanga, B. del C. (2021). *La eficiencia de la gestión de conocimiento en las empresas constructoras*. [Tesis de Grado, Universidad Católica de Santiago de Guayaquil]. <http://repositorio.ucsg.edu.ec/handle/3317/17392>
- Garcia, J., Cazallo, A., Barragan, C. E., Mercado, M., Olarte, L., & Meza, V. (2019). Indicadores de Eficacia y Eficiencia en la gestión de procura de materiales en empresas del sector construcción del Departamento del Atlántico, Colombia. *Revista Espacios*, 40(22). <http://www.revistaespacios.com/a19v40n22/19402216.html>
- Guerreros, L. A. (2020). *Mejora de la productividad en los trabajos de conformación y compactación de relleno de carretera, con la aplicación de la metodología Lean Construction en Mina Bayóvar—Perú* [Tesis de Grado, Universidad Continental]. <https://repositorio.continental.edu.pe/handle/20.500.12394/8242>
- Heigermoser, D., García de Soto, B., Abbott, E. L. S., & Chua, D. K. H. (2019). BIM-based Last Planner System tool for improving construction project management. *Automation in Construction*, 104, 246-254. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.03.019>
- Hernández, J. D., Espinosa Castro, F., Rodriguez, J., Chacón Rangel, J. G., Toloza Sierra, C. A., Arenas Torrado, M. K., Carrillo Sierra, S. M., & Bermúdez Pirela, V. J.

- (2018). Sobre El Uso Adecuado Del Coeficiente De Correlación De Pearson: Definición, Propiedades Y Suposiciones. *Archivos Venezolanos de Farmacología y Terapéutica*, 37(5), 586-601.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2010). *Metodología de la Investigación* (Quinta). McGraw-Hill.
- Hernández-Sampieri, R., & Mendoza, C. (2018). *Metodología de la Investigación: Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta*. Mc Graw Hill Interamericana Editores, S. A. de C. V.
- Howell, G. (1999). *What Is Lean Construction—1999*. 1-10. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.418.4301&rep=rep1&type=pdf#page=9>
- Hoyos, M. F., & Botero, L. F. (2018). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: Una revisión de la literatura. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(1), 187-214. <https://doi.org/10.14482/inde.36.1.10946>
- Huang, C., Liu, P., & Zhang, P. (2014). The Complexity Conceptual Model of Lean Construction. En E. Qi, J. Shen, & R. Dou (Eds.), *Proceedings of 2013 4th International Asia Conference on Industrial Engineering and Management Innovation (IEMI2013)* (pp. 31-40). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-642-40060-5_4
- Ismail, S. A., Bandi, S., & Maaz, Z. N. (2018). An Appraisal into the Potential Application of Big Data in the Construction Industry. *International Journal of Built Environment and Sustainability*, 5(2), Art. 2. <https://doi.org/10.11113/ijbes.v5.n2.274>
- Llaque, G., Escobar, E., Zuñiga, K., & Ángele, N. (2021). *Gestión por procesos en la logística en una empresa PYME del sector construcción*. 1sh LACCEI International Multiconference on Entrepreneurship, Innovation and Regional Development - LEIRD. <http://dx.doi.org/10.18687/LEIRD2021.1.1.15>
- Maceli, A. (2017). *Innovación en el sector de la construcción del Perú: Estado actual y diagnóstico* [Tesis de Maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/78144>
- Marin, N., & Correa, L. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: Red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima. *Revista Científica Pakamuros*, 8(3), Art. 3. <https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i3.135>

- Martin, B. C. (2018). *Strategic Planning in Healthcare: An Introduction for Health Professionals*. Springer Publishing Company.
- Meng, X. (2019). Lean management in the context of construction supply chains. *International Journal of Production Research*, 57(11), 3784-3798. <https://doi.org/10.1080/00207543.2019.1566659>
- Murguía, D. (2019). *Factors Influencing the Use of Last Planner System Methods: An Empirical Study in Peru*. 1457-1468. <https://doi.org/10.24928/2019/0224>
- Pheng, L. S., & Hou, L. S. (2019). The Economy and the Construction Industry. En L. Sui Pheng & L. Shing Hou (Eds.), *Construction Quality and the Economy: A Study at the Firm Level* (pp. 21-54). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-13-5847-0_2
- Polakovič, P., Šilerová, E., Hennyeyová, K., & Slováková, I. (2018). Business process management in linking enterprise information technology in companies of agricultural sector. *AGRIS on-line Papers in Economics and Informatics*, 10(3), 119-126. <https://doi.org/10.22004/ag.econ.281650>
- Price, J. H., & Murnan, J. (2004). Research Limitations and the Necessity of Reporting Them. *American Journal of Health Education*, 35(2), 66-67. <https://doi.org/10.1080/19325037.2004.10603611>
- Quiñonez, E. (2019). *Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017* [Tesis de Grado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://cybertesis.unmsm.edu.pe/handle/20.500.12672/10691>
- Real Academia Española. (2020). *Diccionario de la lengua española | Edición del Tricentenario*. «Diccionario de la lengua española» - Edición del Tricentenario. <https://dle.rae.es/>
- Robas, L. (2021). *La obra paralizada: Consecuencias e impacto para el país*. <https://www.cip.org.pe/publicaciones/2021/diciembre/portal/dia-i-bloque-i-3-luis-robas-sanchez.pdf>
- Rodríguez-Rodríguez, J., & Reguant-Álvarez, M. (2020). Calcular la fiabilidad de un cuestionario o escala mediante el SPSS: El coeficiente alfa de Cronbach. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 13(2), Art. 2. <https://doi.org/10.1344/reire2020.13.230048>
- Sabino, C. (1992). *El proceso de investigación*. Panapo.

- Salazar, H. (2021). *Optimización de la productividad, en obras del sector retail, aplicando Lean Construction para la empresa Corporacion Brinper S. A. C. 2021* [Trabajo de Suficiencia Profesional, Universidad Privada del Norte]. <https://hdl.handle.net/11537/27349>
- Sarhan, J., Xia, B., Fawzia, S., Karim, A., & Olanipekun, A. (2018). Barriers to implementing lean construction practices in the Kingdom of Saudi Arabia (KSA) construction industry. *Construction Innovation, 18*, 246-272. <https://doi.org/10.1108/CI-04-2017-0033>
- Singh, S., & Kumar, K. (2020). Review of literature of lean construction and lean tools using systematic literature review technique (2008–2018). *Ain Shams Engineering Journal, 11*(2), 465-471. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2019.08.012>
- Taher, S., Alyousify, S., & Aswad, H. (2020). Comparative study of using flexible and rigid pavements for roads: A review study. *Journal of University of Duhok, 23*(2), 222-234.
- Tayeh, B. A., Hallaq, K. A., Zahoor, H., & Al Faqawi, A. H. (2019). Techniques and benefits of implementing the last planner system in the Gaza Strip construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management, 26*(7), 1424-1436. <https://doi.org/10.1108/ECAM-01-2018-0039>

ANEXOS

Anexo N° 1. Matriz de Consistencia

Título: Gestión de procesos para mejorar la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos

Problema Problema general	Objetivo Objetivo general	Hipótesis Hipótesis general	Variables	Metodología
¿De qué manera la gestión de procesos puede mejorar la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos utilizando la herramienta de Lean Construction?	Determinar la gestión de procesos para mejorar la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos utilizando la herramienta de Lean Construction, en una empresa de Lima Metropolitana	La falta de una gestión de procesos en la empresa de construcción basadas en el enfoque LC, afecta de forma negativa la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos.	Variable independiente: Gestión de procesos basada en Lean Construction Variables dependientes Producción Planificación	Tipo, nivel y diseño de investigación Aplicada, Descriptiva, No experimental y cuantitativa. Población 13 empresas de construcción que ejecutan obras de pavimentos rígidos en Lima Metropolitana. Muestra 13 empresas de construcción que ejecutan obras de pavimentos rígidos en Lima Metropolitana. Técnica e instrumento de recolección de datos Encuesta y cuestionario Técnica de procesamiento y análisis de datos Estadísticas descriptivas. Tabulación y Gráficos.
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas		
a) ¿De qué forma describir el valor de los pavimentos rígidos en su construcción y con ello satisfacer los requerimientos de las partes involucradas para mejorar el diseño de los planes de construcción y la ejecución de la obra? b) ¿De qué manera se pueden conocer los defectos del flujo de trabajo en cada fase de la gestión del proyecto para poder eliminarlos, y de esta manera mejorar la planificación de la obra, y aumentar la producción de pavimento rígido? c) ¿De qué modo se pueden describir las estrategias	a) Describir el valor de los pavimentos rígidos en su construcción y con ello satisfacer los requerimientos de las partes involucradas para poder mejorar el diseño de los planes de construcción y la ejecución de la obra. b) Conocer e identificar los residuos que se generan en el flujo de trabajo en cada fase de la gestión del proyecto para poder eliminarlos, y de esta manera mejorar la planificación de la obra, y aumentar la producción de pavimento rígido. c) Describir las estrategias empleadas para la eliminación de los residuos previamente	a) La valoración de los pavimentos rígidos en su construcción permite satisfacer los requerimientos de las partes involucradas y con ello se mejora el diseño de los planes de construcción y la ejecución de la obra. b) La identificación de residuos en el flujo de trabajo en cada fase de la gestión del proyecto los elimina, y así se mejora la planificación de la obra, y aumenta la producción de pavimento rígido. c) Las estrategias para la eliminación de los residuos previamente identificados en el análisis del flujo de trabajo, mejora la disposición de los recursos, el		

Título: Gestión de procesos para mejorar la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos

Problema Problema general	Objetivo Objetivo general	Hipótesis Hipótesis general	Variables	Metodología
<p>empleadas para la eliminación de los residuos previamente identificados para mejorar la disposición de los recursos, el tiempo y el desempeño del personal, para incrementar la eficiencia en la ejecución de la obra?</p> <p>d) ¿De qué manera se pueden establecer las operaciones posteriores una vez completada cada fase del proyecto para el mantenimiento del flujo de trabajo, y de esta manera mejorar la producción de la obra y satisfacer los requerimientos de las partes involucradas?</p> <p>e) ¿De qué forma se puede describir la evaluación de la gestión de procesos para el establecimiento e implementación de estrategias de mejora, para satisfacer las necesidades detectadas con el fin de mejorar la planificación, la producción y la ejecución de los pavimentos rígidos?</p>	<p>identificados, para mejorar la disposición de los recursos, el tiempo y el desempeño del personal, para incrementar la eficiencia en la ejecución de la obra.</p> <p>d) Establecer las operaciones posteriores una vez completada cada fase del proyecto para el mantenimiento del flujo de trabajo, y de esta manera mejorar la producción de la obra y satisfacer los requerimientos de las partes involucradas.</p> <p>e) Describir la evaluación de la gestión de procesos para el establecimiento e implementación de estrategias de mejora, para satisfacer las necesidades detectadas con el fin de mejorar la planificación, la producción y la ejecución de los pavimentos rígidos.</p>	<p>tiempo y el desempeño del personal, incrementando la eficiencia en la ejecución de la obra</p> <p>d) Las operaciones establecidas posteriores una vez completada cada fase del proyecto mantiene el flujo de trabajo, y de esta manera mejora la producción de la obra y satisface los requerimientos de las partes involucradas.</p> <p>e) La evaluación de la gestión de procesos, permite el establecimiento e implementación de estrategias de mejora, y satisface las necesidades detectadas permitiendo mejora en la planificación, la producción y la ejecución de los pavimentos rígidos.</p>		

Fuente: Elaboración propia

Anexo N° 2. Encuesta del trabajo de Investigación

Cuestionario

Presentación

El presente cuestionario tiene como propósito conocer sobre la gestión de los procesos, la producción y la planificación que se llevan a cabo en esta empresa. Con los datos aquí recabados, se dará cumplimiento a los objetivos de la Tesis de Grado, del trabajo titulado “Gestión de procesos para mejorar la producción y la planificación en la ejecución de pavimentos rígidos”, para optar al título de Ingeniero Civil otorgado por la Universidad Ricardo Palma.

En tal sentido, este cuestionario no constituye una forma de evaluación, sino más bien una forma de obtener los insumos que se requieren para la proposición de una gestión de procesos en un ámbito académico, pero que puede tener implicaciones prácticas que pueden ser de su interés. Por esta razón, este cuestionario es de carácter anónimo y requerimos de su total honestidad al momento de responderlo.

Instrucciones

A continuación, se presentan una serie de oraciones. Léalas detenidamente y marque con una “X” con relación a la frecuencia de ocurrencia de la acción expresada en la oración. Las opciones de respuesta son:

- 1) Nunca (N)
- 2) Raramente (R)
- 3) Ocasionalmente (O)
- 4) Frecuente (F)
- 5) Muy frecuente (MF)

Nro	Pregunta	N	R	O	F	MF
Variable: Gestión de procesos						
Dimensión: Valor del producto						
1	¿Se consulta a los responsables de la obra sobre sus expectativas?					
2	¿Los responsables de la obra participan en las actividades de planificación?					
3	¿Se tiene en cuenta la apreciación de los usuarios de la obra a realizar?					
4	¿Se consulta a los usuarios sobre las expectativas que tienen de la obra?					
5	¿Se mantienen reuniones periódicas entre los responsables de la obra y los clientes?					
Dimensión: Flujo de Trabajo						
6	¿El empleo de materiales se ajusta a las necesidades de la obra?					
7	¿Se cambian las tareas de los equipos de trabajo?					

Nro	Pregunta	N	R	O	F	MF
8	¿Se tiene cuidado sobre la ejecución de la obra para minimizar defectos?					
9	¿Se cumple con el cronograma de trabajo en cada fase del proyecto?					
10	¿Los materiales, las herramientas y los equipos de trabajo están cuando se necesita?					
11	¿Los equipos de trabajo se mantienen en comunicación?					
Dimensión: Eliminación de desechos						
12	¿Se planifica el trabajo semanalmente?					
13	¿Se planifica el trabajo para eliminar los residuos detectados?					
14	¿La comunicación entre los equipos de trabajo es fluida?					
15	¿Todos los responsables de la obra conocen la planificación?					
16	¿Se ajustan las planificaciones para cumplir con el plan maestro?					
Dimensión: Establecer un sistema pull						
17	¿La obra se subdivide en fases por cumplir?					
18	¿Una vez cumplida cada fase, se activa la siguiente?					
19	¿Los tiempos de espera entre una fase de la obra y la siguiente son mínimas?					
20	¿Se optimizan cada una de las fases del proyecto?					
21	¿El reinicio de operaciones de cada fase es mínimo y se ajusta a las exigencias del cliente?					
Dimensión: Mejora del proceso						
22	¿Se evalúa la planificación ejecutada?					
23	¿Se buscan maneras de mejorar la eficiencia del trabajo?					
24	¿Se tienen en cuenta las opiniones y observaciones en la ejecución de la obra?					
25	¿Se hacen revisiones periódicas sobre la ejecución de la obra?					
26	¿Se optimizan los criterios objetivos de la eficiencia en la ejecución de la obra?					
Variable: planificación						
Dimensión: Diseño de planes						
27	¿Los responsables de la obra se reúnen para planear las actividades de la obra?					
28	¿La planificación de las actividades de la obra es detallada?					
29	¿Para la planificación se tienen en cuenta los objetivos de la empresa?					
30	¿Los responsables conocen de forma detallada las actividades a realizar?					
31	¿En el diseño del plan, se indican los lapsos de tiempo para cada fase?					
32	¿Si ocurren cambios, se hacen los ajustes pertinentes al plan, para mantener la producción de la obra?					
Variable: producción						
Dimensión: Disposición de los materiales						
33	¿Durante la ejecución de la obra, tuvieron a disposición los materiales?					
34	¿Para cada fase de la obra, se tuvieron en cuenta sus requerimientos?					
35	¿Se tuvo en cuenta en el presupuesto de la obra todos los gastos en materiales?					
36	¿Se presentaron cambios de último momento en los materiales de la obra?					
37	¿Los problemas de disposición de los materiales se solucionaban de forma rápida?					
Dimensión: Equipos de trabajo						
38	¿Los equipos de trabajo cumplen con sus actividades en el tiempo previsto?					

Nro	Pregunta	N	R	O	F	MF
39	¿El personal de la obra estaba calificado para la labor asignada?					
40	¿La tasa de inasistencia en el personal fue baja?					
41	¿Los equipos de trabajo seguían la planificación acordada?					
42	¿Los equipos de trabajo hacían bien las actividades asignadas?					
Dimensión: Ejecución de la obra						
43	¿Cada fase del proyecto se ejecutaba correctamente?					
44	¿Se cumplen con los plazos de ejecución de cada una de las fases de la obra?					
45	¿Los trámites administrativos de la obra estaban al día?					
46	¿Los recursos asignados a la obra fueron suficientes?					
47	¿Todos los permisos para la ejecución de la obra estaban aprobados?					

Gracias por su participación

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Valenzuela Contreras, Ángelo

Cargo o Institución donde labora: SIM CONTRATISTAS GENERALES EIRL

Título de la investigación: Gestión de procesos para mejorar la producción y la
planificación en la ejecución de pavimentos rígidos

Autor(es) del Instrumento:

- Bach. Romero Condori Diego Alonso

- Bach. Solorzano Morales Daysi Leonela

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					90%
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				80%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					90%
4. Organización	Existe una organización lógica					90%
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					90%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias				80%	
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				80%	

8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				80%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico				80%	
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación				80%	
Promedio de Validación						84%

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración 84% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(...) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Lima, 08 de setiembre de 2022



 ANGELO PAOLO
 VALENZUELA CONTRERAS
 Ingeniero Civil
 CIP N° 246731

DNI N°: 46366551

Teléfono: 946562131

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Cerón Cucchi Sixto

Cargo o Institución donde labora: Supervisor de Obra

Título de la investigación: Gestión de procesos para mejorar la producción y la
planificación en la ejecución de pavimentos rígidos

Autor(es) del Instrumento:

- Bach. Romero Condori Diego Alonso

- Bach. Solorzano Morales Daysi Leonela

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado					88
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables					90
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología				77	
4. Organización	Existe una organización lógica				80	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y calidad					92
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					95
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos				80	

8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones					90
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					95
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					95
Promedio de Validación						88.20%

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración 88.20% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(...) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Lima, 08 de setiembre de 2022


SIXTO CERÓN CUCCHI
INGENIERO CIVIL
Reg. CIP. N° 58609

DNI N°: 06185693

Teléfono: 998 677 127

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Darwin Chávez Ocaña

Cargo o Institución donde labora: ERKOM PERÚ SAC

Título de la investigación: Gestión de procesos para mejorar la producción y la
planificación en la ejecución de pavimentos rígidos

Autor(es) del Instrumento:

- Bach. Romero Condori Diego Alonso
- Bach. Solorzano Morales Daysi Leonela

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				75	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				80	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					85
4. Organización	Existe una organización lógica					90
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y					95
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					95
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				80	

8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				80	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					90
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					90
Promedio de Validación						86%

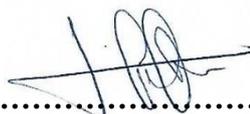
Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración 86% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(...) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Ica-Parcona, 05 de setiembre de 2022



.....
Darwin Miguel Chávez Ocaña

Ing. Civil

CIP N° 283527

DNI N°: 47401654

Teléfono: 940761999

Informe de opinión de expertos de instrumentos de investigación

1. Datos generales

Apellidos y Nombres del Informante: Susan Mammela Rojas Arias

Cargo o Institución donde labora: AGRORURAL

Título de la investigación: Gestión de procesos para mejorar la producción y la
planificación en la ejecución de pavimentos rígidos

Autor(es) del Instrumento:

- Bach. Romero Condori Diego Alonso

- Bach. Solorzano Morales Daysi Leonela

2. Aspectos de la validación

Indicadores	Criterios	Deficiente 00-20%	Regular 21-40%	Buena 41-60%	Muy Buena 61-80%	Excelente 81-100%
1. Claridad	Esta formulado con lenguaje apropiado				80%	
2. Objetividad	Esta expresado en conductas observables				80%	
3. Actualidad	Adecuado al avance de la ciencia y la tecnología					95%
4. Organización	Existe una organización lógica				80%	
5. Suficiencia	Comprende los aspectos en cantidad y					95%
6. Intencionalidad	Adecuado para valorar aspectos de las estrategias					95%
7. Consistencia	Basado en aspectos teóricos científicos				80%	

8. Coherencia	Entre los índices, indicadores y las dimensiones				80%	
9. Metodología	La estrategia responde al propósito del diagnóstico					95%
10. Pertinencia	El instrumento es adecuado para el propósito de la investigación					95%
Promedio de Validación						87.5%

Fuente: Elaboración propia

3. Promedio de valoración 87.5% y opinión de aplicabilidad

(X) El instrumento puede ser aplicado, tal como está elaborado

(...) El instrumento debe ser mejorado antes de ser aplicado.

Lugar y Fecha: Ciudad de Lima, 05 de setiembre de 2022



.....
Susan Mammela Rojas Arias

ING. CIVIL

CIP N° 184729

DNI N°: 70145762

Teléfono: 983602144

Anexo N°3. Carta De Autorización De La Empresa



CARTA DE AUTORIZACIÓN

El que suscribe, **Ing. CHRISTIAN PALOMINO SIERRA**, Jefe de Proyectos de SIM COTRATISTAS GENERALES E.I.R.L., con RUC N° 20101635873, con domicilio legal en PJ. CRUZ DEL SUR MZA. K1 LOTE 47A JOSÉ GÁLVEZ, del distrito de Pachacamac, Provincia de Lima, Departamento de Lima.

En mi calidad de Jefe de Proyectos, autorizo a los bachilleres: **DIEGO ALONSO ROMERO CONDORI** y **DAYSÍ LEONELA SOLORZANO MORALES**, para el uso de la información de la obra: DEMOLICIONES, MOVIMIENTO DE TIERRAS, PAVIMENTACIONES Y OBRAS CIVILES.

A fin de que puedan utilizar los datos, figuras, o fotografías de la empresa para la elaboración de su tesis "GESTIÓN DE PROCESOS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN Y LA PLANIFICACIÓN EN LA EJECUCIÓN DE PAVIMENTOS RÍGIDOS" para la obtención del título profesional de Ingenieros.

Se expide la presente autorización a solicitud del interesado para los fines que estime conveniente.

Lima, 12 de septiembre del 2022.


SIM CONTRATISTAS GENERALES E.I.R.L.
ING. CHRISTIAN PALOMINO SIERRA
CIP: 80474
JEFE DE PROYECTO
LA EMPRESA