

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ

FACULTAD DE CIENCIAS E INGENIERÍA



**OPTIMIZACIÓN DEL SISTEMA PRODUCTIVO MEDIANTE LA
MEJORA DE FLUJOS DE PROCESOS EN LA ETAPA DE ACABADOS
E INSTALACIONES DE UN ESTABLECIMIENTO DE SALUD**

Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero Civil

AUTORES:

Royer Alexis Blanco Aguilar

Nolberto Alejandro De la Cruz Meza

ASESOR:

Frank Roberto Chuquín Montoya

Lima, marzo, 2025


Informe de Similitud

Yo, Frank Roberto Chuquín Montoya, docente de la Facultad de Ciencias e Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Perú, asesor(a) de la tesis/el trabajo de investigación titulado:

“Optimización del sistema productivo mediante la mejora de procesos en la etapa de acabados e instalaciones de un establecimiento de salud”, de los autores Royer Alexis Blanco Aguilar y Nolberto Alejandro De la Cruz Meza, dejo constancia de lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 15%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software *Turnitin* el 04/03/2025.
- He revisado con detalle dicho reporte y la Tesis o Trabajo de Suficiencia Profesional, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las pautas académicas.

Lugar y fecha: Lima 12 de mayo de 2025

Apellidos y nombres del asesor / de la asesora: <u>Chuquín Montoya Frank Roberto</u>	
DNI: 41817447	
ORCID: 0000-0001-8342-6602	
Firma	

Resumen

La trascendencia que tiene la construcción en el ámbito económico es debido a las elevadas magnitudes de inversión, la cual representa un porcentaje considerable del PIB nacional. El crecimiento mundial de la productividad de la construcción ha disminuido o permanecido estancada en comparación con todas las industrias no agrícolas. La baja productividad de la construcción se debe a varios factores como la creciente complejidad, la regulación extensiva, la informalidad y la corrupción. También, problemas en la industria como opacidad y fragmentación en los proyectos. Del mismo modo, la paralización de obras genera grandes pérdidas económicas para el gobierno y problemas sociales. La pandemia de COVID-19 afectó significativamente la industria de construcción. Y conlleva a problemas como escasez de mano de obra, personal calificado y cambios en el entorno del trabajo.

Para mitigar estas problemáticas en el sector de la construcción, la industrialización se plantea como una solución clave, basada en la innovación, la tecnología y una gestión eficiente. Estas estrategias permiten optimizar costos, reducir tiempos de ejecución y garantizar la calidad de los proyectos, promoviendo así el desarrollo sostenible del sector. Dentro de este marco, se identificaron siete estrategias fundamentales para mejorar la productividad en la construcción: transparencia y regulación, contratación eficiente, optimización del diseño e ingeniería, mejora en la gestión de procura, perfeccionamiento en la ejecución en campo, aprovechamiento de la tecnología y fortalecimiento de capacidades laborales.

En este contexto, la investigación se centra en la optimización del flujo de procesos en proyectos de construcción de establecimientos de salud, con el objetivo de identificar pérdidas operativas y mejorar la gestión en dos macroprocesos clave: el replanteo del tendido de tuberías de agua fría y el pintado de muros de albañilería. Para ello, se emplean herramientas de análisis y mejora como Value Stream Mapping (VSM) y Business Process Model and Notation

(BPMN), metodologías que permiten visualizar los procesos constructivos, analizar ineficiencias y proponer soluciones efectivas.

A partir de la observación del proyecto en ejecución, se elaboraron los diagramas de flujo VSM y BPMN actuales, identificando problemas como tiempos de espera excesivos, falta de planificación adecuada, deficiencias en la gestión de recursos y supervisión ineficiente. Con base en este diagnóstico, se formularon propuestas de mejora enfocadas en la optimización del ciclo de actividades, la reducción de tiempos improductivos y la mejora en la coordinación entre los distintos actores del proceso constructivo.

Finalmente, para evaluar la viabilidad de estas mejoras, se aplicó el método Delphi, obteniendo el consenso de expertos en la industria. Los resultados corroboraron que la implementación de VSM y BPMN tiene un impacto significativo en la disminución de los períodos de espera, optimización del flujo de actividades y mejora en la calidad de ejecución. Asimismo, se evidenció que la implementación de estas herramientas mitiga ineficiencias, minimiza retrabajos y optimiza el uso de los recursos, contribuyendo a una gestión más eficiente de los proyectos en el ámbito de la salud. En conclusión, la integración de VSM y BPMN representa una estrategia viable para mejorar la eficiencia en la construcción, alineándose con los objetivos estratégicos del sector. Su aplicación permite maximizar la productividad, fortalecer la adaptabilidad a cambios imprevistos y garantizar la entrega de proyectos de alta calidad con un menor impacto de pérdidas y retrasos.

Agradecimiento

Agradecemos a Dios por brindarnos la fortaleza, sabiduría y salud necesarias para llevar a cabo y culminar satisfactoriamente esta investigación. Sin su guía y bendición, este logro no habría sido posible.

Asimismo, expresamos nuestro más profundo agradecimiento a nuestros padres por su apoyo incondicional, comprensión y constante motivación, especialmente durante las extensas jornadas de trabajo dedicadas al desarrollo de este proyecto, así como por acompañarnos a lo largo de toda nuestra formación académica.

De igual forma, manifestamos nuestra sincera gratitud y reconocimiento a nuestro asesor, Frank Chuquin, por su dedicación, orientación y valiosos aportes, los cuales fueron fundamentales para enriquecer este trabajo y guiarnos de manera efectiva durante cada etapa del proceso.

Tabla de Contenidos

Resumen.....	i
Agradecimiento	iii
Tabla de Contenidos	iv
Lista de Figuras.....	viii
Lista de Tabla.....	xii
Capítulo 1: Introducción	1
1.1. Descripción del problema.....	1
1.2. Objetivos	3
1.2.1. Objetivo general.....	3
1.2.2. Objetivos específicos	3
1.3. Hipótesis.....	4
1.4. Justificación	4
1.5. Alcance y Limitaciones	5
1.6. Metodología de la tesis.....	6
Capítulo 2: Marco Teórico	8
2.1. Lean Construction	8
2.1.1. Last Planner System	10
2.2. Value Stream Mapping (VSM)	11
2.2.1. Simbología de la Herramienta VSM	12
2.2.2. Etapas de la Herramienta VSM.....	13
2.2.2.1. Elección de una familia de producto	13
2.2.2.2. Mapeado de la situación actual.....	13
2.2.2.3. Mapeado de la situación futura	15
2.2.2.4. Implementación de un plan de trabajo	15
2.3. Business Process Management.....	16
2.3.1. Fases del ciclo de vida de la BPM	17
2.3.2. Tipos de modelos de procesos	19
2.3.3. Elaboración de un diagrama BPMN	20

2.3.4. Simbología de un diagrama BPMN.....	21
2.4. Método Delphi	21
Capítulo 3: Caso de Estudio.....	24
3.1. Informe del proyecto.....	24
3.2. Descripción de los macroprocesos en estudio.....	25
3.2.1. Macroproceso del replanteo del tendido de tuberías.....	25
3.2.2. Macroprocesos de Pintado de Muros.....	28
3.3. Control de Calidad.....	29
3.3.1. Calidad de procesos	29
3.3.2. Calidad de materiales	30
3.4. Informe de la empresa constructora	30
Capítulo 4: Encuesta de Diagnostico.....	31
4.1. Objetivo de la encuesta.....	31
4.2. Universo de estudio.....	31
4.2.1. Perfil de cada profesional.....	31
4.3. Secciones de las encuestas	32
4.4. Desarrollo de la encuesta.....	33
4.5. Discusión de Resultados	33
4.5.1. Entradas.....	34
4.5.2. Recursos.....	35
4.5.3. Procesos.....	37
4.5.4. Tiempos.....	40
4.5.5. Control	43
4.5.6. Salidas	45
Capítulo 5: Desarrollo de la Propuesta.....	48
5.1. Elaboración de diagramas Value Stream Mapping (VSM).....	48
5.1.1. Situación Actual	48
5.1.1.1. Replanteo del tendido de tuberías de agua fría.....	48
5.1.1.2. Pintado de muros	53

5.1.2. Situación Futuro.....	57
5.1.2.1. Análisis de oportunidades de mejora en replanteo de tuberías.....	57
5.1.2.2. Análisis de oportunidades de mejora en el pintado de muros	60
5.2. Elaboración de diagramas BPMN.....	64
5.2.1. Situación Actual	64
5.2.2. Situación Futuro.....	68
Capítulo 6: Método Delphi.....	77
6.1. Juicio de Expertos	77
6.1.1. Perfil de los profesionales.....	77
6.2. Primera Ronda del Método Delphi	77
6.2.1. Diseño de la Encuesta Inicial	78
6.2.2. Análisis de Resultados de la Primera Ronda.....	79
6.2.2.1. Replanteo del tendido de tubería de agua fría	79
6.2.2.2. Pintado de muros	84
6.2.2.3. Comparación de herramientas	88
6.3. Segunda Ronda del Método Delphi.....	90
6.3.1. Análisis de Resultados de la Segunda Ronda	91
6.3.1.1. Replanteo del tendido de tubería de agua fría	91
6.3.1.2. Pintado de muros	95
6.3.1.3. Comparación de herramientas	97
6.4. Interpretación de los Resultados	98
6.4.1. Replanteo del tendido de tuberías de agua fría.....	98
6.4.2. Pintado de muros	100
6.4.3. Comparación de herramientas	102
Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones	103
7.1. Conclusiones	103
7.2. Recomendaciones	107
Bibliografía	110
Anexos	114
Anexo 1. Tablas de la Simbología VSM.....	114

Anexo 2. Tablas de la Simbología de la BPMN	119
Anexo 2.1. Objetos de Flujo	119
Anexo 2.2. Objetos de Conexión	122
Anexo 2.3. Carriles.....	123
Anexo 2.4. Artefactos	123
Anexo 3. Tablas de Calidad en los Procesos	124
Anexo 3.1. Replanteos del tendido de tuberías de la red de agua fría	124
Anexo 3.2. Pintado de muros	125
Anexo 4. Tablas de Calidad en los Materiales.....	126
Anexo 4.1. Replanteos del tendido de tuberías de la red de agua fría	126
Anexo 4.2. Pintado de muros	127
Anexo 5. Encuesta de Diagnostico	128
Anexo 5.1. Lista de Encuestados.....	128
Anexo 6. Tablas de los parámetros fundamentales de los macroprocesos desarrollados para la elaboración de los diagramas BPMN	129
Anexo 6.1. Replanteos del tendido de tuberías de la red de agua fría	129
Anexo 6.2. Pintado de muros	131
Anexo 7. Método Delphi	133
Anexo 7.1. Lista de Expertos.....	133
Anexo 7.2. Resultados de la Primera Ronda	133
Anexo 7.3. Resultados de la Segunda Ronda.....	149

Lista de Figuras

Figura 1. Flujograma del proyecto de tesis.	7
Figura 2. Las 5 fases del ciclo de la BPM.	19
Figura 3. Flujograma de aplicación del Método Delphi.	23
Figura 4. Diagrama de bloques de actividades de etapa preliminar del proceso de tendido de tuberías.	26
Figura 5. Diagrama de bloques de actividades del proceso de replanteo de la nueva red.	27
Figura 6. Diagrama de bloques de actividades del proceso de pintado.	29
Figura 7. Resultados de la primera sección de la encuesta.	35
Figura 8. Resultados de la segunda sección de la encuesta.	37
Figura 9. Resultados de la tercera sección de la encuesta.	39
Figura 10. Resultados de la tercera sección de la encuesta, enunciado N°10.1.	40
Figura 11. Resultados de la cuarta sección de la encuesta.	43
Figura 12. Resultados de la quinta sección de la encuesta.	45
Figura 13. Resultados de la sexta sección de la encuesta.	47
Figura 14. Value Stream Mapping la partida de replanteo de nueva red del tendido de tuberías- Situación Actual.	52
Figura 15. Value Stream Mapping de la partida de Pintura- Situación Actual.	56
Figura 16. Value Stream Mapping la partida de replanteo de nueva red del tendido de tuberías- Situación Futura.	59
Figura 17. Value Stream Mapping de la partida de Pintura- Situación futura.	63
Figura 18. Diagrama del Business Process Management and Notation (BPMN) del macroproceso de replanteo del tendido de Tuberías – Situación actual.	66
Figura 19. Diagrama del Business Process Management and Notation (BPMN) de la partida pintura – situación actual.	67
Figura 20. Diagrama del subproceso de revisión del expediente en campo.	68
Figura 21. Diagrama del subproceso de gestión del diseño de la nueva red.	69
Figura 22. Diagrama del subproceso de gestión de materiales y recursos.	70
Figura 23. Diagrama del subproceso de gestión de materiales y recursos.	71
Figura 24. Diagrama del Business Process Management and Notation (BPMN) del macroproceso de replanteo del tendido de Tuberías - Situación Futura.	72
Figura 25. Diagrama del subproceso del metrado, gestión de materiales y mano de obra.	73

Figura 26. Diagrama del subproceso del acondicionamiento del área de trabajo e identificación de patologías.	74
Figura 27. Diagrama del subproceso mejorado del pintado dos capas.	74
Figura 28. Diagrama del subproceso del levantamiento de observaciones.	75
Figura 29. Diagrama del Business Process Management and Notation (BPMN) del macroproceso de pintado de muros - Situación Futura.....	76
Figura 30. Resultados de Entradas y Tiempo.	80
Figura 31. Resultados de Recursos y Tiempo.....	81
Figura 32. Resultados de Procesos y Tiempo.	82
Figura 33. Resultados de Salidas y Tiempo.....	83
Figura 34. Resultados de Recursos y Tiempo.....	84
Figura 35. Resultados de Procesos y Tiempo.	85
Figura 36. Resultados Control y Tiempo.....	86
Figura 37. Resultados Salidas y Tiempo.	87
Figura 38. Resultados de la sección de comparación de metodologías.	90
Figura 39. Resultados de la sección Entradas y Tiempo.	91
Figura 40. Resultados de la sección Procesos y Tiempo.	92
Figura 41. Resultados de la sección Recurso y Tiempo.	93
Figura 42. Resultados de la sección Salidas y Tiempo.	94
Figura 43. Resultados de la sección Procesos y Tiempo.	95
Figura 44. Resultados de la sección Recursos y Tiempo.....	96
Figura 45. Resultados de la sección Control y Tiempo.	97
Figura 46. Resultados de las preguntas de la sección de comparativa de herramientas.	98
Figura 47. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°1 - Primera Ronda Método Delphi.	134
Figura 48. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°9 - Primera Ronda Método Delphi.	135
Figura 49. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°2 - Primera Ronda Método Delphi.	136
Figura 50. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°8 - Primera Ronda Método Delphi.	137
Figura 51. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°3 - Primera Ronda	

Método Delphi.	138
Figura 52. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°11 - Primera Ronda Método Delphi.	138
Figura 53. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°4 - Primera Ronda Método Delphi.	139
Figura 54. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°12 - Primera Ronda Método Delphi.	140
Figura 55. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°5 - Primera Ronda Método Delphi.	140
Figura 56. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°13 - Primera Ronda Método Delphi.	141
Figura 57. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°6 - Primera Ronda Método Delphi.	142
Figura 58. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°14 - Primera Ronda Método Delphi.	143
Figura 59. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°7 - Primera Ronda Método Delphi.	144
Figura 60. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°15 - Primera Ronda Método Delphi.	144
Figura 61. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°8 - Primera Ronda Método Delphi.	145
Figura 62. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°16 - Primera Ronda Método Delphi.	146
Figura 63. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°17 - Primera Ronda Método Delphi.	147
Figura 64. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°18 - Primera Ronda Método Delphi.	147
Figura 65. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°19 - Primera Ronda Método Delphi.	148
Figura 66. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°20 - Primera Ronda Método Delphi.	149
Figura 61. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°9 – Segunda Ronda Método Delphi.	150
Figura 62. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°3 – Segunda Ronda Método Delphi.	150

Figura 63. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°10 – Segunda Ronda Método Delphi.	151
Figura 64. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°12 – Segunda Ronda Método Delphi.	152
Figura 65. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°13 – Segunda Ronda Método Delphi.	153
Figura 66. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°6 – Segunda Ronda Método Delphi.	154
Figura 67. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°7 – Segunda Ronda Método Delphi.	155
Figura 68. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°15 – Segunda Ronda Método Delphi.	155
Figura 69. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°17 – Segunda Ronda Método Delphi.	156
Figura 70. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°18 – Segunda Ronda Método Delphi.	157
Figura 71. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°19 – Segunda Ronda Método Delphi.	157
Figura 72. Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°20 – Segunda Ronda Método Delphi.	158

Lista de Tabla

Tabla 1. Asignación de ítems a los enunciados 1 y 2	34
Tabla 2. Asignación de ítems a los enunciados 3, 4 y 5	35
Tabla 3. Asignación de ítems a los enunciados 6, 7, 8 y 9.	37
Tabla 4. Asignación de ítems a los enunciados 11, 12, 13 y 14.	41
Tabla 5. Asignación de ítems a los enunciados 15, 16, 17 y 18	43
Tabla 6. Asignación de ítems a los enunciados 19, 20 y 21.	45
Tabla 7. Diagnóstico de puntos para oportunidades de mejora en replanteo de nueva red tuberías.....	57
Tabla 8. Matriz de comparación de indicadores de VSM del macroproceso de replanteo de tuberías de la situación real y futura.	60
Tabla 9. Diagnóstico de puntos para oportunidades de mejora en el pintado del establecimiento de salud	60
Tabla 10. Matriz de comparación de indicadores de VSM del macroproceso de pintura de la situación real y futura.....	64
Tabla 11. Símbolos de los procesos VSM.	114
Tabla 12. Símbolos de los materiales del VSM	115
Tabla 13. Símbolos de la información del VSM.....	117
Tabla 14. Símbolos generales del VSM.....	118
Tabla 15. Símbolos generales de tipos de Eventos de la BPMN	119
Tabla 16. Símbolos generales de Eventos de la BPMN.....	120
Tabla 17. Símbolos generales de Actividades de la BPMN	121
Tabla 18. Símbolos generales de puertas de enlace de la BPMN	121
Tabla 19. Símbolos generales de conexión en un diagrama de la BPMN	122
Tabla 20. Símbolos generales de Carriles en un diagrama de la BPMN	123
Tabla 21. Símbolos generales de Artefactos en un diagrama de la BPMN	123
Tabla 22. Proceso de calidad en el replanteo del tendido de tuberías.....	124
Tabla 23. Proceso de calidad en el pintado de muros	125
Tabla 24. Calidad en los materiales en el replanteo del tendido de tuberías	126
Tabla 25. Calidad en los materiales en el pintado de muros.....	127
Tabla 26. Lista de encuestados	128

Tabla 27. Parámetros fundamentales para la elaboración de los diagramas BPMN.....129

Tabla 28. Parámetros fundamentales para la elaboración de los diagramas BPMN.....131

Tabla 29. Lista de Expertos Método Delphi133



Lista de Acrónimos

BPM: Business Process Management (Gestión de Procesos de Negocio)

BPMN: Business Process Management and Notation (Notación de Modelado de Procesos de Negocio)

EPC: Event-Driven Process Chain (Cadena de Procesos Orientada a Eventos)

II. SS.: Instalaciones Sanitarias

LPS: Last Planner System (Sistema del Último Planificador)

PVA: Porcentaje de Valor Agregado

RFI: Request For Information (Solicitud de Información)

TC: Trabajo Contributorio

TCT: Tiempo de Ciclo Total

TNC: Trabajo No Contributorio

TP: Trabajo Productivo

TVA: Tiempo de Valor Agregado

VSM: Value Stream Mapping (Mapeo de la Cadena de Valor)

Capítulo 1: Introducción

1.1. Descripción del problema

La trascendencia que tiene la construcción en el ámbito económico es sustancial debido a las elevadas magnitudes de inversión necesarias para su diseño, procura y ejecución, la cual representa aproximadamente el 6% del Producto Bruto Interno (PBI) (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020). Es por ello que el sector de la construcción, que es de gran importancia para un país, debe industrializarse para mejorar el déficit de productividad existente, el cual es un gran problema. El crecimiento mundial de la productividad en la construcción ha incrementado anualmente en solo el 1% en las últimas dos décadas (McKinsey Global Institute, 2017a).

Según Georgy (2021), concluye que la productividad en la industria de la construcción no ha mejorado desde principios del siglo pasado, el cual se basa en los estudios de Kendrick y Teicholz. Teicholz (2013) señala que desde 1987 a 2012, se ha evidenciado una reducción en los niveles de productividad dentro del sector de la construcción o permanecido estancado en contraste con todas las industrias no agrícolas que han aumentado significativamente con base en la Oficina de Estadísticas Laborales, el Departamento de Comercio (Oficina del Censo) y Oficina de Análisis Económico de EE. UU. Y el estudio de Kendrick de 1909 a 1957 muestra que la productividad manufacturera terminó alrededor de 3.6 veces superior a la productividad de la construcción al final del periodo (Georgy, 2021).

Esta baja productividad ocasiona grandes disputas entre los involucrados, las cuales retrasan el proyecto. Se reportó en el estudio que el valor medio global de las disputas del 2021 fue de 52,6 millones de dólares americanos y la duración de estas fueron de 15.4 meses (The Arcadis, 2022). La baja productividad en el sector de la construcción se debe a varios factores. Entre los externos, destacan la creciente complejidad, la regulación extensiva, la informalidad

y la corrupción. En cuanto a las dinámicas propias de la industria, existen problemas como la opacidad y fragmentación en los proyectos, estructuras contractuales e incentivos desalineados, así como especificaciones del propietario que no siempre cumplen con estándares óptimos. A nivel empresarial, factores operativos como diseños e inversiones inadecuados, gestión deficiente de proyectos, personal poco capacitado y baja inversión en digitalización e innovación también afectan la productividad (McKinsey Global Institute, 2017b).

En el estudio realizado por Morales y Galeas (2011), muestra que las obras de construcción en Lima tienen solo un 30.40% de trabajos productivos en la investigación realizado el 2005 en el cual aumentó 2.40% con respecto al 2000. Esto genera grandes pérdidas económicas para el gobierno y problemas sociales que afectan a todos los peruanos, debido a las obras inconclusas. Hasta diciembre del 2023, han existido un total de 2,298 obras públicas paralizadas sin avance físico, estas obras representan un valor total de 26,992 millones de soles, requiriendo 13,772 millones adicionales para su culminación. Las principales causas de paralización incluyen incumplimientos de contrato (23.5%), falta de recursos financieros (22.4%), y más (Contraloría General de la República del Perú, 2023).

La industria de la construcción, como los demás sectores, se vio afectada por la pandemia del COVID-19. El impacto económico, escasez de mano de obra y personal calificado, y cambios de entorno de trabajo son algunos ejemplos (Raoufi & Fayek, 2021). Esta situación sin precedentes, en los últimos setenta años, ha generado una variación porcentual anual del PBI en la construcción de casi menos 30.3% el cual es uno de los mayores decrementos a lo largo de la historia y caídas del PBI en el primer trimestre del año 2019 de casi el menos 46% (Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2020). Todo ello generó la paralización de más del 40% de obras (CAPECO, 2020). Esto ha acrecentado el problema de la productividad que acarrea al sector de la construcción a nivel nacional.

Por ello, se presentan siete estrategias que abordan la deficiente productividad las cuales son la regulación e incremento de la transparencia, la colaboración y contratación, el repensar los procesos de diseño e ingeniería, la optimización de la gestión de procura, la mejora de la ejecución en campo, el potenciamiento de la tecnología y el potenciamiento de las capacidades laborales (Mckinsey Global Institute, 2017b). La óptima gestión del flujo de procesos ayuda a tener las actividades claras con mayor transparencia, poder repensar los procesos, mejorar la ejecución en campo y proponer nuevas soluciones óptimas para las mejoras continuas. Las herramientas que nos ayudan a mitigar este problema son el Value Stream Mapping (VSM) y el Business Process Management and Notation (BPMN).

1.2. Objetivos

1.2.1. Objetivo general

El objetivo general de este estudio es aportar a la identificación de pérdidas presentes en la construcción de establecimientos de salud, con el fin de optimizar la gestión del flujo de trabajo en los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías de la red de agua fría y pintado de muros de albañilería.

1.2.2. Objetivos específicos

- Establecer el marco teórico de la herramienta de Lean Construction, Value Stream Mapping (VSM), y la herramienta del Business Process Management, Business Process Management and Notation (BPMN).
- Analizar el caso de estudio y proceso constructivo utilizado para los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros.
- Implementar encuestas a participantes y expertos para analizar el flujo de trabajo en los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías de la red de agua fría y el pintado de muros de albañilería.

- Realizar los diagramas de flujo VSM y BPMN actuales de los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros de un establecimiento de salud.
- Realizar propuestas de mejora para la elaboración de los diagramas futuros de flujo VSM y BPMN de los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros para la correcta gestión de proyectos de construcción.
- Validar a través del Método Delphi las propuestas de los diagramas de flujo VSM y BPMN futuros según la percepción de un panel de expertos.

1.3. Hipótesis

La aplicación de las herramientas del VSM y BPMN en la etapa inicial de la planificación para la realización de los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros de un establecimiento de salud aumenta la productividad, donde se busca la optimización del flujo de procesos para así detectar las pérdidas y múltiples retrasos que ocurren en el proyecto; y así agregar valor al desempeño del proyecto.

1.4. Justificación

La escasa aplicación de estas herramientas en la planificación de un proyecto en la gran mayoría de las empresas enfocadas en el sector de la construcción de edificaciones causa pérdidas productivas por los diversos problemas que se presentan en este entorno. Según Yepes (2004), se consideran estos tres factores que controlan la productividad en los proyectos: los de insumos, por ejemplo, predimensionamiento inexacto de la cantidad de cuadrillas (horas-hombre) y máquinas (horas-máquina) al no tener una idea clara del proyecto; los de procesos, por ejemplo, la falta de coordinación por parte de los *stakeholders* durante las etapas de diseño y construcción; y los del contexto que rodea al lugar donde se realiza la obra.

Además, el aporte de la presente investigación se justifica debido a que existen otras investigaciones previas al problema, como la de Pérez y Gómez (2019) donde se especifica que

la planificación durante las etapas iniciales de un proyecto de construcción es crucial, ya que si se aborda adecuadamente generaría resultados óptimos favoreciendo tanto a los involucrados, como a las empresas constructoras y/o inmobiliarias, en no superar el presupuesto y no durar más de lo previsto. El Mapeo del Flujo de Valor (VSM, por sus siglas en inglés) se destaca como una herramienta eficaz para la reducción de los tiempos de entrega en los procesos, además del aumento del rendimiento y la mejora de la productividad (Ballard et al., 2003). Según Costa et al. (2019), la BPMN es una herramienta valiosa para mejorar la calidad de las empresas, ya que facilita la optimización de la gestión, el adecuado monitoreo y la mejora de las acciones desarrolladas.

Por esta razón, el empleo de herramientas como el Mapeo del Flujo de Valor (VSM) y la Notación de Modelado de Procesos de Negocio (BPMN, por sus siglas en inglés) buscan mejorar la productividad de los procesos, logrando un alto grado de satisfacción en los resultados. Tradicionalmente, en el sector de la construcción, las decisiones se toman directamente en el campo, lo cual puede ocasionar ineficiencias, pérdidas y numerosos retrasos, afectando negativamente la gestión del proyecto y resultando en insatisfacciones al momento de la entrega final. A diferencia de este enfoque convencional, la gestión proactiva en las fases iniciales del proyecto puede minimizar estos problemas y optimizar los resultados generales.

1.5. Alcance y Limitaciones

Este estudio se enfocará en identificar las ineficiencias en los flujos de trabajo existentes, proponiendo soluciones prácticas y efectivas para optimizar la productividad en esta etapa crucial del proceso constructivo. La investigación se realizará específicamente en el contexto de la remodelación y mantenimiento de un establecimiento de salud, brindando recomendaciones concretas para mejorar la eficiencia de la fase de instalaciones sanitarias y acabados en este tipo de edificaciones bajo las herramientas VSM y BPMN. Cabe destacar que

no se considerarán los índices de productividad en la herramienta VSM, ya que el objetivo principal es identificar pérdidas constructivas y proponer mejoras en el flujo de procesos.

1.6. Metodología de la tesis

Para llevar a cabo los objetivos específicos señalados, se desarrolla el capítulo 1. Este capítulo comprende la descripción del problema en el cual se evidencia la baja productividad en el sector de la construcción y la deficiencia en la gestión de flujos de procesos. Asimismo, se realiza los objetivos, la hipótesis, la justificación, el alcance y sus limitaciones.

En el capítulo 2 se describe el marco teórico de las metodologías Lean Construction y Business Process Management (BPM), y se analizan el Value Stream Mapping (VSM) y Business Process Management and Notation (BPMN) como herramientas clave de estas metodologías para mejorar el flujo de procesos. Asimismo, se desarrolla Método Delphi como herramienta para validar con expertos; y así recibir retroalimentación sobre el uso de las herramientas.

En el capítulo 3, se desarrolla el caso de estudio en el cual se describe la información del proyecto, se describe el área de estudio. Asimismo, en el capítulo 4 se realizan encuestas a los involucrados de la empresa y agentes externos para obtener un panorama de la gestión de flujos para las partidas de pintura de muros y tendido de tuberías de la red de agua fría, y con ello poder elaborar los diagramas actuales VSM y BPMN.

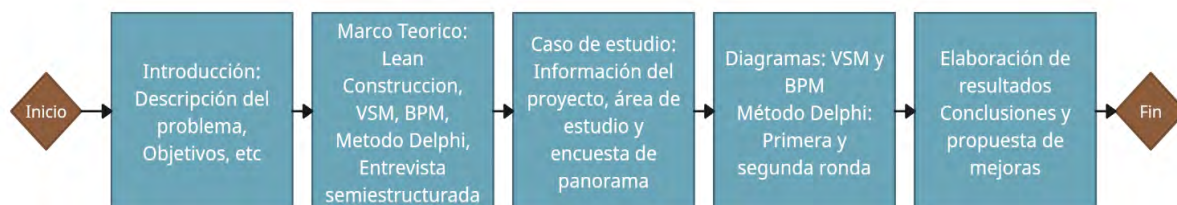
En el capítulo 5, se desarrollan las herramientas. Primero, se implementan los diagramas, comenzando con el VSM actual, seguido por la propuesta de mejoras y, finalmente, la elaboración del VSM futuro. Del mismo modo, se desarrolla el diagrama BPMN en su estado actual y, posteriormente, en su versión mejorada. Estas herramientas se aplican específicamente a las actividades de tendido de tuberías y pintado de muros.

En el capítulo 6, se validan los diagramas futuros VSM y BPMN mediante el juicio de expertos utilizando el Método Delphi, los cuales cuentan con experiencia en el sector construcción, específicamente en las áreas de gestión de procesos, optimización de flujos de trabajo, reducción de desperdicios, instalaciones sanitarias y pintura de muros. Se define el panel de expertos que cuenten con diez años de experiencia a más, después de validar los diagramas futuros mediante el método Delphi por los expertos, se procede a analizar y procesar la data obtenida para luego mostrar los resultados.

En el capítulo 7, se realiza las conclusiones de la aplicación de las herramientas VSM y BPMN. Asimismo, se propone recomendaciones referentes a la línea de investigación planteada. En la Figura 1 se observa un flujograma de la metodología.

Figura 1.

Flujograma del proyecto de tesis.



Nota *Fuente: Propia

Capítulo 2: Marco Teórico

Desarrollaremos seis temas que nos ayuden a mejorar el flujo de procesos y la productividad, además que nos permitan alcanzar los objetivos planteados anteriormente: (1) Se desarrollará el concepto de Lean Construction, en el cual se explica las diferentes clases de desperdicios presentes en la gestión de un proyecto de construcción y el Last Planner System; (2) El Mapeo de Cadenas de Valor o VSM por sus siglas en inglés, herramienta que permite analizar y determinar la secuencia lógica de las actividades, los niveles de rendimiento, los tiempos de inactividad, así como la gestión de inventarios de materiales, entre otros elementos relevantes del proceso. (3) La Gestión de Procesos de Negocio o también BPM por sus siglas en inglés, representa un metodología para diseñar, ejecutar, analizar y mejorar continuamente cada proceso de negocio de una organización para orientarlos a objetivos concretos; además de su herramienta la Notación de Modelado de Procesos de Negocio, se utiliza para representar gráficamente los procesos de negocio, lo que permite analizar, documentar, entender y mejorar dichos procesos de manera clara y estandarizada. (4) Finalmente se desarrolla el concepto del Método Delphi, herramienta empleada para analizar una propuesta de trabajo mediante la evaluación de varios expertos, quienes emiten su juicio según su propio criterio.

2.1. Lean Construction

Según Howell (1999), Lean Construction se origina a partir de Lean Production desarrollada inicialmente en el Sistema de Producción Toyota en Japón la cual está enfocada en las empresas manufactureras a fin de minimizar o eliminar las pérdidas en el proceso de producción. Debido a la complejidad del sector de la construcción, la adaptación de Lean de industria manufacturera a la construcción ha sido compleja. Es por ello, como menciona Deng y Tan (2023), que los investigadores y profesionales han desarrollado la filosofía Lean Construction en la gestión de proyectos.

Según Rebai (2023), en los trabajos realizados por Ohno, Liker y Womack, se definen los principios Lean a partir de las necesidades del cliente, mapeo flujo de valor, creación de flujo de información y material, eliminación de desperdicio y la mejora continua. Según Ohno (1988), entre los 7 desperdicios de Lean que deben ser mitigados está la sobreproducción que es producción innecesaria; el tiempo de espera hace referencia a los periodos de inactividad de los trabajadores, equipos y materiales, ocasionados principalmente por una planificación ineficiente del proyecto; el transporte se refiere a los desplazamientos innecesarios de materiales y equipos dentro del área de trabajo. Por otro lado, el sobreprocesamiento consiste en ejecutar actividades que no generan valor al producto final. Asimismo, el exceso de inventario provoca acumulación de materiales que pueden generar dificultades en el almacenamiento. En cuanto a los movimientos, estos hacen referencia a los desplazamientos innecesarios del personal durante la jornada laboral. Finalmente, los defectos corresponden a los errores en la ejecución que obligan a realizar retrabajos, afectando la productividad y los tiempos del proyecto. Un desperdicio adicional más a los 7 desperdicios Lean es el talento no utilizado, que consiste en la no utilización de la experiencia y creatividad de los recursos humanos.

La filosofía Lean Construction busca dar soluciones a los problemas que frecuentemente suceden en las obras de construcción, los cuales suelen impactar en el costo, el plazo y la calidad. Es por ello que Lean Construction busca establecer un sistema de producción eficiente. Este busca garantizar que los procesos continúen de manera fluida, es decir, que las actividades no se detengan. Además, se pretende lograr procesos eficientes con cargas de trabajo balanceadas, considerando como aspectos fundamentales la dinámica de producción y la secuencia de las operaciones como conceptos clave. También se enfoca en optimizar los

flujos de trabajo mediante diversas herramientas que ayuden a identificar las restricciones en el lugar de trabajo.

Dentro de los conceptos Lean Construction se encuentra la productividad que es el resultado de la administración de los recursos para obtener el producto. Serpell (2002) considera que los trabajadores realizan 3 tipos de trabajos los cuales son los trabajos productivos (TP), los trabajos contributarios (TC) y los trabajos no contributarios (TNC). Otro concepto importante es el de los Buffers que se deben considerar en obra. Existen Buffers de inventarios que consiste en tener materiales y equipos demás para que la actividad no se detenga. También se encuentra los buffers de tiempo que consiste en tener un plazo de tiempo extra contemplado para las diversas complicaciones de obra. Por últimos se encuentra el Buffers de capacidad que son partidas no críticas que no se realizan y se ejecutaran cuando sea necesario.

2.1.1. Last Planner System

Dentro de la filosofía de Lean Construction, el Sistema del Último Planificador (LPS, por sus siglas en inglés) es crucial para establecer un modelo de producción eficiente. Last Planner System estructura la planificación de las actividades de un proyecto en 5 conversaciones las cuales son el "se debe", "se puede", "se hará", "se hizo" y el aprendizaje, orientándose a proporcionar un flujo de trabajo confiable y facilitar un aprendizaje ágil (Pons & Rubio, 2019).

En la planificación de los procesos, se realiza un análisis tanto a corto como a largo plazo, estableciendo estrategias cuyos cronogramas de obra es el fruto de un esfuerzo colaborativo con todos los agentes involucrados en el proyecto. Asimismo, es esencial realizar un análisis de causa raíz para determinar por qué una actividad no se llevó a cabo como se planeó y desarrollar medidas correctivas para evitar la concurrencia del problema. De las 5

conversaciones se obtiene el Plan maestro, Look-Ahead Planning, Plan semanal, el Análisis de restricciones, Causas de no cumplimiento y el porcentaje de plan cumplido.

Es fundamental identificar las actividades que podrían detenerse debido a alguna restricción, asegurando la continuidad de los flujos críticos como el movimiento de personas, la transmisión de información, la disponibilidad de equipos y materiales, la preparación de trabajos previos, la garantía de espacios seguros y la adaptación a condiciones externas. Las restricciones deben ser detectadas semanas antes para que el personal encargado tenga en tiempo necesario para poder levantar la restricción detectada. Este proceso contribuye significativamente a la mejora continua del sistema de producción en proyectos bajo la metodología Lean Construction.

2.2. Value Stream Mapping (VSM)

Según Rother & Shook (1998), Value Stream Mapping es una herramienta para “aprender a ver”, ya que la importancia del VSM radica en lograr identificar esas actividades que no generan valor. El VSM es una herramienta que mapea los procesos constructivos con la finalidad de poder agregar valor y poder obtener mejoras. Por ello, para Martínez (2011), VSM se entiende como una cadena de valor de todas las acciones, de las que añaden y las que no, que son necesarias para llevar a cabo un producto.

El VSM puede considerarse como una vista general que abarca toda la cadena de suministro y las actividades, proporcionando una visión más clara del proceso real. Esto permite una mejor comprensión de cada actividad, facilitando la identificación de áreas para intervenciones y mejoras. Dichas mejoras se logran al establecer inventarios intermedios, tiempos de ciclo y operatividad de cada actividad, detallando las especificaciones de cada proceso en términos de número de trabajadores, flujo de información, disponibilidad y capacidad. Según Hines y Rich (1999), este análisis es esencial para iniciar una producción

Lean, ya que permite identificar las oportunidades de mejora a lo largo de la cadena y proyectar un futuro deseado, determinando las herramientas necesarias para alcanzar estos objetivos.

Entre los objetivos principales de la herramienta VSM es poder ayudar a visualizar a profundidad el nivel de procesos de producción y así ayudar a localizar los desperdicios existentes y mitigarlos. Mediante los diagramas de VSM se puede ayudar a analizar de manera visual los procesos que se están tomando. Según Arbulu (2003), VSM facilita el análisis del estado actual de las cadenas de suministros aplicada al rubro de la construcción. Es por ello, que el VSM nos permite tomar decisiones del estado actual y buscar mejoras para el estado futuro.

2.2.1. Simbología de la Herramienta VSM

El mapeo de la cadena de valor es una herramienta gráfica que detalla los flujos logísticos de materiales, procesos e información mediante iconos normalizados para poder comunicar aspectos necesarios de las actividades. Cada icono que se utiliza en el gráfico tiene un significado particular para la organización con la finalidad de tener lógica, congruencia y sentido para los involucrados que la utilicen. Según Álvarez (2020), los iconos se pueden agrupar en los relacionados a los procesos, materiales, a la información y otros generales.

Los iconos relacionados a los procesos nos permiten identificar qué actividad se realiza desde el abastecimiento hasta la entrega de producto. Los iconos relacionados con los materiales nos permiten identificar los recursos de entrada necesarios. Los iconos relacionados con la información nos permiten identificar toda la información que se utiliza para el análisis gráfico. Los iconos generales son adiciones a los demás símbolos que nos permiten enriquecer al gráfico de VSM. En el Anexo 1 se muestran las tablas de cada grupo para la realización del VSM.

2.2.2. Etapas de la Herramienta VSM

El propósito de utilizar la herramienta es poder representar gráficamente la secuencia de actividades necesarias para producir un producto final. Según Rother y Shook (1998), las etapas clave en un proyecto de mapeo se pueden resumir en los siguientes puntos.

2.2.2.1. Elección de una familia de producto

Según Cabrera (2010), se establece una única familia de producto, es decir, focalizar el análisis del proceso de un elemento final, ya que resulta complicado desarrollar los procesos de todos los productos que conlleva un proyecto. Es importante establecer un responsable que mapee la cadena de procesos de una familia de producto. El responsable debe conocer el procedimiento de principio a fin, es decir, desde la llegada de la materia prima hasta la entrega del producto terminado.

2.2.2.2. Mapeado de la situación actual

El objetivo del mapeo de la situación actual es reducir los desperdicios y mejorar la velocidad del flujo. Según Cabrera (2010), los pasos para realizar un VSM actual son los siguientes:

1. Representar gráficamente los íconos correspondientes al Cliente, proveedor y control de producción.
2. Registrar los requerimientos del Cliente, especificados por mes y/o por día.
3. Determinar la producción diaria y calcular la cantidad necesaria de contenedores.
4. Incorporar el símbolo que indica el despacho hacia el Cliente, junto con el camión y la periodicidad de entrega.
5. Añadir el ícono de recepción, incluyendo el camión y la frecuencia con que se realizan las entregas.
6. Disponer de manera secuencial las cajas de los procesos, ordenándolas de izquierda a

derecha.

7. Colocar las cajas de datos debajo de cada proceso e incluir la línea de tiempo correspondiente en la parte inferior.
8. Dibujar las flechas de comunicación e indicar los métodos utilizados y su frecuencia.
9. Obtener los datos operativos de cada proceso mediante medición directa (cronometraje) e incorporarlos en las cajas de datos:
 - A. Tiempo de Ciclo (CT): Intervalo entre la finalización de una pieza o producto y el siguiente.
 - B. Tiempo de Valor Agregado (VA): Duración dedicada a actividades productivas que transforman el producto de manera que justifiquen su valor para el Cliente.
 - C. Número de Personas (NP): Cantidad de operarios necesarios para ejecutar un proceso específico.
 - D. Plazo de Entrega (Lead Time, LT): Tiempo requerido para que un producto recorra un proceso completo o toda la cadena de valor.
 - E. Tiempo Disponible (EN): Tiempo efectivo de trabajo del personal, descontando pausas para alimentos, descanso u otras interrupciones.
 - F. Plazo de Entrega (Lead Time, LT): Tiempo necesario para que una pieza o producto complete su tránsito por la cadena de valor desde el inicio hasta el final.
 - G. Porcentaje de Operatividad (Uptime): Tiempo efectivo de funcionamiento de los equipos, indicador de su confiabilidad.
 - H. Cada Pieza Cada (CPC): Frecuencia de cambio de modelo o lote de producción, ya sea por turno, hora, día, tarima, charola, etc. Se deben definir los datos a recopilar y asegurar que se obtengan de manera uniforme en cada etapa del proceso. Para mantener la coherencia y facilitar comparaciones, las mediciones de tiempo deben expresarse en segundos.
10. Incorporar los símbolos correspondientes y la cantidad de operadores asignados.

11. Señalar los puntos de almacenamiento, indicando los niveles de inventario en días de demanda, así como su representación gráfica.
12. Dibujar las flechas que indiquen los flujos de empuje, de arrastre y los sistemas de primeras entradas y primeras salidas.
13. Incluir información adicional que se considere relevante para el análisis.
14. Registrar los tiempos disponibles, número de turnos por día y descontar los periodos de descanso para obtener el tiempo operativo real.
15. Reflejar en la línea de tiempo inferior a los procesos las horas destinadas a actividades de valor agregado y los plazos de entrega.
16. Calcular el tiempo total del ciclo de valor agregado y el tiempo global de procesamiento.

2.2.2.3. Mapeado de la situación futura

Según Arbulo (2003) indica que se busca mejorar el estado actual del mapeo de la situación con decisiones que se tomen al realizar el mapeado de la situación futura. Esta toma de decisiones sirve para proponer recomendaciones para obtener un flujo de procesos idóneos y evitar los desperdicios que ocurren, mejorar el rendimiento y reducir en el tiempo de entrega. Se vuelve a realizar el Value Stream Mapping a futuro con estas mejoras.

En 2011, Martínez señala que se busca mejorar los flujos basados en Lean Construction. Es por eso que se debe cuestionar acerca de los flujos y poder mejorar. Entre los flujos principales están el flujo de personas, información, equipos, materiales, trabajos previos, espacios seguros y las condiciones externas. En el proyecto se busca recomendar mejorar para que estos flujos no paren y así no tener restricciones en la actividad.

2.2.2.4. Implementación de un plan de trabajo

Como consecuencia de la aprobación por todos los involucrados del proyecto del mapeo de la situación a futuro con las sugerencias, se debe asignar un responsable para que dé

seguimiento a los procesos con las mejoras. Asimismo, se debe tener una adecuada planificación de esta implementación. Según Martínez (2011) Se debe tener un listado de objetivos o metas que cumplir en el proyecto, los procesos analizados, el responsable de supervisar y la fecha de ejecución. Este proceso es iterativo, un prueba y error, ya que se busca obtener nuevas sugerencias, aprender de los errores y buscar nuevos resultados con tal de tener un flujo de trabajo ideal (pg.85).

2.3. Business Process Management

BPM tiene sus raíces en el campo de la gestión de operaciones, que se centraba en mejorar la eficiencia de los procesos de fabricación. Becker et al. (2011) indican que, en la década de 1990, surgieron los sistemas de gestión de flujo de trabajo (WfMS), cuyo objetivo era automatizar procesos de negocio estructurados. Sin embargo, Becker et al. señalan que los WfMS tenían limitaciones en el manejo de procesos no estructurados y carecía de soporte para el análisis de procesos. Actualmente, el BPM es un campo de gestión enfocado en optimizar la eficiencia y efectividad de los procesos empresariales dentro de una organización.

En 2019, Benedict et al. afirmaron que "la Gestión de procesos de negocios (BPM) constituye un enfoque sistemático para identificar, diseñar, implementar, documentar, medir, supervisar y controlar los procesos de negocios tanto automatizados como no automatizados, con el propósito de obtener resultados consistentes y específicos, alineados con los objetivos estratégicos de la organización" (p.39). BPM implica definir, optimizar, innovar y gestionar de manera consciente y colaborativa los procesos de negocio de principio a fin, los cuales impulsan los resultados del negocio, generan valor y permiten a las organizaciones alcanzar sus objetivos, a la vez que aprovechan cada vez más la tecnología (Benedict et al., 2019).

En el 2018, Dumas et al. señalan que la BPM es importante en las organizaciones modernas porque les ayuda a adaptarse a entornos empresariales cambiantes, mejorar su

competitividad y satisfacer las expectativas de los clientes. Además, Dumas et al. indican que la gestión de procesos de negocios ayuda a las entidades a lograr el cumplimiento de regulaciones y estándares, como ISO 9001 y Sarbanes-Oxley. Finalmente, la BPM proporciona un marco para la mejora continua, permitiendo a las organizaciones monitorear y optimizar sus procesos a lo largo del tiempo.

2.3.1. Secuencia de fases dentro del ciclo de vida de la BPM

Según Benedict et al., el ciclo de vida de los procesos de negocio está compuesto por diversas fases que están interconectadas entre sí y dispuestas de manera cíclica. Estas fases son:

- a) **La Fase 1** del ciclo de vida de BPM se enfoca en ajustar los procesos a la estrategia y metas de la organización. Esto comienza con el desarrollo de un plan estratégico basado en la comprensión de las metas organizacionales y orientado a ofrecer valor al cliente. En esta fase, se establece una dirección estratégica que coordina estrategia, personal, procesos y sistemas a través de los departamentos para asegurar la congruencia con los objetivos. Además, se define el proceso clave a modificar y las métricas alineadas con los objetivos empresariales, identificando roles, responsabilidades y respaldo de recursos. Así, la Fase 1 proporciona una base sólida para una gestión de procesos efectiva y alineada con la estrategia global.
- b) **La Fase 2** se enfoca en el trabajo de modelado, análisis, diseño y evaluación del rendimiento de los procesos. Durante esta fase se emplean metodologías para identificar los procesos organizacionales y funcionales clave, alineados con las metas y objetivos establecidos. Los expertos realizan un análisis utilizando información sobre planes estratégicos, modelos de procesos, mediciones de desempeño, cambios en el entorno y otros factores, con el fin de entender completamente las prioridades de los procesos

comerciales a implementar. Las actividades de diseño se centran en cómo los nuevos roles beneficiarán a los clientes.

c) **La Fase 3** se enfoca en el desarrollo de iniciativas. Durante esta fase, se elaboran todos los planes necesarios para implementar los cambios. Aunque la guía no detalla cómo desarrollar estas iniciativas, sí proporciona una descripción general de los siguientes planes:

1. Plan de capacitación sobre procesos
2. Plan de gestión de cambios
3. Plan del proyecto
4. Plan de cambio tecnológico
5. Plan de obtención de beneficios

d) **La Fase 4** implica que la organización ejecute todos los planes desarrollados en la Fase 3, bajo la coordinación del patrocinador del programa y el gerente del proyecto. Esta etapa requiere un cronograma detallado para cada tarea y actividad por fase, considerando dependencias y predecesores. Además, la implementación de la tecnología y la estabilización de los procesos forman parte de esta fase.

e) **La Fase 5** se centra en el análisis de los resultados. En esta fase se obtiene el análisis de los beneficios, los cuales se comparan con los beneficios esperados según el plan original. También se implementa el modelo de Gestión de Procesos Empresariales y el modelo de gobernanza organizacional, incluyendo la medición y el monitoreo continuo de los procesos de negocio y tecnológicos. Los cambios, los beneficios obtenidos y los planes tecnológicos se almacenan en los repositorios correspondientes de procesos y documentos. Esta fase también busca asegurar que la mejora implementada sea sostenible, y en conjunto con el propietario del proceso, se lleva a cabo una evaluación

general para determinar el cierre del proyecto.

En general, con esta herramienta se busca la mejora continua de los procesos, enfocando a los profesionales en la gestión del modelo de procesos, quienes evalúan de manera constante el rendimiento de los procesos de negocio. Si los resultados no cumplen con las expectativas, se reinicia el ciclo de vida de la BPM. Todo esto se muestra en la Figura 2.

Figura 2.

Las 5 fases del ciclo de la BPM.



Nota *Fuente: Adaptado del libro BPM CBOK 4.0 (2019).

2.3.2. Tipos de modelos de procesos

Existen diferentes tipos de modelos de procesos, como indica Weske (2019), que pueden usarse para representar procesos de negocios. Algunos de los tipos más comunes de modelos de procesos son:

- Modelos de diagrama de flujo
- Modelos de notación y modelo de procesos de negocio (BPMN)
- Modelos de cadena de procesos impulsados por eventos (EPC)
- Modelos de flujo de datos.

El más usado es el BPMN que consiste en una notación estándar para el modelado de procesos que utiliza símbolos gráficos para representar el flujo de actividades, eventos y decisiones en un proceso. Los modelos BPMN se utilizan ampliamente en la industria y pueden usarse para representar procesos tanto simples como complejos.

Estos constituyen únicamente algunos ejemplos de los modelos de procesos que pueden emplearse para describir procesos empresariales. La selección del modelo adecuado varía en función de la complejidad del proceso, el grado de detalle necesario y los objetivos que se persigan con su elaboración.

2.3.3. Elaboración de un diagrama BPMN

Crear un diagrama BPMN implica varios pasos según Weske (2019). Aquí hay una descripción general del proceso:

- a) **Identificar el proceso:** El primer paso es identificar el proceso que desea modelar. Podría ser un proceso de negocio, un flujo de trabajo o cualquier otro proceso que desee analizar y optimizar.
- b) **Defina el alcance:** Una vez que haya identificado el proceso, debe definir su alcance. Esto implica determinar los límites del proceso e identificar las entradas, salidas y partes interesadas.
- c) **Identificar las actividades:** El siguiente paso es identificar las actividades que componen el proceso. Estas son las acciones fundamentales que permiten alcanzar los objetivos del proceso.
- d) **Defina la secuencia:** Una vez que haya identificado las actividades, debe definir la secuencia en la que se realizarán. Esto requiere establecer la secuencia en la que se llevarán a cabo las actividades y las condiciones que deben cumplirse para que cada actividad comience.
- e) **Identificar los eventos:** Los eventos se utilizan para indicar el inicio, el final y los puntos intermedios del proceso. Debe identificar los eventos que son relevantes para su proceso y agregarlos al diagrama.
- f) **Agregar puertas de enlace:** Estas puertas se utilizan para modelar decisiones y

ramificaciones en el proceso. Debe identificar las puertas de enlace que son relevantes para su proceso y agregarlas al diagrama.

- g) **Valide el diagrama:** Una vez que haya creado el diagrama, debe validarlo para asegurarse de que represente con precisión el proceso. Esto implica revisar el diagrama con las partes interesadas y realizar los cambios necesarios.

Según Dumas et al. (2018) indican que hay varias herramientas disponibles que pueden ayudarle a crear diagramas BPMN, incluido software comercial y herramientas de código abierto. Estas herramientas proporcionan una interfaz gráfica que le permite arrastrar y soltar elementos BPMN en el lienzo y conectarlos para crear el diagrama.

2.3.4. Simbología de un diagrama BPMN

Los símbolos utilizados en BPMN se pueden dividir en cuatro categorías según Weske (2019), en el Anexo 02 se encuentra las tablas de todos los símbolos usados:

1. **Objetos de flujo:** Estos símbolos representan los elementos principales de un flujo de proceso e incluyen eventos, actividades y puertas de enlace.
2. **Objetos de conexión:** Estos símbolos muestran las conexiones entre objetos de flujo e incluyen flujos de secuencia, flujos de mensajes y asociaciones.
3. **Carriles:** Estos símbolos representan los diferentes participantes o departamentos implicados en el proceso y se usan para organizar los objetos del flujo.
4. **Artefactos:** Estos símbolos brindan información adicional sobre el proceso e incluyen objetos de datos, grupos y anotaciones.

2.4. Método Delphi

En el año 2002, Listone et al. indican que los orígenes de este método se remontan al estudio de RAND Corporation en la década de 1950 sobre el uso de la opinión de expertos en la investigación de defensa. El objetivo original del estudio fue obtener el consenso de opinión más fiable de un grupo de expertos mediante una serie de cuestionarios intensivos intercalados

con comentarios de opinión controlados (pg.12). El primer estudio trató sobre la implementación de la opinión de expertos para la selección, desde la perspectiva de un planificador estratégico soviético, de un sistema óptimo de objetivos industriales estadounidenses, así como la estimación de la cantidad de bombas. A necesarias para reducir las municiones producción en una cantidad prescrita (pg.617).

Según Rodriguez y Ibiert (2010) el método Delphi se ha adaptado y utilizado en una variedad de áreas, incluida la previsión tecnológica, el análisis de políticas, la evaluación de programas y la evaluación de riesgos. Actualmente, este método es una técnica de comunicación estructurada que se utiliza para recopilar y destilar el conocimiento y los puntos de vista de un conjunto de especialistas sobre un tema específico. Implica una serie de rondas de cuestionarios o encuestas, con retroalimentación proporcionada a los participantes después de cada ronda. El objetivo es lograr una convergencia de opiniones e identificar áreas de acuerdo y desacuerdo entre los expertos. El proceso es anónimo y se anima a los participantes a revisar sus respuestas basándose en los comentarios recibidos de otros (Rodríguez & Ibiert, 2010).

En 2002, Listone et al. proporcionaron una orientación detallada sobre cómo diseñar y ejecutar un estudio Delphi. A continuación, se presenta algunos pasos clave:

- a) **Defina el problema:** Defina claramente el problema o cuestión que desea abordar utilizando el método Delphi.
- b) **Seleccionar a los expertos:** Identifique un grupo de expertos que tengan conocimiento y experiencia relacionados con el problema o asunto. Estos expertos pueden ser internos o externos a su organización.
- c) **Desarrollar el cuestionario:** Desarrollar un cuestionario que pida a los expertos que brinden sus opiniones sobre el problema o asunto. El cuestionario debe diseñarse para

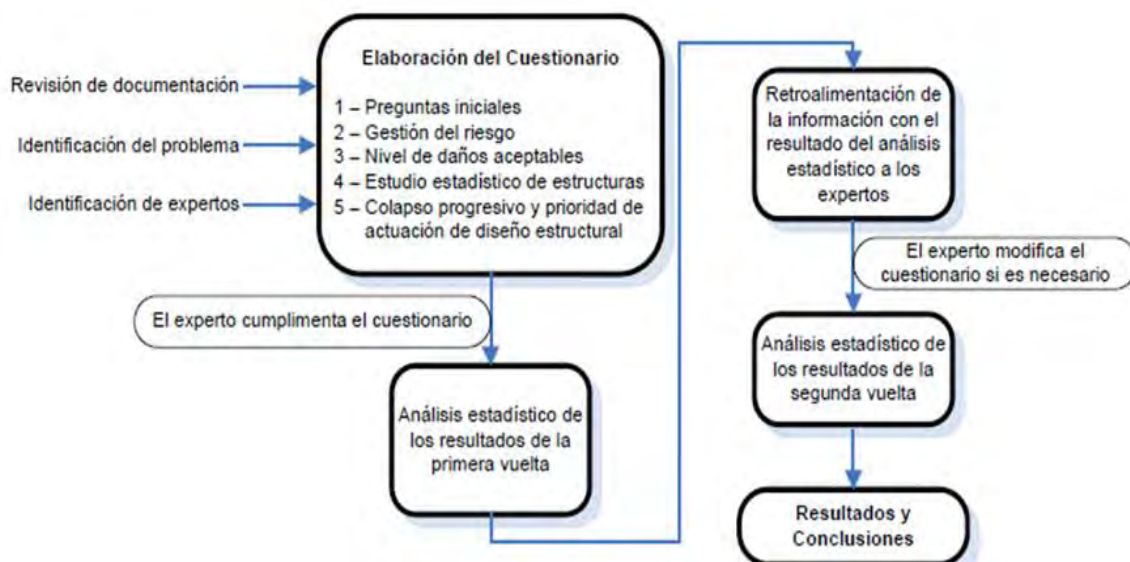
obtener respuestas tanto cuantitativas como cualitativas.

- d) **Realizar la primera ronda:** enviar el cuestionario a los expertos y pedirles que den sus respuestas. Recopilar las respuestas y proporcionar retroalimentación a los expertos sobre las opiniones generales del grupo.
- e) **Realizar rondas posteriores:** Repita el proceso para rondas posteriores hasta alcanzar un consenso o hasta que las respuestas converjan.
- f) **Analizar los resultados:** Examinar los resultados para reconocer las áreas de consenso y discrepancia entre los expertos. Emplee estos resultados para apoyar la toma de decisiones o formular recomendaciones.

El siguiente flujograma mostrado en la Figura 3 resume los pasos mencionados anteriormente para la correcta aplicación del método Delphi en un caso de estudio en específico.

Figura 3.

Flujograma de aplicación del Método Delphi.



Nota *Fuente: “El método Delphi como método de investigación en la gestión de riesgos contra atentados terroristas”, Universidad Politécnica de Madrid (2010).

Capítulo 3: Caso de Estudio

3.1. Informe del proyecto

Se seleccionan dos proyectos para el estudio de un total de 10 proyectos, el primero es: “Mantenimiento y acondicionamiento de la infraestructura del puesto de salud Marco Laguna, C.P.” y el segundo proyecto es: “Mantenimiento de la infraestructura del puesto de salud Cumbe C.P Cumbe Chontabamba”, ambos ubicados en el distrito de Bambamarca, provincia de Hualgayoc, departamento de Cajamarca a una altitud de 2650 m.s.n.m., los cuales son financiados por la unidad ejecutora de salud Hualgayoc - Bambamarca.

Referente al primer proyecto el cual es el puesto de salud que consta de un módulo de 1 pisos con 7 ambientes, 1 sala de espera, 1 pasadizo y 3 SS. HH, y un tanque elevado. También, tiene un terreno de 345 metros cuadrados, de los cuales 210 metros cuadrado corresponden al área construida, además consta con los siguientes ambientes: Tópico de Urgencias y Emergencias, Consultorio Médico, Sala de Espera, Archivo de Historias Clínicas y Admisión, Expendio de Medicamentos, Atención Prenatal con Servicios Higiénicos, Consultorio CRED e Inmunizaciones, Servicios Higiénicos Público, Toma de Muestra (Esputo), Cadena de Frío y Almacén General.

Además, este tiene un plazo de 25 días calendarios, el cual comienza el 19 de octubre del 2023. El presupuesto es de S/. 38,714.63 incluidos IGV y gastos generales, donde el sistema de contratación es por suma alzada. De la partida del sistema de agua fría está considerado según el presupuesto S/. 3,631.00. Y, la partida de pintura está valorizada en S/. 10,120.16.

El segundo proyecto, otro puesto de salud, consta de un módulo de 1 pisos con 6 ambientes, 1 sala de espera, 1 pasadizo y 3 SS. HH y un tanque elevado, los cuales cuentan con acabados e instalaciones diseñados para satisfacer las necesidades de la población. Este proyecto tiene un terreno de 138 metros cuadrados, de los cuales 96 metros cuadrado

corresponden al área construida, además consta de los siguientes ambientes: Tópico de Urgencias y Emergencias, Sala de Espera, Archivo de Historias Clínicas y Admisión, Expendio de Medicamentos, Atención Prenatal con Servicios Higiénicos, Consultorio CRED e Inmunizaciones, Servicios Higiénicos Público, Toma de Muestra (Esputo), Cadena de Frío, Almacén General y Almacén Intermedio de RRSS

Comprende un plazo de 20 días calendarios, el cual comienza el 27 de octubre del 2023 con un presupuesto de S/. 26,600.62 incluidos IGV y gastos generales donde el sistema de contratación es por suma alzada. Asimismo, la partida de sistema de agua fría está considerado según el presupuesto S/. 2,988.00. Y, la partida de pintura está valorizada en S/. 5,375.53.

3.2. Descripción de los macroprocesos en estudio

De ambos proyectos, el estudio se basa en los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías de la red de agua fría y pintado de muros de albañilería. Por tanto, en esta sección se realizó una descripción de los procesos y también un mapeo.

3.2.1. Macroproceso del replanteo del tendido de tuberías

A continuación, se muestra todos los procesos en la siguiente lista, así como en los diagramas de bloques Figura 4 y Figura 5.

- **Etapa preliminar**

- Revisión del expediente: Después que la empresa constructora recibe el expediente, entra a la revisión para verificar las características del proyecto.
- Revisión de la red de agua fría existente: Para tomar la decisión de replantear o reparar, se verifica el estado de la red existente. Se tiene en consideración la antigüedad, nivel de patologías de la infraestructura, presupuesto y tiempo.
- Aprobación de la elección: Después de la revisión de la red existente, pasa por un proceso de aprobación por parte de la entidad para que el proyecto comience a

ejecutarse.

- Preparación y designación de recursos: Una vez aprobado todo lo anterior, se realiza la preparación y designación de recursos de acuerdo a su magnitud. Esto se basa en las características del expediente técnico.

Figura 4.

Diagrama de bloques de actividades de etapa preliminar del proceso de tendido de tuberías.



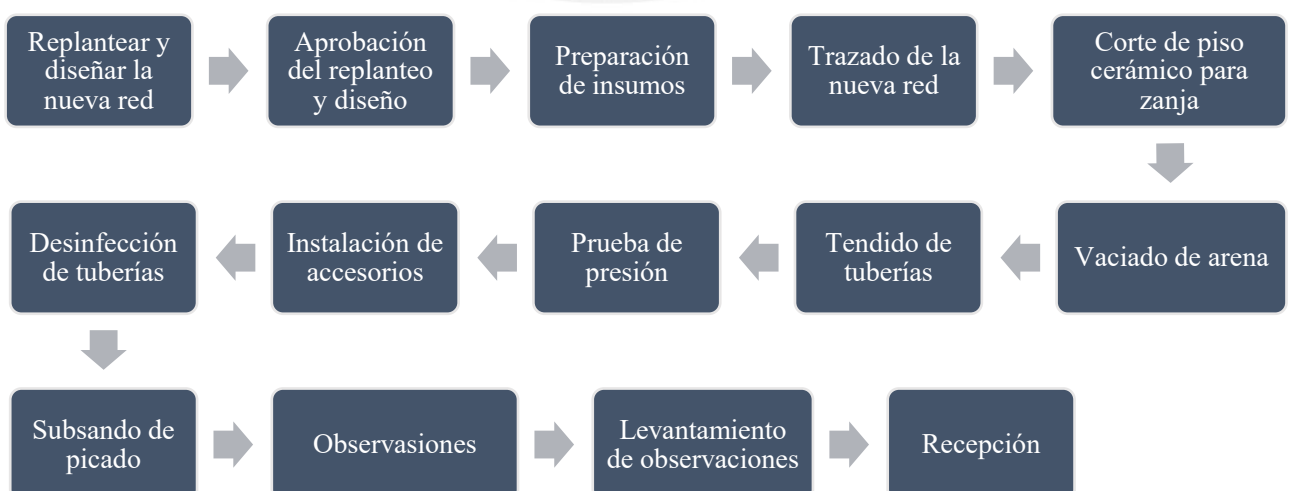
- **Replanteo de nueva red.**

- Replantear y diseñar la nueva red: se realiza de acuerdo a las características del proyecto; e incluye el cálculo de metrados para diferentes actividades y elaboración de planos.
- Aprobación de replanteo y diseño: se realiza por parte del supervisor, quien, verifica considerando factores como tiempo, presupuesto y nivel de modificación de infraestructura.
- Preparación de insumos: se designa todos los accesorios e insumos que se utilizarán en el proyecto.
- Trazado de nueva red: se realiza el trazado en base a los planos del diseño.
- Picado de la nueva red: con el trazó remarcado se empieza con el picado para realizar las zanjas. Se supervisa que se ejecute de acuerdo a lo plasmado en el diseño y bajo los protocolos de seguridad pertinentes.
- Vaciado de arena: en las zanjas se coloca una cama de arena sobre la cual se tiende la red de tuberías de agua fría.

- Tendido de tuberías: sobre la cama de arena se colocan y pegan los tubos de la nueva red considerando la cantidad de pegamento necesario para cada unión.
- Pruebas de presión: para la prueba se utiliza una presión de 100 psi bajo observación de supervisor, quien finalmente aprueba la funcionalidad de la red.
- Instalación de accesorios: una vez aprobada la prueba de presión, se procede a la instalación de accesorios sanitarios.
- Desinfección de tuberías: se desinfecta la red de tuberías con una solución de hipoclorito de sodio y agua. Y, se considera todos los protocolos de seguridad.
- Subsanado de picado: se rellenan las zanjas con la tierra extraída durante el picado, para luego verter el contrapiso. Todo ello, se realiza con cuidado para no dañar las tuberías.
- Observaciones: el supervisor realiza la inspección y elabora una lista con las observaciones encontradas.
- Levantamiento de observaciones: la empresa constructora levanta todas las observaciones que se encontraron durante la inspección del supervisor.
- Recepción: con las observaciones ya levantadas la entidad recepciona el proyecto.

Figura 5.

Diagrama de bloques de actividades del proceso de replanteo de la nueva red.



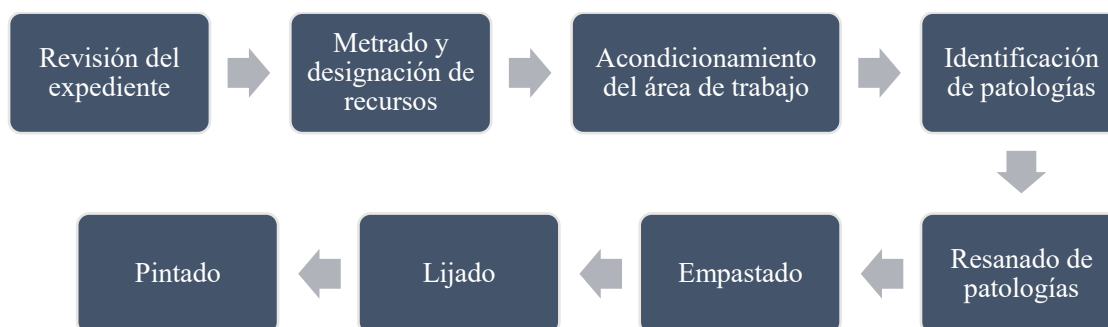
3.2.2. Macroprocesos de Pintado de Muros

A continuación, se muestra todos los procesos en la siguiente lista, así como en el diagrama de bloques Figura 6.

- Revisión de expediente: una vez que la empresa recibe el expediente, verifica las características del proyecto.
- Metrado y designación de recursos: con el soporte del expediente se procede a realizar los cálculos del metrado y la designación de recursos a utilizar para el proyecto.
- Acondicionamiento del área de trabajo: el desarrollo de estas actividades va a facilitar que el pintado de muros sea correcto, sin dañar la infraestructura donde se ejecuta el proyecto. Actividades cómo: Desalojo de todo el mobiliario e insumos existentes en el establecimiento de salud, recubrimiento de los pisos de todos los ambientes.
- Identificación de patologías: se realiza un buen diagnóstico de las patologías en la infraestructura, identificando áreas que requieren reparación, como paredes con grietas, zonas con humedad y superficies con irregularidades en el relieve, para un correcto pintado.
- Resanado de Patologías: en un inicio se pica las paredes que presentan rajaduras o humedad, para luego aplicar aditivos, y así finalmente resanar las zonas picadas con mezcla de cemento, arena fina y agua.
- Empastado: se empasta las zonas irregulares incluyendo las zonas resanadas.
- Lijado: Se considera el lijado de toda el área en general, considerando los parámetros de calidad y lineamientos de seguridad.
- Pintado: este proceso consiste en delimita la zona de pintado con cinta, luego se aplica imprimante en dos capas, seguido se aplica el sellador. Finalmente se aplica la primera y segunda mano de pintura.

Figura 6.

Diagrama de bloques de actividades del proceso de pintado.



3.3. Control de Calidad

3.3.1. Calidad de procesos

En esta sección se presenta la forma de llevar a cabo los procesos para las actividades consideradas en este trabajo de tesis: Tendido de Tuberías y Pintura, cada una de estas se rigen en la normativa nacional representado con sus especificaciones particulares, es importante señalar que, para llevar a cabo el control de calidad de los procesos, se emplearon diversos documentos, entre los cuales se incluyen:

- “Reglamento Nacional de Edificaciones” – Decreto Supremo 011-2006-VIVIENDA.
- “Categorías de Establecimiento de Sector Salud” – Norma Técnica de Salud N° 021-MINSA / DGSP-V.03.
- “Infraestructura y equipamiento de los establecimientos de salud del primer nivel de atención” – Norma Técnica de Salud N° 113-MINSA/DGIEM-V.01.
- “Ejecución de labores de pintura interior y exterior en los recintos de salud pertenecientes al Ministerio de Salud, conforme a los lineamientos de la Directiva Administrativa N.° 211 – MINSA / DGIEM-V.01.

Además, de las especificaciones técnicas y los planos del proyecto. En el Anexo 3, se muestra un cuadro con las actividades, procesos de calidad y acciones correctivas que se pueden tomar en caso de algunas imperfecciones que se presenten.

3.3.2. Calidad de materiales

En esta sección se presentan especificaciones y aspectos a conocer de cierta materia prima de gran importancia en las actividades incluidas en la gestión de la calidad, también de otros materiales relevantes para los acabados de las mismas. Al igual que en el punto anterior se hizo uso de normativa, documentos, manuales, entre otras fuentes que estandaricen los materiales a utilizar en estos procesos, para el aseguramiento de los materiales. En el Anexo 4, se muestra un cuadro con las actividades, procesos de calidad y acciones correctivas que se pueden tomar en caso de algunas imperfecciones que se presenten.

3.4. Informe de la empresa constructora

La empresa constructora realiza proyectos medianos y pequeños en la zona de Cajamarca donde aplican un sistema tradicional en la ejecución de un proyecto. Este sistema consiste en tener un cronograma maestro o convencional junto con un avance de obra tradicional. Asimismo, la empresa mencionada suele usar los softwares convencionales como AutoCAD, Civil 3D, Excel y MS Project. La empresa se encuentra con poca experiencia en el manejo de flujo de procesos, ya que los sistemas de trabajo convencionales generan muchos reprocesos, pérdidas de tiempo y dinero; además, cada área de trabajo labora de manera separada donde existe poca integración. De igual forma, no existe una colaboración plena entre los involucrados que permita modificar y actualizar la información con la finalidad de cumplir con los objetivos de proyecto. Algunos miembros de la empresa constructora tienen nociones básicas de Lean y muy pocos sobre el flujo de procesos.

Capítulo 4: Encuesta de Diagnostico

4.1. Objetivo de la encuesta

- Evaluar la estandarización y cumplimiento de procedimientos en los procesos del replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros. Asimismo, como el seguimiento de los procedimientos establecidos en el expediente técnico.
- Evaluar la eficiencia en la contratación de personal, el uso de herramientas y maquinarias, y la asignación de cuadrillas.
- Identificar áreas de mejora en los procesos, incluyendo la identificación de procesos que no agregan valor y la identificación de puntos críticos que puedan obstaculizar la eficiencia general.
- Evaluar el cumplimiento de estándares de calidad y supervisión constante, así como determinar la existencia y el seguimiento de procedimientos de verificación de calidad. También, verificar la entrega del proyecto sin observaciones dentro del plazo establecido.

4.2. Universo de estudio

Se encuentra conformado por un total de catorce personas, por lo que es una población finita. Las características que son profesionales que se dedican a la construcción de edificaciones y se componen de: Dos gerentes generales, un ingeniero residente, un ingeniero asistente, un capataz de instalaciones sanitarias, un capataz de pintura, un ingeniero supervisor, dos arquitectos, un ingeniero de presupuestos y tres ingenieros de planificación. Además, se incluye profesionales externos al proyecto que cuentan con experiencia en la construcción de proyectos.

4.2.1. Perfil de cada profesional

- **Ingeniero Civil:** Ingeniero colegiado con más de dos años de experiencia, con

conocimientos de gestión de proyectos, instalaciones sanitarias, supervisión de proyectos y acabados.

- **Arquitecto:** Arquitecto colegiado con más de dos años de experiencia, con conocimientos de acabados.
- **Capataz en Instalaciones Sanitarias:** Técnico en Instalaciones Sanitarias con más de cinco años en la construcción de edificaciones residenciales, industriales, comerciales e infraestructura hidráulica.
- **Capataz en pintura:** Técnico en Pintura con más de cinco años en el pintado de edificaciones residenciales, industriales y comerciales.

4.3. Secciones de las encuestas

Para la encuesta formulada, se ha dividido en secciones correspondientes a cada herramienta. Estas secciones están organizadas según los factores y elementos que influyen en la implementación tanto del VSM como de la BPMN. Para la elaboración de ambos diagramas, se han segmentado los enunciados de la encuesta de la siguiente manera:

- **Las entradas de los procesos:** Se pretende obtener elementos o datos para que los procesos puedan llevarse a cabo de manera eficiente y efectiva. Estas entradas proporcionan la materia prima o la información necesaria para que el proceso genere los resultados deseados.
- **Los recursos de los procesos:** En esta sección se adjunta todos los elementos necesarios para realizar las actividades y lograr los objetivos de los procesos de manera eficiente y efectiva. Estos recursos pueden ser de diversos tipos, y su naturaleza dependerá del contexto y especificaciones de los procesos.

- **Control de los procesos:** Con estos se busca crear un sistema de control medible del funcionamiento de los procesos y del nivel de satisfacción del usuario (interno la mayoría de las veces).
- **Procesos:** Se busca recopilar y detectar la existencia actividades que no agregan valor, el conocimiento y claridad de cada actividad que se realiza, y el nivel de sistematización que existe en la ejecución de la actividad.
- **Tiempo:** Se pretende conocer si existen tiempos establecidos para la ejecución de los procesos. O, por el contrario, los tiempos de los procesos son distintos. Además, conocer la certeza de los involucrados sobre los plazos de realización de las actividades acordados contractualmente con el cliente.
- **Las salidas de los procesos:** Se busca recopilar los resultados, productos o efectos generados como consecuencia de la ejecución de los procesos. Estas salidas representan el valor añadido que los procesos proporcionan y son esenciales para alcanzar los objetivos establecidos.

4.4. Desarrollo de la encuesta

Se extrajeron veintiuna preguntas de un cuestionario inicial, las cuales se dividieron en seis secciones: entradas, recursos, procesos, tiempo, control y salidas. Todas estas preguntas se llevaron a cabo en entornos virtuales y se organizaron en un documento de Word para su posterior presentación como una encuesta en línea. Se empleó la plataforma de administración de encuestas conocida como Google Formularios (Google Forms). Una vez que se estructuró y organizó el cuestionario, se procedió a contactar a los encuestados.

4.5. Discusión de Resultados

Se muestran las respuestas a los enunciados según la escala de Likert, además de su respectivo análisis e interpretación con el objetivo de extraer información para la elaboración

de los diagramas reales de los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros. Los enunciados han sido agrupados en aspectos claves enfocados desde del perfil de dos metodologías enfocadas en analizar procesos, el Mapeo de Cadenas de Valor (VSM) y la Gestión de Procesos de Negocio (BPMN). Esta agrupación tiene los siguientes aspectos claves: entradas, recursos, procesos, tiempos, control y salidas.

4.5.1. Entradas

Esta sección se enfoca en diagnosticar las entradas de los procesos, a continuación, se muestran los enunciados 1 y 2 en la Tabla 1.

Tabla 1.

Asignación de ítems a los enunciados 1 y 2.

N°	ITEM	ENUNCIADO
1	ITEM 01	El expediente suele reflejar lo que en realidad se ejecuta en obra
2	ITEM 02	El cliente otorga las facilidades y los permisos necesarios para el inicio de actividad

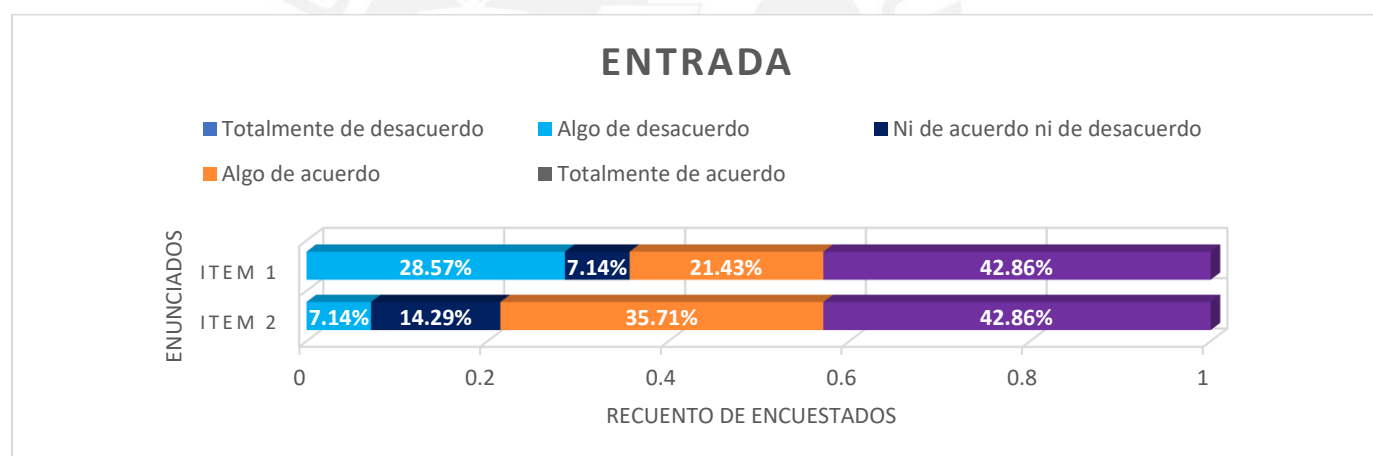
Nota. *Fuente: Propia

Referente al enunciado 1, menos de la mitad de encuestados valora que el expediente técnico refleja la realidad de lo ejecutado en obra, del mismo modo hay un porcentaje significativo de 28.6% que se encuentra en algo de desacuerdo, como se indica en la Figura 7, por lo que se deduce que existe ineficiencias. De ello, se concluye que el 64.29% de los encuestados están de acuerdo en que el expediente técnico refleja lo que se ejecuta en la obra, lo que indica un buen nivel de estandarización y cumplimiento de los procedimientos. Sin embargo, al existir un porcentaje que está en desacuerdo, se sugiere que hay margen para mejorar la estandarización y el seguimiento de los procedimientos. Esto puede ser representado en el diagrama del VSM y la BPMN como variaciones o desviaciones en los procesos estándar.

Referente al enunciado 2, enfocado en la disposición del cliente para brindar facilidades y permisos necesarios para el inicio a las actividades, se observa que hay un porcentaje significativo que se encuentra algo en desacuerdo, y ni de acuerdo ni desacuerdo, como se indica en la Figura 7. Se concluye que, si bien existe un grado de satisfacción entre los encuestados respecto a la disponibilidad de facilidades y permisos otorgados por el cliente, un porcentaje significativo manifiesta cierta insatisfacción. Esto sugiere que aún hay margen para mejorar la disposición del cliente en cuanto a proporcionar dichas facilidades y permisos necesarios para el inicio de las actividades.

Figura 7.

Resultados de la primera sección de la encuesta.



4.5.2. Recursos

Esta sección está enfocada en diagnosticar puntos referentes a la gestión y designación de recursos, a continuación, se muestran los enunciados 3, 4 y 5 en la Tabla 2.

Tabla 2.

Asignación de ítems a los enunciados 3, 4 y 5.

Nº	ITEM	ENUNCIADO
3	ITEM 03	Los materiales requeridos siempre cumplen con las especificaciones técnicas solicitadas y calidad

4	ITEM 04	El abastecimiento de los materiales cumple con las fechas acorde a lo planificado
5	ITEM 05	La designación de las cuadrillas para ejecutar las actividades dentro de los procesos es efectiva

Nota. *Fuente: Propia

En el enunciado 3, más de la mitad de encuestados un 92.85% valoró que los materiales cumplen con las especificaciones técnicas y la calidad, también existe un porcentaje mínimo de 7.14% que son neutros con este enunciado, como se muestra en la Figura 8. De ello, se concluye que la mayoría de encuestados están de acuerdo en que los materiales requeridos cumplen con las especificaciones técnicas solicitadas y la calidad. Esto indica que los procedimientos de verificación de calidad están siendo seguidos y que el proyecto se está entregando sin observaciones dentro del plazo establecido. Esto puede ser representado en los diagramas como un control de calidad efectivo y un cumplimiento constante de los estándares.

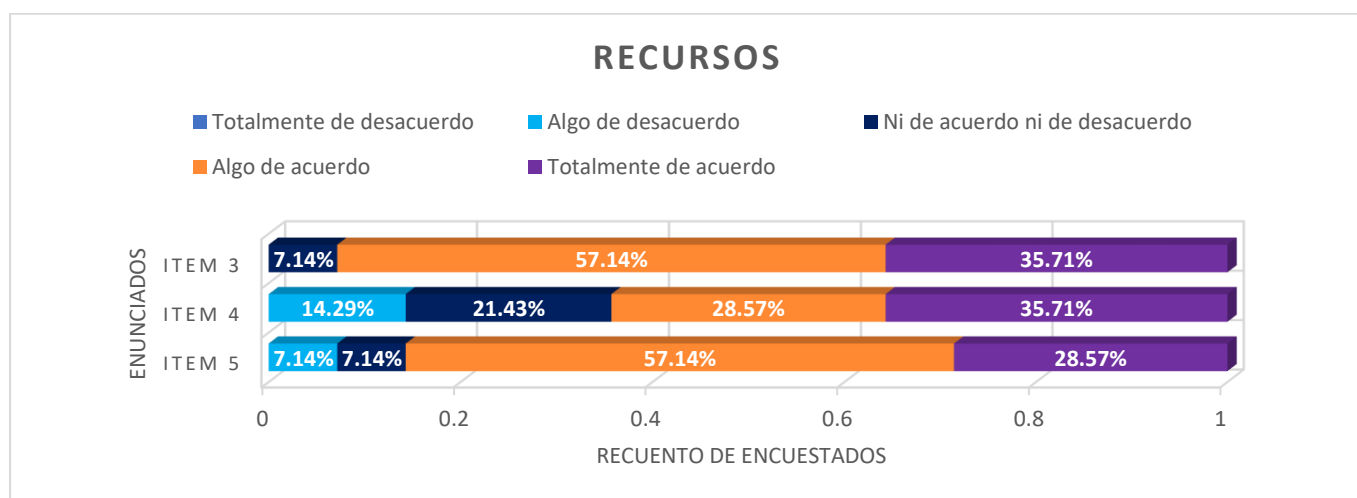
Por otro lado, con referencia al enunciado 4, más de la mitad de los encuestados un 64.28%, como se indica en la Figura 8, se encuentra en la zona de acuerdo con que el abastecimiento de materiales a la obra se cumple las fechas acordes a lo planificado. De ello, se concluye que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que el abastecimiento de los materiales es entregados en la obra en la fecha prevista, conforme a la planificación establecida. Sin embargo, el 14.29% de los encuestados está en desacuerdo, lo que indica que hay espacio para mejorar la eficiencia en estos aspectos. Estos hallazgos pueden ser útiles para identificar cuellos de botella o retrasos en el flujo de materiales en los diagramas.

Referente a la pregunta 5, se observa que más de la mitad un 85.71% se encuentra algo de acuerdo y totalmente de acuerdo, como se indica en la Figura 8. De ello, se concluye que la mayoría de encuestados indican estar de acuerdo con la efectividad en la designación de cuadrillas. Sin embargo, existe un porcentaje considerable que está en un nivel neutro y en

desacuerdo, lo que señala que los recursos están siendo asignados inadecuadamente, por lo que puede considerarse como un punto para mejorar en la elaboración de los diagramas reales.

Figura 8.

Resultados de la segunda sección de la encuesta.



4.5.3. Procesos

En esta sección se realiza el diagnóstico de los procesos, dentro del proyecto, a continuación, se muestran los enunciados 6, 7, 8 y 10 en la Tabla 3.

Tabla 3.

Asignación de ítems a los enunciados 6, 7, 8 y 9.

N°	ITEM	ENUNCIADO
6	ITEM 06	La contratación del personal esta alineado con la experiencia y competencia de los procesos del proyecto asegurando la correcta ejecución
7	ITEM 07	Los trabajadores tienen siempre un procedimiento de trabajo claro de sus actividades
8	ITEM 08	El cliente por medio del supervisor da soluciones rápidas y óptimas al contratista ante el reporte de algún problema en obra
9	ITEM 09	Las actividades de cada partida tienen un proceso sistemático y ordenado para ser ejecutadas

Nota. *Fuente: Propia

Referente al enunciado N°6 se observa en la Figura 9 que la mitad de los encuestados se encuentra totalmente de acuerdo y existe un porcentaje mayoritario del 78.57% que se encuentra en un nivel de acuerdo, aunque existe un porcentaje significativo de 7.14% que está en desacuerdo y un 14.29% que se mantiene en un nivel neutral. De ello, se concluye que hay una percepción positiva en cuanto a la contratación del personal con experiencia en los procesos y la existencia de un procedimiento claro de trabajo para los empleados. Sin embargo, también se observa que hay un pequeño grupo de encuestados que indican estar algo en desacuerdo. Esta discrepancia podría sugerir la necesidad de revisar y mejorar los procesos de contratación de personal y la claridad de los procedimientos de trabajo para garantizar una mayor satisfacción y eficacia en la ejecución de las tareas.

Referente al enunciado 7, se observa en la Figura 9 que entre los encuestados que se encuentran totalmente de acuerdo y algo de acuerdo el porcentaje suman un 92.86 %, sin embargo, existe un porcentaje pequeño que señala no estar de acuerdo. De ello se concluye que existe la rápida y óptima solución de problemas por parte del cliente y el supervisor, con un 92.86% de acuerdo con esta afirmación. Esto sugiere que, aunque el cliente proporciona las facilidades necesarias, aún hay espacio para optimizar la efectividad en la solución de problemas por parte del cliente y el supervisor.

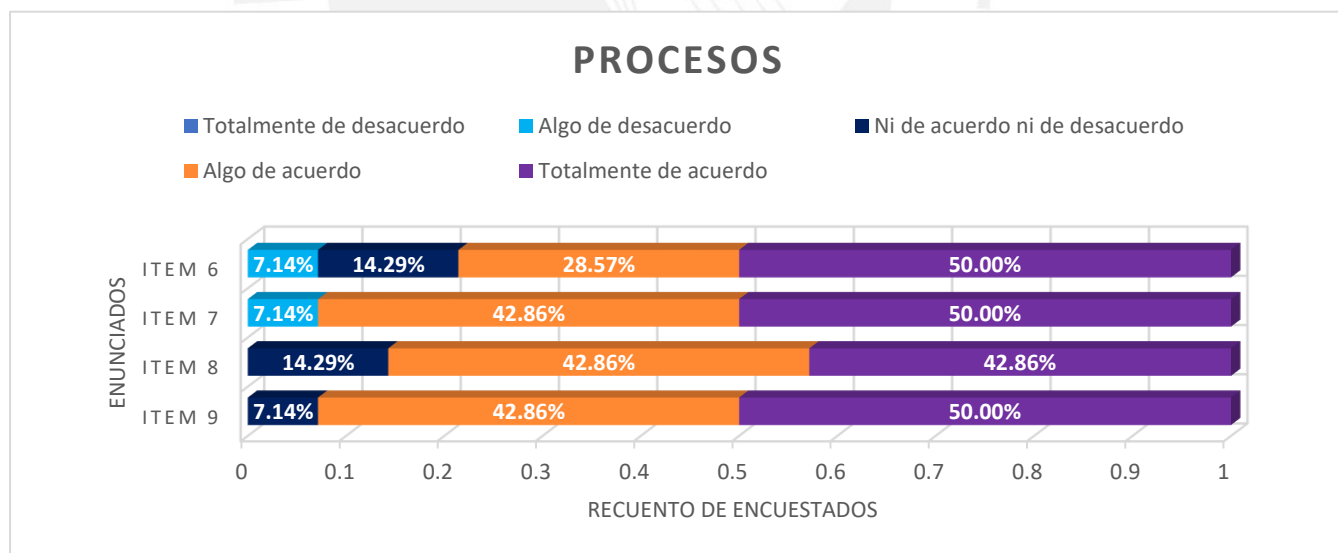
Referente al enunciado 8, se aprecia en la Figura 9 que el cliente a través del supervisor da soluciones rápidas y óptimas frente a algún percance, se observa que la mayoría de encuestados el 85.72% se encuentra en un nivel de acuerdo y solo un 14.29% se mantienen neutrales. De ello, se concluye que existe la rápida y óptima solución de problemas por parte del cliente y el supervisor. Esto sugiere que, aunque el cliente proporciona las facilidades necesarias, aún hay espacio para optimizar la efectividad en la solución de problemas por parte

del cliente y el supervisor. Esto se refleja en la adecuada interacción entre los involucrados y en el correcto desarrollo de los procesos para la elaboración de los diagramas reales.

Referente al enunciado N°9 existe un gran porcentaje del 50% de los encuestados que están totalmente de acuerdo con que cada partida tiene un proceso sistemático y ordenado para ser ejecutada, otro grupo con un 42.86% está algo de acuerdo y tan solo el 7.14% está en el nivel neutro, como se muestra en la Figura 9. Se concluye que la mayoría de los encuestados reconoció que el desarrollo de las actividades en cada proceso sigue un enfoque sistemático, lo que evidencia la existencia de un orden en la ejecución de dichas actividades. Esto asegura que los procesos representados en los diagramas VSM y BPMN reflejen fielmente la realidad operativa, facilitando la identificación de mejoras y la toma de decisiones informadas.

Figura 9.

Resultados de la tercera sección de la encuesta.

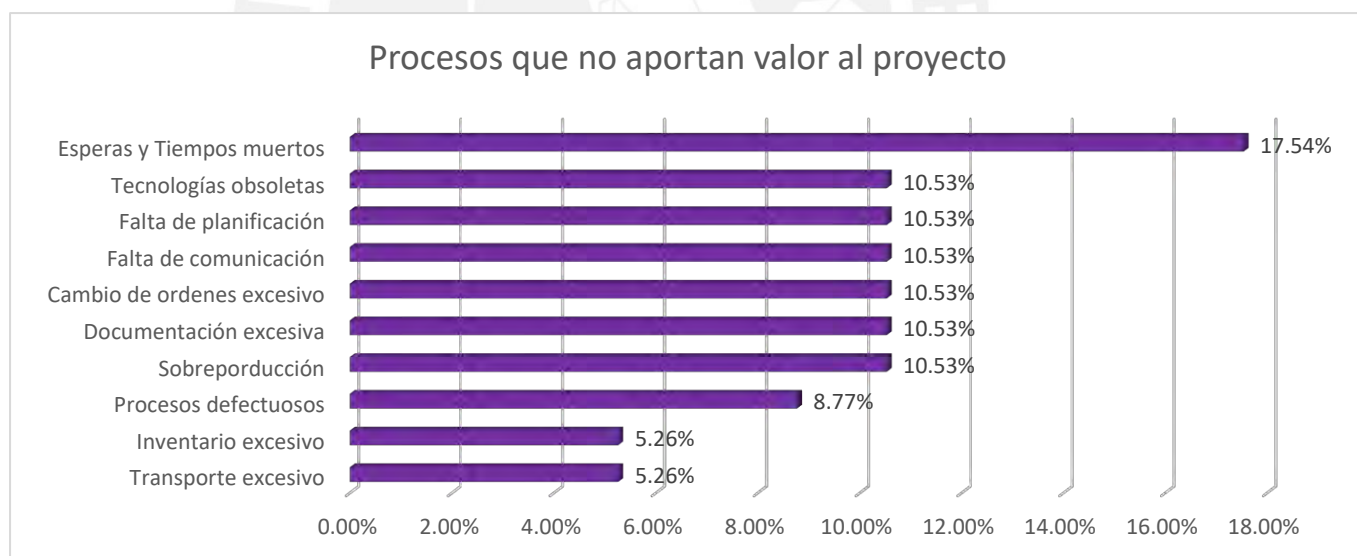


Referente a la pregunta 10 enfocada a dar un diagnóstico de que si dentro del proyecto existen procesos que no generan valor y hacen que el tiempo de ejecución se prolongue de los encuestados, el 92.9% respondió que si existen procesos que no generan valor y el 7.2% indica

lo contrario. Se observa en la siguiente Figura 10 referente a que actividades no aportan valor al proyecto, tal como se menciona en el enunciado 10.1, siendo los procesos que no agregan valor en el proyecto los siguientes: la mayoría de los encuestados (92.9%) reconoció la presencia estas actividades, destacando las "esperas y tiempos muertos" identificadas por el 71.4%; además, se señalaron otros procesos como el "cambio de órdenes excesivo" (50%), "transporte excesivo" y "inventario excesivo" como áreas de mejora. Estos procesos han sido identificados con el propósito de ser eliminados o mejorados en los futuros diagramas BPMN y VSM, con el objetivo de aumentar la eficiencia general y facilitar la visualización de estrategias de mejora en su elaboración.

Figura 10.

Resultados de la tercera sección de la encuesta, enunciado N°10.1.



4.5.4. Tiempos

Esta sección tiene como objetivo analizar si los tiempos de las actividades se gestionan de manera eficiente, a continuación, se muestran los enunciados 11, 12, 13 y 14 en la Tabla 4.

Tabla 4.

Asignación de ítems a los enunciados 11, 12, 13 y 14.

N°	ITEM	ENUNCIADO
11	ITEM 11	El personal de obra realiza un uso eficiente del tiempo en la operación de las herramientas y maquinarias
12	ITEM 12	Los tiempos para ejecutar alguna actividad de una partida están bien definidos para evitar las pérdidas de tiempo y dinero
13	ITEM 13	Se respeta el tiempo pactado entre la empresa constructora y contratista para la entrega de todos los procesos existentes en las actividades en el expediente técnico (tendido de tuberías o pintado de muros)
14	ITEM 14	El tiempo de ejecución del proyecto es menor al plazo establecidos por el cliente

Nota. *Fuente: Propia

Referente al enunciado 11, enfocada a que, si existe un eficiente uso del tiempo en la operación de las herramientas y maquinarias por parte del personal de obra, se observa que más de la mitad un 71.42% se encuentra en el nivel de acuerdo, por otro lado, el 14.29% está en desacuerdo y un 14.29% se mantiene neutral, como se observa en la Figura 11. Se concluye que, aunque la mayoría de los encuestados están de acuerdo con el enunciado, un porcentaje significativo manifiesta desacuerdo. Esto indica que las herramientas y maquinarias no están siendo utilizadas de manera eficiente en relación con su tiempo de uso. Este hallazgo es crucial para la elaboración de diagramas reales como VSM y BPMN, ya que permite identificar cuellos de botella, desperdicios y áreas de mejora, contribuyendo al diseño de procesos más eficientes y alineados con las necesidades operativas.

En relación a la pregunta 12, la cual se centra en si los tiempos de ejecución de las actividades están bien definidos para evitar pérdidas de tiempo y dinero, se observa que hay un 35.71% de los encuestados que están algo de acuerdo con esta afirmación y un 42.86% que están totalmente de acuerdo, y un 21.43% que están en un nivel neutro, como se muestra en la

Figura 11. De ello, se concluye que la mayoría de los encuestados están de acuerdo en que los tiempos para ejecutar alguna actividad de un proceso están bien definidos. La falta de un consenso absoluto provoca una deficiente definición y gestión de los periodos empleados para llevar a cabo las tareas, lo que dificulta garantizar una mayor eficiencia y evitar pérdidas de recursos. Esto es factor fundamental para la elaboración del VSM real y realizar las correcciones para el VSM futuro.

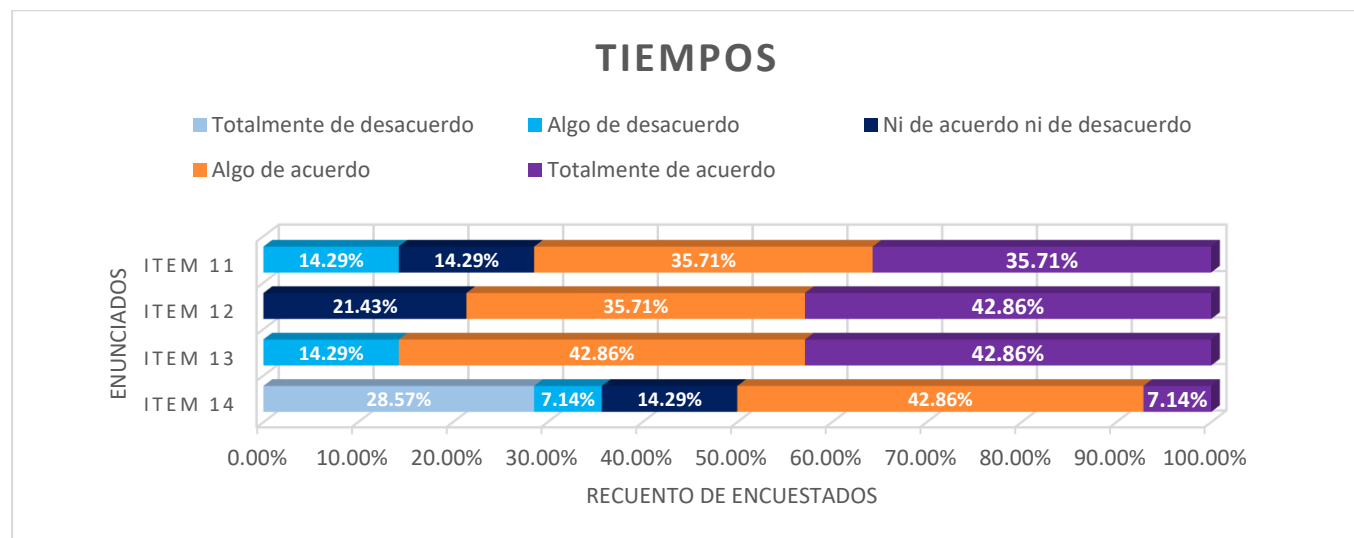
La pregunta 13 se centra en evaluar si se cumple con los tiempos pactados entre el cliente y la empresa constructora para la ejecución de los procesos relacionados con el replanteo del tendido de tuberías y el pintado de muros, en este enunciado un 42.86% está totalmente de acuerdo, un 42.86% están algo de acuerdo y un 14.29% están totalmente de desacuerdo, como se muestra en la Figura 11. De ello, se concluye que existe una división de opiniones entre los encuestados. Aunque una parte significativa está en desacuerdo, esto señala que hay discrepancias en la gestión del tiempo y la coordinación entre las partes involucradas en el proyecto. Este análisis es clave para elaborar diagramas VSM y BPMN, ya que ayuda a identificar discrepancias en la gestión del tiempo y coordinación. Permite detectar cuellos de botella en los flujos de valor (VSM) y modelar procesos más precisos (BPMN), facilitando la optimización de tiempos y mejorando la alineación entre cliente y constructora.

Por último, en relación al enunciado 14, que se refiere al tiempo de ejecución del proyecto en comparación con el plazo establecido por el cliente, se observa que existe un 35.71% de los encuestados que están en un nivel de desacuerdo, un 50% que están en el nivel de acuerdo y un 14.29% se encuentran en un nivel neutral. De ello, se concluye que existe una división de opiniones entre los encuestados. Aunque una parte significativa está de acuerdo, también hay un porcentaje notable que está en desacuerdo. Esto indica que existen discrepancias entre los plazos proyectados y los ejecutados, siendo estos últimos

significativamente mayores a los estimados. Identificar estas diferencias resulta fundamental para diseñar diagramas VSM y BPMN más eficientes en el futuro, optimizando la gestión del tiempo y mejorando la planificación y ejecución de actividades.

Figura 11.

Resultados de la cuarta sección de la encuesta.



4.5.5. Control

Esta sección tiene como objetivo analizar si los tiempos de las actividades se gestionan de manera eficiente, a continuación, se muestran los enunciados 15, 16, 17 y 18 en la Tabla 5.

Tabla 5.

Asignación de ítems a los enunciados 15, 16, 17 y 18.

N°	ITEM	ENUNCIADO
15	ITEM 15	Se ejecuta los procesos acordes a los estándares de calidad establecidos por la empresa constructora y entidad
16	ITEM 16	Se están cumpliendo los tiempos planificados para cada partida según el cronograma establecido
17	ITEM 17	La entidad realiza un control constante del desarrollo de las actividades en campo
18	ITEM 18	La empresa constructora realiza un control constante de las actividades ejecutadas en campo

*Nota. *Fuente: Propia*

Referente al enunciado 15, enfocado en determinar si los procesos se realizan bajo los parámetros de calidad establecidos entre la empresa constructora y la entidad, se observa que la mayoría de los encuestados, un 85.71%, se encuentra en el nivel de acuerdo, mientras que un 7.14% se encuentra en el nivel de desacuerdo, como se muestra en la Figura 12. Esto indica que, aunque la percepción general es positiva respecto al cumplimiento de los estándares de calidad, existe un porcentaje significativo que evidencia oportunidades de mejora en la estandarización de los procesos, lo cual es fundamental para garantizar consistencia y calidad en el trabajo. Esto relaciona los procesos evaluados en el enunciado con la elaboración los diagramas VSM y BPMN, ya que permite mapear de manera precisa las etapas del flujo de valor y modelar los procesos con base en los parámetros de calidad establecidos, identificando áreas específicas que requieren intervención para asegurar su alineación con dichos estándares.

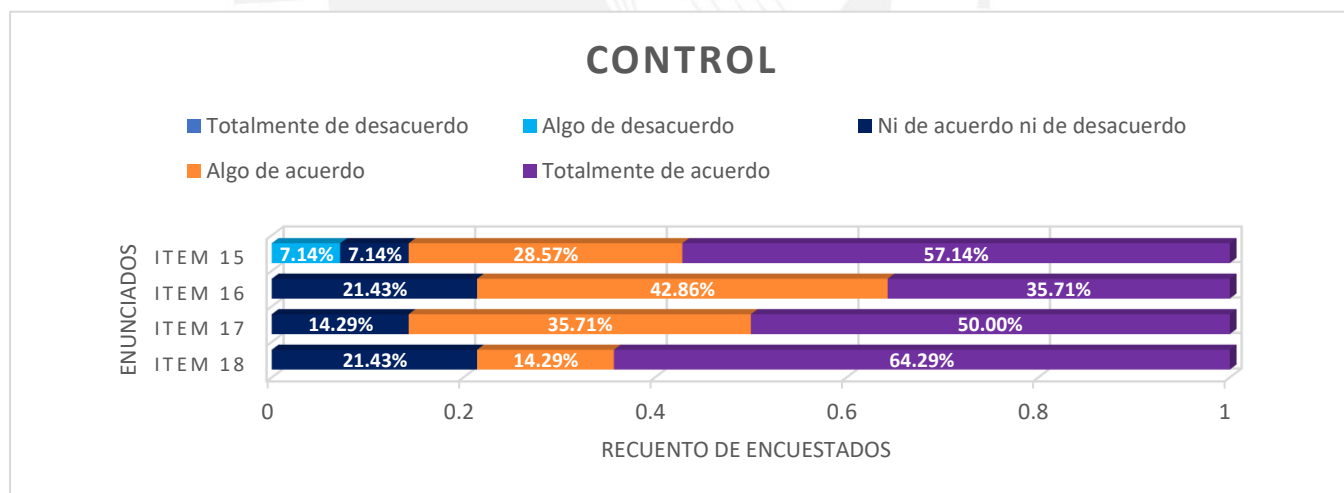
En relación al enunciado 16, que se centra en el cumplimiento de los tiempos de cada actividad, se observa en la Figura 12 que el 78.57% de los encuestados se encuentra en el nivel de acuerdo y un 12.43% está en un nivel neutro. Esto indica que los participantes perciben que los tiempos planificados para cada partida se cumplen de manera eficiente, aunque un porcentaje significativo permanece neutral, lo cual señala áreas con margen de mejora en la gestión de tiempos. Esta información es fundamental para los diagramas VSM y BPMN, ya que permitirá modelar los procesos con un enfoque en la optimización de tiempos, identificando posibles retrasos y ajustando las actividades para garantizar una mayor eficiencia en futuros proyectos.

En cuanto al enunciado 17, que aborda el control por parte del cliente, los encuestados manifestaron estar en diversos grados de acuerdo, desde totalmente de acuerdo un 50% hasta un 35.71% parcialmente de acuerdo, como se muestra en la Figura 12. Por otro lado, en referencia al enunciado 18, relacionada con el control de la ejecución de actividades por parte

de la empresa constructora, los encuestados expresaron estar en el nivel de acuerdo siendo un 85.71% y un 14.29% se mantienen neutrales, como se muestra en la Figura 12. En los enunciados mencionados, existe un alto nivel de acuerdo, respectivamente. No obstante, un porcentaje significativo de encuestados se mantiene en un nivel neutro, lo que sugiere posibles discrepancias en la percepción sobre la supervisión constante de los proyectos. Esta información es clave para los diagramas VSM y BPMN, ya que permite identificar los puntos en los que la interacción entre la empresa constructora y el cliente puede ser optimizada. Incorporar estos hallazgos en los diagramas ayudará a visualizar cómo el control conjunto y la supervisión impactan el flujo de trabajo, promoviendo una mejor comunicación y verificando que las actividades se ejecuten de acuerdo con los lineamientos y metas establecidos.

Figura 12.

Resultados de la quinta sección de la encuesta.



4.5.6. Salidas

Esta sección tiene como objetivo analizar si los tiempos de las actividades se gestionan de manera eficiente, a continuación, se muestran los enunciados 19, 20 y 18 en la Tabla 6.

Tabla 6.

Asignación de ítems a los enunciados 19, 20 y 21.

N°	ITEM	ENUNCIADO
19	ITEM 19	El entregable final cumple con las verificaciones de calidad establecidos por la empresa contratista
20	ITEM 20	El proyecto es entregado exento de observaciones
21	ITEM 21	El plazo de entrega del proyecto es cumplido acorde a lo planificado

Nota. *Fuente: Propia

En relación con la pregunta 19, que indaga si el entregable final cumple con las verificaciones de calidad bien establecidas por parte de la empresa contratista, tal como se aprecia en la Figura 13, el 85.71% de los participantes encuestados indica concordar con la afirmación y un 14.29% se mantiene neutro. Respecto a los procedimientos de verificación de calidad, se concluye que la mayoría está de acuerdo, mientras que un porcentaje significativo se mantiene en una postura neutral. Esto sugiere la posibilidad de deficiencias en la comunicación o en la implementación de dichos procedimientos, lo cual es fundamental para garantizar la calidad en la ejecución del proyecto. Estos hallazgos serán utilizados en los diagramas VSM y BPMN para mapear y modelar los procesos de verificación, permitiendo identificar áreas críticas y optimizar el flujo de control, asegurando así que todas las actividades cumplan con los parámetros de calidad que se contemplan desde el inicio de la planificación hasta la conclusión y entrega del proyecto.

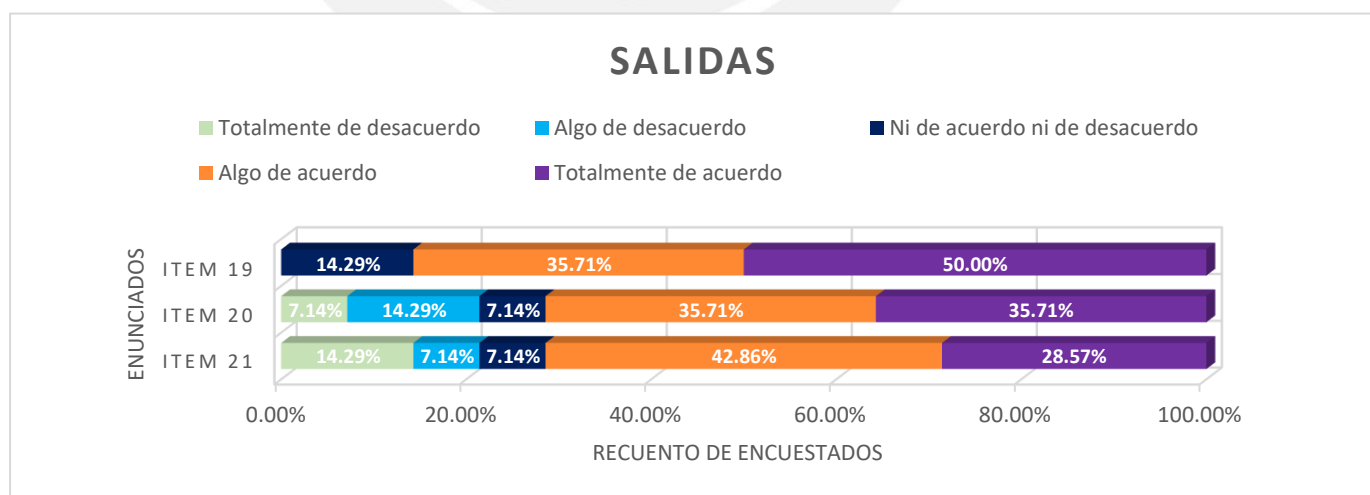
Referente a la pregunta 20, enfocada en si el proyecto es entregado exento de observaciones, se observa en la Figura 13 que un 71.43% de los encuestados está de acuerdo, mientras que un 21.43% se encuentra en desacuerdo y un 7.14% mantiene una postura neutral. En cuanto a la entrega del proyecto sin observaciones, se concluye que, aunque la mayoría percibe que el proyecto cumple con este estándar, el porcentaje de desacuerdo evidencia una oportunidad de mejora para reducir las observaciones durante la entrega final. Estos resultados son clave para la elaboración de los diagramas VSM y BPMN, ya que permiten mapear y modelar las etapas críticas del proceso de entrega, identificando las áreas que generan

observaciones recurrentes. Esto facilitará el diseño de flujos más eficientes y enfocados en garantizar entregables de alta calidad durante todo el ciclo de vida del proyecto, desde su fase inicial hasta su cierre.

Finalmente, en relación con la pregunta 21, centrada en si el plazo de entrega del proyecto se cumple conforme a lo planificado, se observa en la Figura 13 que un 71.43% de los encuestados está de acuerdo, mientras que un 21.43% está en desacuerdo y un 7.14% mantiene una postura neutral. Referente al cumplimiento de los tiempos de entrega, se concluye que, si bien la mayoría percibe que los plazos se respetan, el porcentaje de desacuerdo indica la existencia de problemas relacionados con la gestión del tiempo del proyecto. Estos hallazgos pueden ser incorporados en los diagramas VSM y BPMN para mapear y modelar los flujos de trabajo relacionados con la planificación y cumplimiento de plazos. Esto permitirá identificar cuellos de botella o ineficiencias en la programación de actividades y proponer mejoras que garanticen la entrega del proyecto dentro de los tiempos establecidos.

Figura 13.

Resultados de la sexta sección de la encuesta.



Capítulo 5: Desarrollo de la Propuesta

En este capítulo se presentarán los diagramas actuales de VSM (sección 5.1) y BPMN (sección 5.2), los cuales servirán como base para identificar oportunidades de mejora. A partir de este análisis, se formularán propuestas de optimización que serán integradas en los diagramas futuros de ambas herramientas.

5.1. Elaboración de diagramas Value Stream Mapping (VSM)

En esta sección se desarrollan los diagramas actuales, subsección 5.1.1, correspondientes a los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías de agua fría y pintado de muros. Posteriormente, en la subsección 5.1.2, se plantean las propuestas de mejora junto con los diagramas futuros que reflejan las optimizaciones sugeridas para estos procesos.

5.1.1. Situación Actual

5.1.1.1. Replanteo del tendido de tuberías de agua fría

En este inciso se organiza toda la información recopilada. Inicialmente, se presentan los tiempos de espera, seguidos por los procesos existentes dentro del macroproceso planteado.

- **Tiempos de espera identificados en campo**

Los intervalos identificados en la Figura 14, mediante triángulos representan los períodos de espera que no aportan valor a la actividad en cuestión. A continuación, se detallan estos intervalos y se analizan las razones por las cuales se incurre en dichos tiempos.

1. Es el tiempo de espera que tiene la partida para comenzar, debido a que se hace una revisión de la red de agua fría in situ y el expediente, la duración es 3 días.
2. Este periodo de espera refleja la demora en la aprobación para la propuesta del replanteo de la nueva red por parte del supervisor y la entidad, requiriendo un lapso de 3 días.

3. El tiempo de espera, debido a la aprobación del nuevo diseño de la red de agua fría. Este tiempo si es significativo ya que equivale a 3 días.
4. El tiempo de espera, debido a gestión de recursos, abastecimiento de materiales y designación de personal la duración equivale a 3 días.
5. Representa el tiempo de espera para la selección y traslado de las herramientas necesarias para iniciar el corte de piso cerámico, con una duración de 0.5 hora.
6. Representa el tiempo de espera para la selección y traslado de las herramientas necesarias para iniciar el proceso de excavación de zanja, con una duración de 2 horas.
7. Refleja el tiempo de espera para la selección de herramientas y la rápida verificación de las zanjas para asegurar que no haya piedras u obstáculos, demandando 0.5 hora.
8. Indica el tiempo necesario para verificar rápidamente el llenado adecuado de arena en las zanjas y garantizar la ausencia de terrones o piedras, sin superar los 0.25 hora.
9. Se refiere al tiempo de espera para llevar a cabo una revisión general y rápida de todos los puntos de instalación de accesorios, como filtro antes de realizar la prueba de presión, con una duración de 0.25 hora.
10. Indica el tiempo de espera para una rápida revisión de los accesorios instalados como último filtro, tomando 0.5 hora.
11. Corresponde al tiempo de espera posterior a la inspección del ingeniero supervisor, quien realiza la aprobación, ofrece sugerencias de mejora y prepara la documentación necesaria después de finalizada la prueba de presión, con una duración de 0.25 hora.

12. Representa el tiempo de espera para la selección y traslado de herramientas para comenzar el proceso de subsanado del picado, con una duración de 0.25 hora.
13. Corresponde al tiempo de espera de la identificación de las observaciones sobre el macroproceso del tendido de tuberías, con una duración de 4 horas.
14. Indica el tiempo de espera para la conformidad del macroproceso por parte del supervisor. El tiempo ocupado es de 0.5 día.

- **Procesos de la cadena de valor identificados en campo**

Adicionalmente, se detallan los procesos dentro del diagrama, incluyendo la descripción de cada proceso, su tiempo de ejecución y las cuadrillas involucradas. Además, se consideran los tiempos más desfavorables observados en campo de ambos proyectos, es decir, la duración máxima de cada actividad:

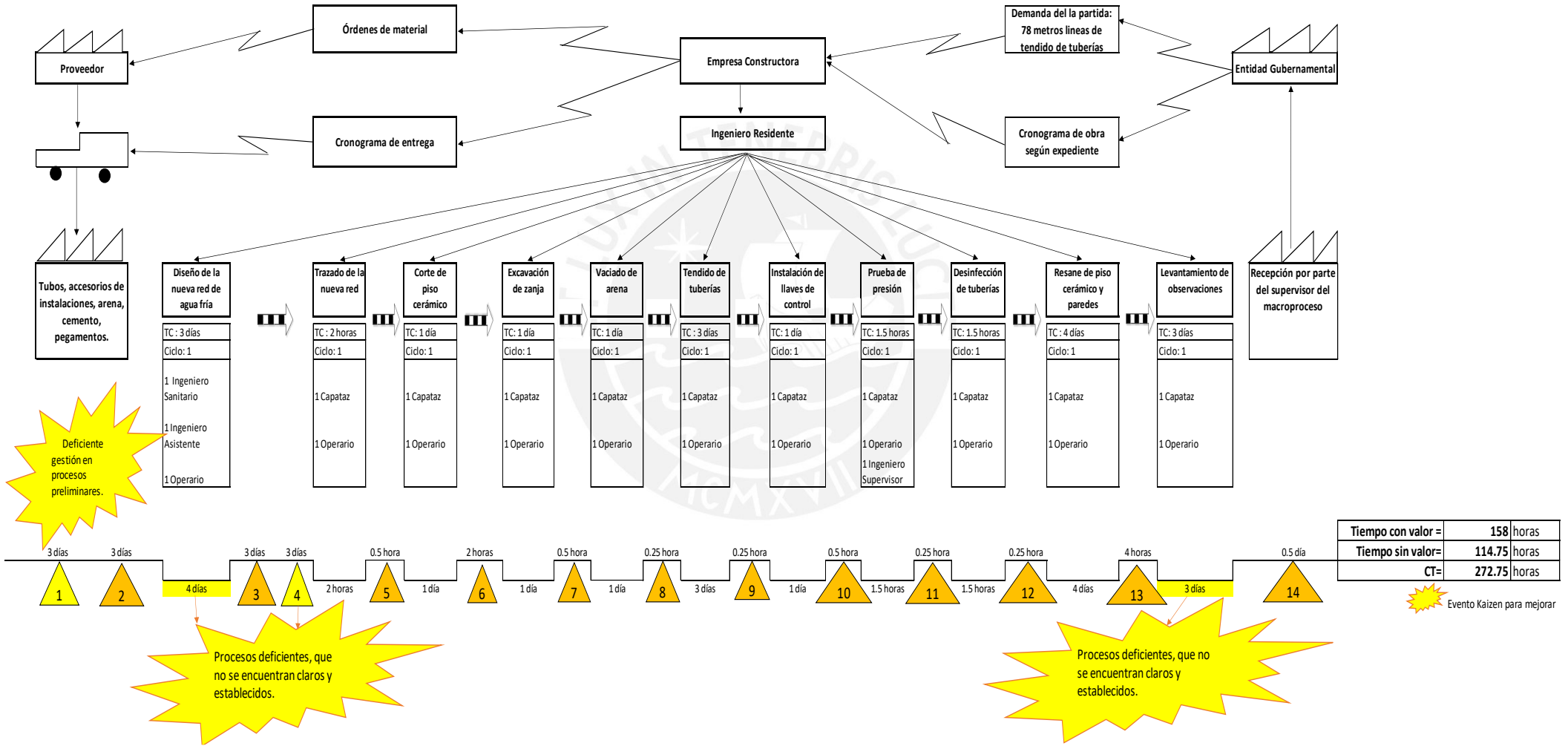
- **Replanteo y diseño de nueva red de agua fría:** Duración de 4 días. Se elabora un modelo preliminar que cumple con la Norma Técnica de Saneamiento Básico (NTS) N° 070-MINSA/DGSP-V.01 por parte del Ingeniero Sanitario y se verifica en campo por parte del capataz para asegurar su viabilidad.
- **Trazado de nueva red:** Se marca en campo el paso de la nueva red de agua fría. La duración más crítica es 2 horas, participan un Capataz y un Operario.
- **Corte de piso cerámico y pared:** Se abre la zanja eliminando piso y pared existente, por donde pasa la tubería, duración más crítica de 1 día, participan un Capataz y un Operario.
- **Excavación de zanja:** Se excava la zanja hasta la una profundidad de 0.30 cm duración más crítica de 1 día, participan un Capataz y un Operario.
- **Vaciado de cama de arena:** Se vacía la arena fina en la zanja hasta un espesor de 0.10 cm. Duración más crítica de 1 día, participan un Capataz y un Operario.

- **Tendido de Tuberías:** Se tiende la tubería de 1/2” con sus accesorios correspondientes (codos, tee, etc.) para los distintos ramales, la duración más crítica de 3 días, participan un Capataz y un Operario.
- **Instalación de llaves de control:** Se instalan las llaves de cada batería, duración más crítica de 1 día, participan un Capataz y un Operario.
- **Prueba de presión:** Se controla la presión con un manómetro, luego de llenar la red con agua, la duración más crítica de 1.5 horas, toda esta actividad en presencia del Ingeniero Supervisor, participan, un Capataz y un Operario.
- **Desinfección de tuberías:** Se llena las tuberías con una solución de hipoclorito de sodio. Duración más crítica de 1.5 horas, participan un Capataz y un Operario.
- **Resane de piso cerámico y paredes:** Se repara el piso y las paredes, la duración más crítica de 4 días, participan un Capataz y un Operario.
- **Levantamiento de observaciones:** Duración de 3 días, se absuelven las observaciones encontradas en la partida por parte del ingeniero supervisor, participan un Capataz y un Operario.

Con esta información sobre los procesos y los tiempos de espera, se aborda la partida de tendido de tuberías, específicamente el caso del replanteo de la nueva red. La Figura 5.1 muestra el diagrama VSM correspondiente, el cual ilustra cada punto mencionado anteriormente. En dicho diagrama, todas actividades realizadas son para un total de 78 metros lineales de tendido de tubería, es el metrado más crítico de ambos proyectos. Además, se identifican los estallidos Kaizen, que representan áreas donde se pueden aplicar mejoras.

Figura 14.

Value Stream Mapping la partida de replanteo de nueva red del tendido de tuberías- Situación Actual.



5.1.1.2. Pintado de muros

En este inciso se organiza toda la información recopilada. Inicialmente, se presentan los tiempos de espera, seguidos por los procesos existentes dentro del macroproceso planteado.

- **Tiempos de espera identificados en campo**

Los intervalos identificados en la Figura 15, mediante triángulos representan los períodos de espera que no aportan valor a la actividad en cuestión. A continuación, se detallan estos intervalos y se analizan las razones por las cuales se incurre en dichos tiempos.

1. Tiempo de espera para la revisión, comparación y ajuste de expediente con la realidad, dura 2 días.
2. Tiempo de espera por la movilización de herramientas a la zona del proyecto, dura 0.5 día.
3. Tiempo de espera por temas de abastecimiento de materiales, dura 3 días.
4. Tiempo de espera para la selección y traslado de herramientas e insumos al área de trabajo para la inspección general del resanado de patologías, dura 0.5 hora.
5. Tiempo de espera para la selección y el transporte de herramientas al área de trabajo para el picado de muros, dura 0.5 hora.
6. Tiempo de espera para la limpieza de las zonas picadas, 1 hora.
7. Tiempo de espera para el secado del resane, selección y traslado de insumos y herramientas para el lijado de muros, dura 1 día.
8. Tiempo de espera para la limpieza de polvo a casusa del lijado, selección y traslado de herramientas y materiales para llevar a cabo el proceso empastado de muros, dura 1 hora.

9. Tiempo de espera para el secado del empastado y la limpieza de polvo a casusa del lijado de la zona empastada, selección y traslado de insumos y herramientas para el lijado, dura 1 día.
10. Tiempo de espera para el secado de los fijadores, selección y traslado de insumos y herramientas para el pintado de muros, además de pruebas de mezcla de pintura acorde a los matices indicados en el expediente, dura 1 día.
11. Tiempo de espera para la realización de las observaciones, dura 0.5 día.
12. Tiempo de espera para la conformidad del macroproceso por parte del supervisor.
El tiempo ocupado es de 0.5 día.

- **Procesos de la cadena valor identificados en campo**

A continuación, se detallan los procesos dentro del diagrama, incluyendo la descripción de cada proceso, su tiempo de ejecución y las cuadrillas involucradas.

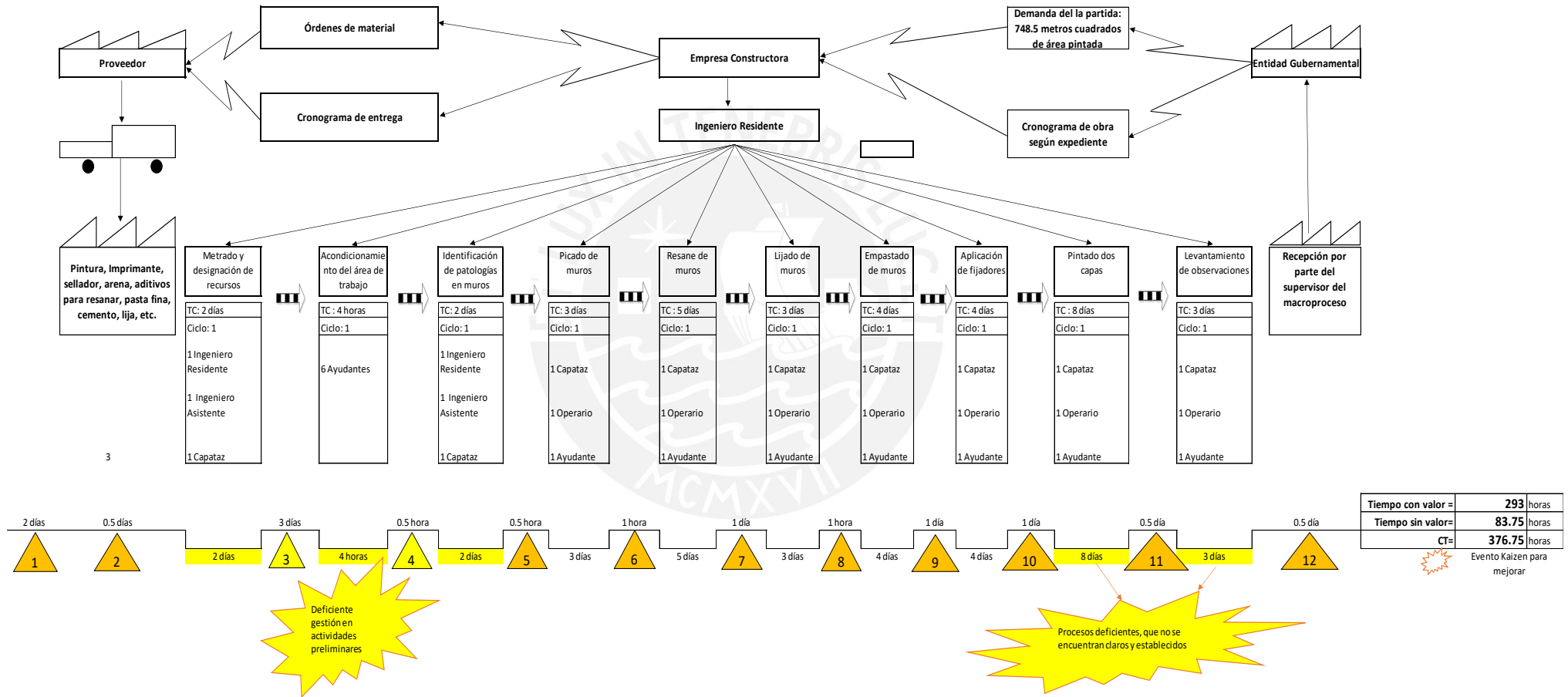
- **Metrado y designación de recursos:** Se realizan los cálculos según el área de trabajo y se designa mano de obra y materiales. Tiempo de ejecución: 2 días, participan 1 Ingeniero Residente, 1 Ingeniero Asistente, y 1 Capataz
- **Acondicionamiento del área de trabajo:** Se retiran objetos que dificulten el desarrollo de los trabajos subsiguientes, para tener un entorno seguro y adecuado. Tiempo de ejecución: 4 horas, participan 6 ayudantes.
- **Identificación de patologías:** Se utiliza un higrómetro, calibre de fisura y lampara UV para detectar rajaduras o humedad y documentarlas. Tiempo de ejecución más crítico: 2 días, participan 1 Ingeniero Residente, 1 Ingeniero Asistente y 1 Capataz.
- **Picado de muros:** Se remueve la zona afectada por humedad o rajaduras prominentes. Tiempo de ejecución más crítico: 3 días, participan 1 Capataz, 1 Operario y 1 Ayudantes.

- **Resane de muros:** Se limpia el área picada y se aplica un aditivo y mortero. Tiempo de ejecución más crítico: 5 días, participan 1 Capataz, 1 Operario y 1 Ayudante.
- **Lijado de muros:** Se lijan uniformemente todas las paredes antes de pintar. Tiempo de ejecución más crítico: 3 días, participan 1 Capataz, 1 Operario y 1 Ayudante.
- **Empastado de muros:** Se aplica una capa uniforme de pasta antes de pintar, además se lija la zona empastada para obtener una superficie uniforme. Tiempo de ejecución más crítico: 4 días, participan 1 Capataz, 1 Operario y 1 Ayudante.
- **Aplicación de fijadores:** Se aplica imprimante y sellador para preparar la superficie antes de pintar. Tiempo de ejecución más crítico: 4 días, participan 1 Capataz, 1 Operario y 1 Ayudante.
- **Pintado dos capas:** Se delimita la zona de pintado y se aplican dos capas de pintura látex satinada. Tiempo de ejecución más crítico: 8 días, participan 1 Capataz, 1 Operario y 1 Ayudante.
- **Levantamiento de observaciones:** Se procede a levantar las observaciones. Tiempo de ejecución más crítico: 3 días, participan 1 Capataz, 1 Operario y 1 Ayudante.

Con esta información sobre los procesos y los tiempos de espera, se aborda la partida de replanteo de la nueva red. En la Figura 15 se presenta el diagrama VSM correspondiente, el cual ilustra cada punto mencionado anteriormente. En dicho diagrama, todas actividades realizadas son para un total de 748.5 metros cuadrados de área pintada, es el metrado más crítico de ambos proyectos. Además, se identifican los estallidos Kaizen, que representan áreas donde se establece una mejora.

Figura 15.

Value Stream Mapping de la partida de Pintura- Situación Actual.

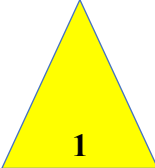
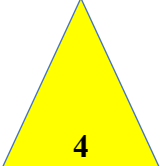


5.1.2. Situación Futuro

5.1.2.1. Análisis de oportunidades de mejora en replanteo de tuberías

Tabla 7.

Diagnóstico de puntos para oportunidades de mejora en replanteo de nueva red tuberías.

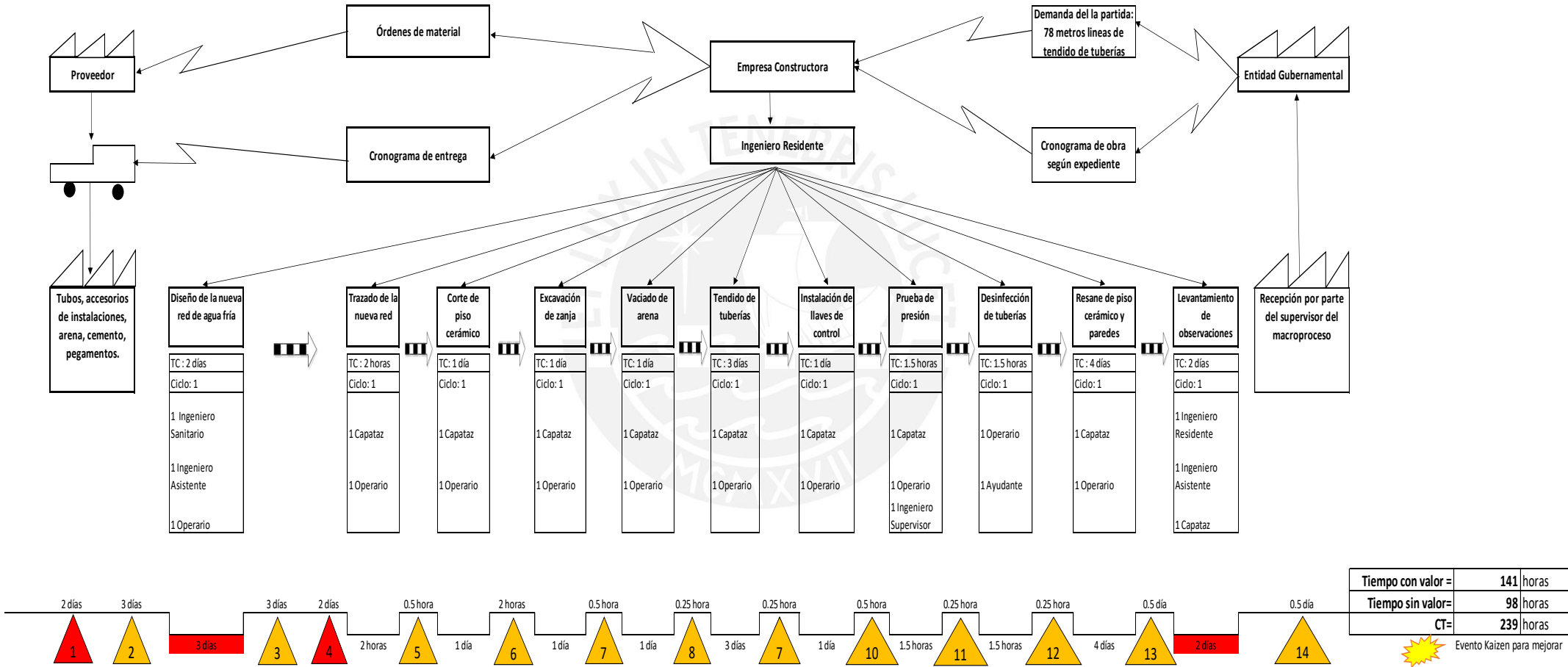
Puntos del diagrama (si / no genera)	Causas y consecuencias de que el tiempo se prolongue	Acciones correctivas
 <p>(No genera valor)</p>	<p>Causa: la prolongación del tiempo del proceso se debe principalmente a la indisposición de los ingenieros y a una coordinación ineficiente. Otros problemas incluyen discrepancias entre el expediente y la realidad, falta de documentación actualizada, dificultades de acceso, interferencias externas, errores humanos y falta de coordinación entre equipos. Consecuencia: Estas causas dificultan la verificación precisa de las instalaciones y la identificación de mejoras, lo que resalta la importancia de un proceso de revisión bien estructurado y un equipo capacitado. Relación con la encuesta anterior: la pregunta N°1 del cuestionario hace referencia a si el expediente técnico refleja la realidad del proyecto, estando un 28.6% en desacuerdo.</p>	<p>Se llevará a cabo una revisión exhaustiva del expediente en campo con los equipos operativo y técnico para verificar el estado de la red de agua fría y detectar errores. Se recopilará información relevante, como fotografías y notas, que respaldarán la elaboración de los RFIs, con el fin de incluirla en el informe con la nueva propuesta. Además, se propondrán soluciones viables para su evaluación por parte de la entidad. Se sugiere implementar un procedimiento claro y eficiente para la gestión de los RFIs, manteniendo un registro detallado de cada uno y asegurando un seguimiento riguroso. La información recopilada se comunicará al Ingeniero Supervisor para su presentación ante la entidad, lo que permitirá reducir el tiempo de procesamiento a 2 días.</p>
 <p>(No genera valor)</p>	<p>Causa: la falta de puntualidad en la provisión de los materiales necesarios y aprobación de las fichas técnicas de estos por parte de la entidad impacta directamente la disponibilidad de recursos en el lugar de trabajo. Consecuencia: este fenómeno conduce a interrupciones en la planificación de actividades y a una gestión inadecuada de los recursos disponibles, generando demoras en la ejecución del proyecto. Además, estos retrasos en las entregas tienen un efecto negativo en la gestión de recursos, lo que obliga a ajustar los cronogramas de trabajo, redistribuir las tareas y, en ocasiones, buscar soluciones alternativas, aunque menos eficientes, para compensar la escasez de materiales. Relación con la encuesta anterior: esto se refleja en la percepción de los encuestados en la pregunta N°4, donde el 14.3% de ellos reporta discrepancias significativas con los plazos de entrega de materiales.</p>	<p>Para abordar los retrasos en las entregas de materiales, se propone implementar un sistema integrado de gestión de proyectos que utilice tecnología y análisis de datos compartidos en tiempo real. Esto mejorará la comunicación con los proveedores mediante canales directos y definidos, facilitando la coordinación en los pedidos y compras de materiales, y permitiendo un seguimiento continuo de su estado para optimizar los tiempos de entrega y reducir el riesgo de retrasos. Diversificar la red de proveedores para aumentar la flexibilidad y resiliencia de la cadena de suministro. Esto ayudará a mitigar retrasos o escasez de materiales, garantizando un suministro constante y adecuado. Para evitar demoras en la aprobación de las fichas técnicas de los materiales, se propone involucrar a los supervisores de las entidades gubernamentales desde las primeras etapas del proceso. Esto permitirá acelerar las revisiones y aprobaciones, evitando retrasos adicionales en la obtención de las autorizaciones necesarias para continuar con las compras y entregas de materiales. Al programar a los proveedores de acuerdo al avance del proyecto, se</p>

		puede minimizar el tiempo de espera por abastecimiento, lo que puede reducirse hasta 2 días.
Diseño de la nueva red de agua fría. (Si genera valor)	Causa: las causas principales del retraso en el tiempo son la falta de experiencia del personal para el replanteo de la nueva red de agua fría, debido a la complejidad en el diseño debido a la topografía ya existente. Consecuencia: el incremento de los plazos en el diseño, debido a la adaptación del diseño a las condiciones del terreno provoca un aumento en los tiempos de excavación, la necesidad de maquinaria especializada y, en algunos casos, la reingeniería de ciertas secciones de la red. Relación la encuesta anterior: esto se rescata de la pregunta N°6 donde se analizó que el 7.1% está en desacuerdo y el 14.3% es neutral, conllevando a concluir que no se contrata personal idóneo para ejecutar las actividades.	La incorporación de un Ingeniero Sanitario con experiencia en el sector salud para el diseño de redes de agua fría en estructuras ya existentes para garantizar que el diseño cumpla con todos los requerimientos, además realizar pruebas y simulaciones del replanteo de la nueva red, involucrando a todos los participantes del proyecto para un diseño óptimo. Luego de ello en campo evaluar el replanteo para garantizar su eficacia y realizar ajustes si fuera necesario. Estas medidas podrían reducir el tiempo a 3 días.
Levantamiento de Observaciones (Si genera valor)	Causa: las causas que hacen que el tiempo se dilate principalmente por el poco control de la resolución del número de observaciones que se encuentren en el proyecto. Consecuencia: el poco control en la resolución de observaciones genera retrasos significativos en el proyecto, ya que no se gestionan de manera oportuna ni priorizada. Esto provoca que los problemas se acumulen y se resuelvan de forma desorganizada, afectando el ritmo de trabajo y el flujo continuo de las actividades dilatando los tiempos de resolución. Relación con la encuesta anterior: esto se rescata de la pregunta N°20 donde se analizó que el 21.4% está en desacuerdo con que el proyecto es entregado exento de observaciones.	Para tener un mejor orden de las observaciones realizadas por la supervisión, se realizará una lista de tareas pendientes para levantar las observaciones, "Punch List", con la finalidad de detallar y categorizar las observaciones según su importancia, además con una supervisión efectiva y continua por todos los involucrados, usando un correcto control de calidad de los materiales necesarios y procesos constructivos. Se reducirá a 2 días.

En el diagrama futuro, todas las actividades realizadas son para un total de 78 metros lineales de tendido de tubería, es el metrado más crítico de ambos proyectos, además se redujo el tiempo de ciclo total (TCT) a 239 horas, de las cuales 98 horas corresponden al tiempo que no genera valor en la partida, mientras que 141 horas corresponden al tiempo que sí genera valor, todo ello se logra evidenciar en la Figura 16 y la Tabla 8. Además, los 4 procesos con reducción de tiempo se muestran en la Tabla 7 y las oportunidades de mejora pertinentes. A continuación, se presenta el diagrama futuro en la Figura 16 del macroproceso del replanteo del tendido de tuberías.

Figura 16.

Value Stream Mapping la partida de replanteo de nueva red del tendido de tuberías- Situación Futura.



Finalmente se muestra en la Tabla 8 una matriz comparativa de los indicadores entre los dos diagramas VSM:

Tabla 8.

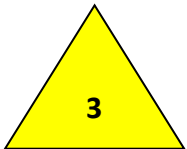
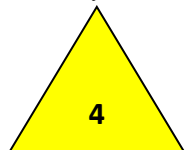
Matriz de comparación de indicadores de VSM del macroproceso de replanteo de tuberías de la situación real y futura.

Indicadores	Descripción	Valor de VSM real	Valor de VSM futuro	Variación
Tiempo de valor Agregado (TVA)	Corresponde al tiempo total de las actividades dentro de la cadena de valor que aportan directamente al producto. Permite cuantificar la duración de los procesos que generan valor en dicha cadena.	158 horas	141 horas	Reducción de 11%
Porcentaje de valor agregado (PVA)	Entrega el porcentaje de tiempo que representa el TVA sobre el TCT. Cuantifica el aprovechamiento total del tiempo en la cadena de valor.	57%	59%	Aumento de 2%
Tiempo que no genera valor	Tiempos usados para actividades de soporte y esperas, es decir que no aportan a la ejecución de la partida	114.75 horas	98 horas	Reducción de 15%
Porcentaje de tiempo que no genera Valor	Entrega el porcentaje de tiempo que representa las actividades que no generan valor sobre el TCT. Cuantifica el desaprovechamiento total del tiempo en la cadena de valor.	43%	41%	Reducción de 3%
Tiempo de ciclo total (TCT)	Tiempo total ejecución de la partida	272.75 horas	239 horas	Reducción de 12%

5.1.2.2. Análisis de oportunidades de mejora en el pintado de muros

Tabla 9.

Diagnóstico de puntos para oportunidades de mejora en el pintado del establecimiento de salud.

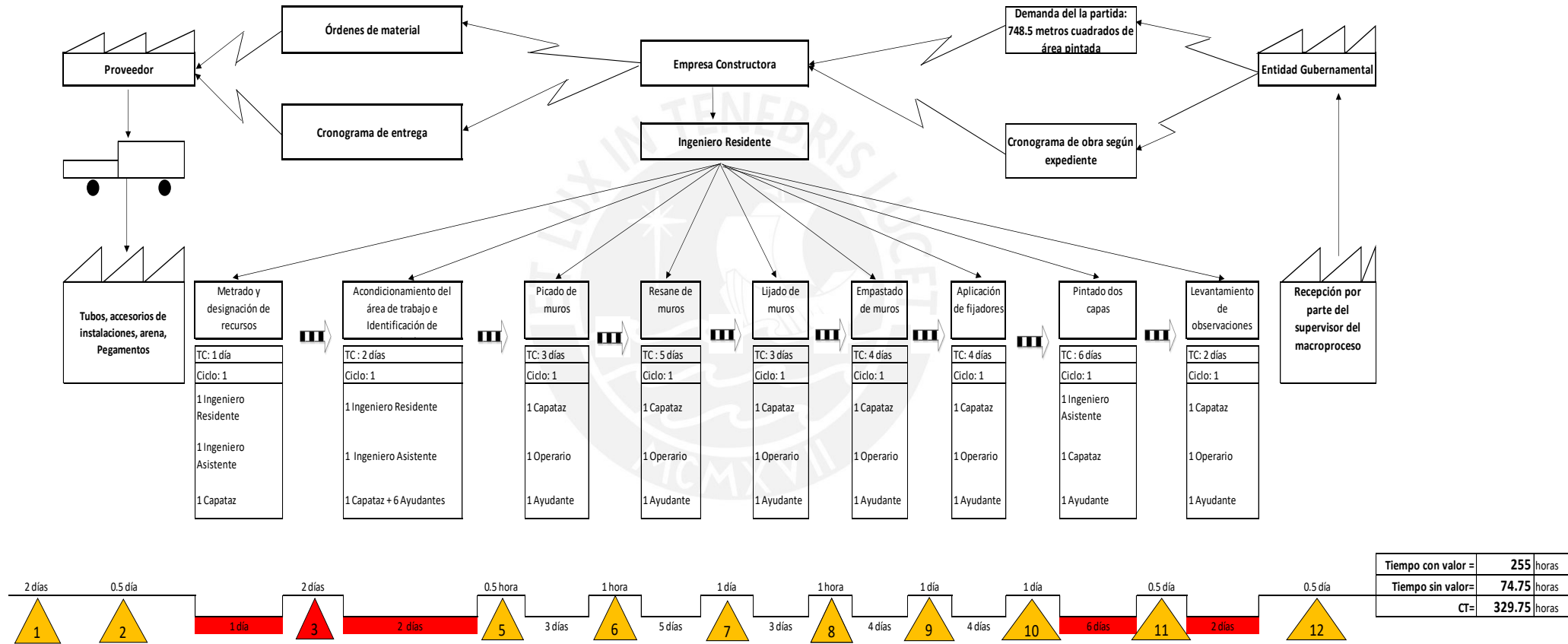
Puntos del diagrama (si / no genera)	Causas y consecuencias de que el tiempo se prolongue	Acciones correctivas
<p>Metrado y designación de recursos</p> <p>(Si genera valor)</p> <p>y</p>  <p>(No genera valor)</p>	<p>Causa: el tiempo limitado para la cuantificación y abastecimiento de materiales, sumado a la responsabilidad adicional del ingeniero residente de coordinar con el supervisor la aprobación de las fichas técnicas y otros aspectos relacionados, genera un cuello de botella en el proceso. La carga de trabajo adicional dificulta la planificación adecuada y la ejecución oportuna de la compra de materiales, lo que puede ocasionar demoras en el suministro, afectando directamente el avance de las actividades en el proyecto. Consecuencia: la falta de experiencia del Ingeniero Asistente conlleva a una mala cuantificación y coordinaciones inadecuadas para el abastecimiento de materiales, ya que estas responsabilidades están delegadas al Ingeniero Residente. La inexperiencia del personal encargado dificulta la correcta estimación de materiales y la gestión eficiente de los suministros, lo que provoca retrasos en la entrega de materiales y desajustes en la ejecución de las actividades. Esto interrumpe el flujo de trabajo y afecta negativamente el progreso del proyecto. Relación con la encuesta anterior: esto se refleja en la percepción de los encuestados en la pregunta N°4, donde el 14.3% de ellos reporta discrepancias significativas con los plazos de entrega de materiales.</p>	<p>Para optimizar los procesos de cuantificación y abastecimiento de materiales, se propone la incorporación de un Ingeniero Asistente con experiencia en cuantificación de recursos. Esto debe contar con personal experimentado en la planificación, garantizando precisión en el metrado y una adecuada asignación de cuadrillas. Al unificar las responsabilidades del Ingeniero Residente y el Ingeniero Asistente, se reducirán los errores de cálculo y se mejorará la gestión de suministros. Esto permitirá una planificación más eficiente, generando órdenes de compra al inicio de cada actividad, asegurando la disponibilidad oportuna de materiales y su cumplimiento con los estándares de calidad del proyecto. Como resultado de esta mejora, se reducirá significativamente el tiempo de ejecución, con el metrado en 1 día y la gestión del triángulo N°3 en 2 días.</p>
<p>Acondicionamiento del área de trabajo (Si genera valor)</p> <p>y</p>  <p>(No genera valor)</p> <p>e</p> <p>Identificación de patologías en muros</p>	<p>Causa: la mala planificación, la falta de coordinación y de comunicación efectiva entre los responsables del acondicionamiento del área de trabajo y la cuadrilla de identificación de patologías puede afectar la ejecución fluida de las tareas y mitigar los tiempos de espera entre el flujo de actividades, generando que los tiempos de los trabajos no contributivos no se reduzcan. Consecuencia: No permite reducir los tiempos de espera entre las distintas etapas del proceso. Como resultado, los tiempos de los trabajos no contributivos no se ven acortados, afectando negativamente la eficiencia general del proyecto. Relación con la encuesta anterior: esto se rescata de la pregunta N°10 donde se analizó que más del 90% de encuestados mencionan que existen procesos que no aportan valor; y la pregunta N°12 donde se analizó que el 21.4% se mantiene neutral a que los tiempos de una actividad están bien definidos.</p>	<p>Acción correctiva: Se propone una planificación detallada que coordine el inicio simultáneo de las actividades de acondicionamiento del área de trabajo y la identificación de patologías. Esto implica organizar las tareas de manera que un equipo pueda realizar el acondicionamiento (como el desalojo de mobiliario) mientras el otro equipo trabaja en la identificación de patologías en áreas no afectadas, como los muros externos. La planificación debe definir claramente los tiempos, recursos y responsabilidades de cada equipo, asegurando que ambas actividades se ejecuten sin interferencias ni tiempos muertos, optimizando así los recursos y reduciendo los tiempos a 1.5 días.</p>
<p>Pintado dos capas (Si genera valor)</p>	<p>Causa: Los problemas en el pintado de dos capas en la construcción se originan principalmente en una preparación inadecuada de la superficie, como un resane incorrecto que genera muros desnivelados y un lijado irregular. Además, una aplicación incorrecta de la primera</p>	<p>Se propone una supervisión constante de todas las actividades para garantizar un control de calidad más estricto en la uniformidad de las paredes y la correcta aplicación de la pintura. Antes de</p>

	<p>capa y tiempos de secado insuficientes entre capas contribuyen a un acabado deficiente. También el uso de una técnica de aplicación incorrecta, dificultan aún más la obtención de un acabado uniforme y de buena adherencia. Consecuencia: Estas deficiencias en la preparación y aplicación de la pintura resultan en un acabado no uniforme, con problemas de adherencia y durabilidad de la pintura. Como consecuencia, es necesario aplicar más de dos capas de pintura para lograr la uniformidad deseada, lo que incrementa el tiempo de trabajo y los costos. Además, la calidad y la resistencia de la pintura se ven comprometidas, lo que afecta tanto la estética como la longevidad del trabajo realizado. Relación con la encuesta anterior: esto se rescata de la pregunta N°15 donde se analizó que el 14.2% de encuestados están en desacuerdo con que los procesos se ejecutan acorde a los estándares de calidad establecidos.</p>	<p>aplicar la segunda capa, el Ingeniero Residente deberá realizar una revisión exhaustiva para evitar retrabajos debido a zonas no uniformes o porosas. Además, se implementará un control de calidad durante el resane y lijado de muros, asegurando superficies lisas y uniformes, lo que reducirá la necesidad de retrabajos. El Ingeniero Residente validará cada una de estas actividades (resane, lijado y aplicación de la primera capa de pintura) antes de continuar con la siguiente fase, permitiendo así reducir la duración total de la actividad en hasta 6 días.</p>
<p>Levantamiento de Observaciones (Si genera valor)</p>	<p>Causa: las imperfecciones en el pintado de las paredes están relacionadas principalmente con la realización de actividades en paralelo a la pintura, como el mantenimiento de puertas y ventanas, la reparación o mantenimiento del cielo raso, y la instalación de accesorios sanitarios como lavaderos, grifos, entre otros. Estas actividades pueden generar manchas, roces o daños en las superficies recién pintadas, comprometiendo la uniformidad del acabado. Además, la limpieza general para eliminar manchas de pintura, así como el mal pegado de letreros, contribuyen también al deterioro de las paredes. Consecuencia: estas actividades simultáneas incluyen imperfecciones visibles en las paredes, como manchas, rayones o áreas deterioradas debido al contacto con otros elementos en el proceso de mantenimiento. El mal pegado de letreros y las manchas de pintura que persisten después de la limpieza afectan la estética del trabajo final, y las actividades previas mal ejecutadas en paralelo a la pintura generan inconsistencias en la superficie que requieren retrabajos para corregirlas, afectando así la calidad y la duración de la obra. Relación con la encuesta anterior: esto se rescata de la pregunta N°20 donde se analizó que el 21.4% está en desacuerdo con que el proyecto es entregado exento de observaciones.</p>	<p>Se propone un proceso estructurado que incluya la identificación, corrección y validación de las zonas perjudicadas en el proyecto, con la creación de una lista detallada de puntos a subsanar y la colocación adecuada de señaléticas de advertencia como "Recién Pintado". Este proceso debe estar bajo una supervisión continua del equipo técnico y operativo, garantizando que el Ingeniero supervisor apruebe cada fase antes de avanzar. La implementación de esta estrategia permitirá reducir las imperfecciones causadas por actividades paralelas, como el mantenimiento de puertas, ventanas o la instalación de accesorios sanitarios, y optimizará el tiempo necesario para estas actividades, reduciéndolo a 2 días, lo que mejorará la eficiencia y asegurará la calidad del trabajo final.</p>

En el diagrama futuro, todas las actividades realizadas son para un total de 748.5 metros cuadrados de pintura, es el metrado más crítico de ambos proyectos, además se logró reducir el tiempo de ciclo total (TCT) es de 329.75 horas, 74.75 horas corresponden al tiempo que no genera valor en la partida, mientras que 255 horas al tiempo que sí genera valor. A continuación, se presenta el diagrama futuro en la Figura 17 del macroproceso de pintado de muros de albañilería.

Figura 17.

Value Stream Mapping de la partida de Pintura- Situación futura.



Finalmente se muestra en la Tabla 10 una matriz comparativa de los indicadores entre los dos diagramas VSM:

Tabla 10.

Matriz de comparación de indicadores de VSM del macroproceso de pintura de la situación real y futura.

Indicadores	Descripción	Valor de VSM real	Valor de VSM futuro	Variación
Tiempo de valor Agregado (TVA)	Suma de tiempos de la cadena de valor en los que se agrega valor al producto. Cuantifica el tiempo que agrega valor a la cadena.	293 horas	255 horas	Reducción de 13%
Porcentaje de valor agregado (PVA)	Entrega el porcentaje de tiempo que representa el TVA sobre el TCT. Cuantifica el aprovechamiento total del tiempo en la cadena de valor.	78%	77%	Reducción de 1%
Tiempo que no genera valor	Tiempos usados para actividades de soporte y esperas, es decir que no aportan a la ejecución de la partida	83.75 horas	74.75 horas	Reducción de 11%
Porcentaje de tiempo que no genera Valor	Entrega el porcentaje de tiempo que representa las actividades que no generan valor sobre el TCT. Cuantifica el desaprovechamiento total del tiempo en la cadena de valor.	22%	23%	Aumento de 2%
Tiempo de ciclo total (TCT)	Tiempo total ejecución de la partida	376.75 horas	329.75 horas	Reducción de 12%

5.2. Elaboración de diagramas BPMN

5.2.1. Situación Actual

a) Replanteo del tendido de tuberías de agua fría

En la Figura 18 se representa el macroproceso de tendido de tuberías, en el cual se involucran múltiples procesos en los que varios actores desempeñan funciones críticas. Estos procesos han sido agrupados en tres fases, acorde al avance del proyecto. La primera etapa marcada por recuadros de color marrón, denominada ‘Preliminar’, donde se lleva a cabo toda la documentación, y gestión de materiales y recursos necesarios para la iniciación del proyecto;

la segunda etapa, identificada con recuadros en color celeste y conocida como ‘Desarrollo’, abarca la ejecución de las actividades clave del proyecto. Durante esta fase se ejecutan actividades vinculadas a la puesta en marcha, organización y control de los procesos definidos en la etapa previa; la tercera etapa, señalada con recuadros de color verde y conocida como ‘Cierre’, está dedicada a concluir el proyecto. En esta fase se llevan a cabo acciones como revisar los entregables, evaluar los resultados alcanzados y completar la documentación necesaria, garantizando que todo esté alineado con los objetivos establecidos. Además, existen puntos de inicio y de finalización claramente definidos en este macroproceso. Los puntos fundamentales para la modelación de los diagramas BPMN se detallan en el Anexo 6.1, específicamente en la Tabla 27.

b) Macroproceso de pintado de muros

En la Figura 19 se representa el macroproceso de tendido de tuberías, en el cual se involucran múltiples procesos en los que varios actores desempeñan funciones críticas. Estos procesos han sido agrupados en tres fases, acorde al avance del proyecto. La primera etapa marcada por recuadros de color marrón, denominada ‘Preliminar’, donde se lleva a cabo toda la documentación, y gestión de materiales y recursos necesarios para la iniciación del proyecto; la segunda etapa, identificada con recuadros en color celeste y conocida como ‘Desarrollo’, abarca la ejecución de las actividades clave del proyecto. Durante esta fase se ejecutan actividades vinculadas a la puesta en marcha, organización y control de los procesos definidos en la etapa previa; la tercera etapa, señalada con recuadros de color verde y conocida como ‘Cierre’, está dedicada a concluir el proyecto. En esta fase se llevan a cabo acciones como revisar los entregables, evaluar los resultados alcanzados y completar la documentación necesaria, garantizando que todo esté alineado con los objetivos establecidos. Además, existen puntos de inicio y de finalización claramente definidos en este macroproceso.

Diagrama del macroproceso: Replanteo del tendido de tuberías

Figura 18.

Diagrama del Business Process Management and Notation (BPMN) del macroproceso de replanteo del tendido de Tuberías – Situación actual.

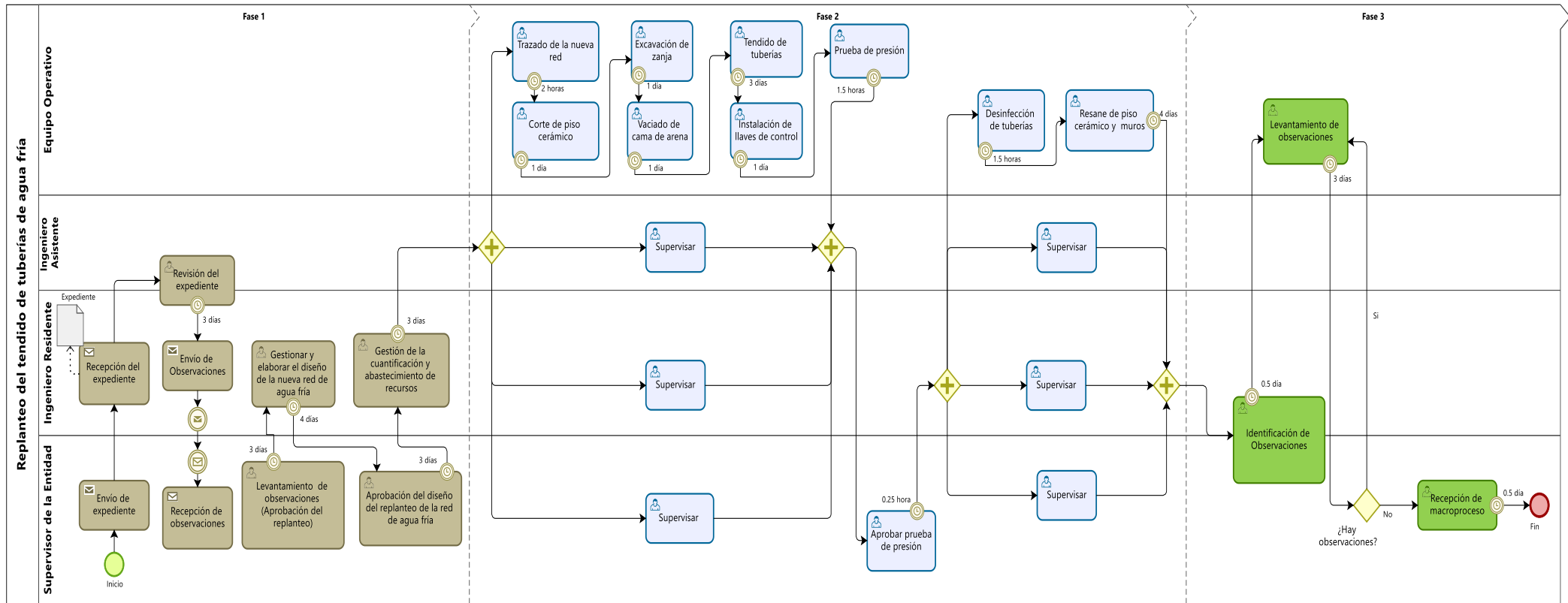
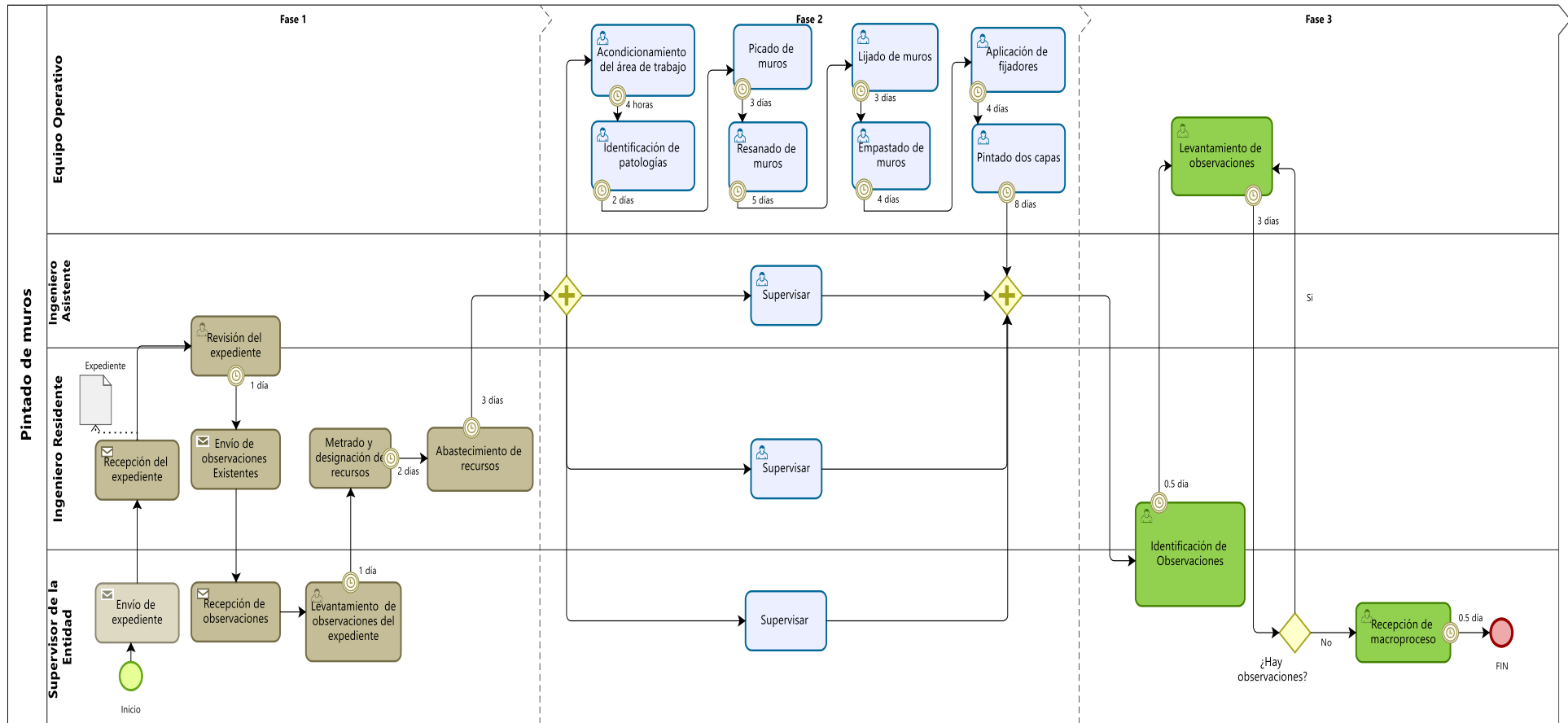


Diagrama del macroproceso: Pintado de muros.

Figura 19.

Diagrama del Business Process Management and Notation (BPMN) de la partida pintura – situación actual.



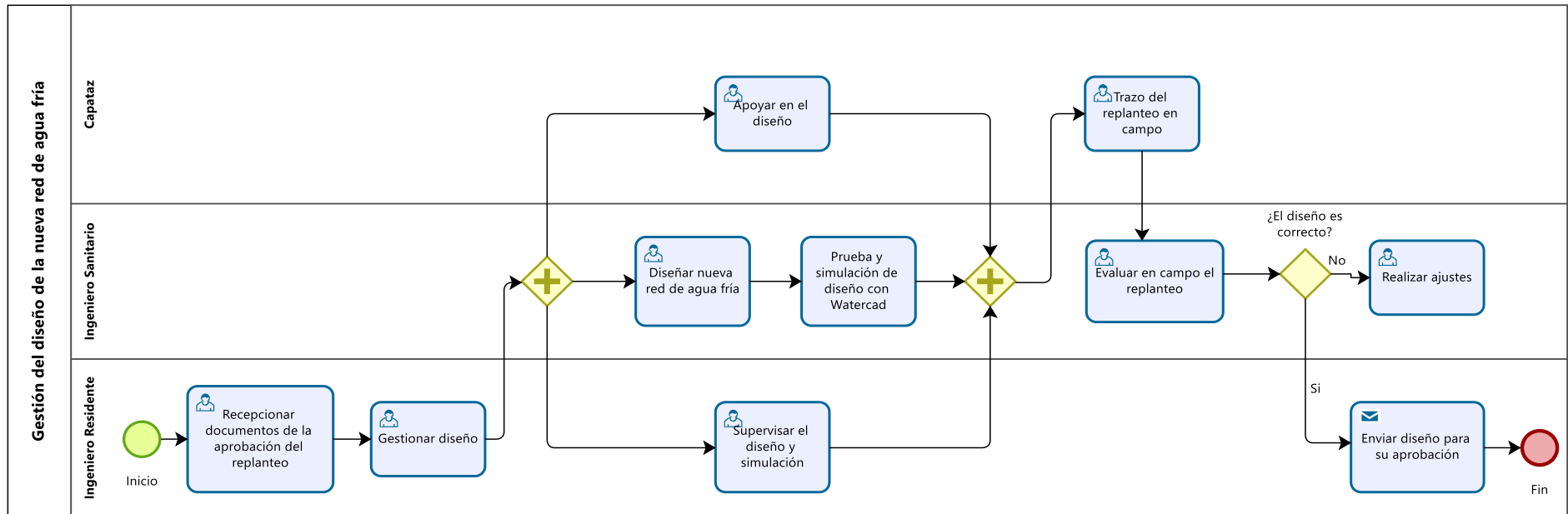
5.2.2. Situación Futuro

a) Análisis de oportunidades de mejora del macroproceso de replanteo de la red de agua fría.

A continuación se presenta la Figura 20, se describe el proceso mejorado de verificación del expediente en campo, tal como se menciona en la Tabla 7, sección 1.

Figura 20.

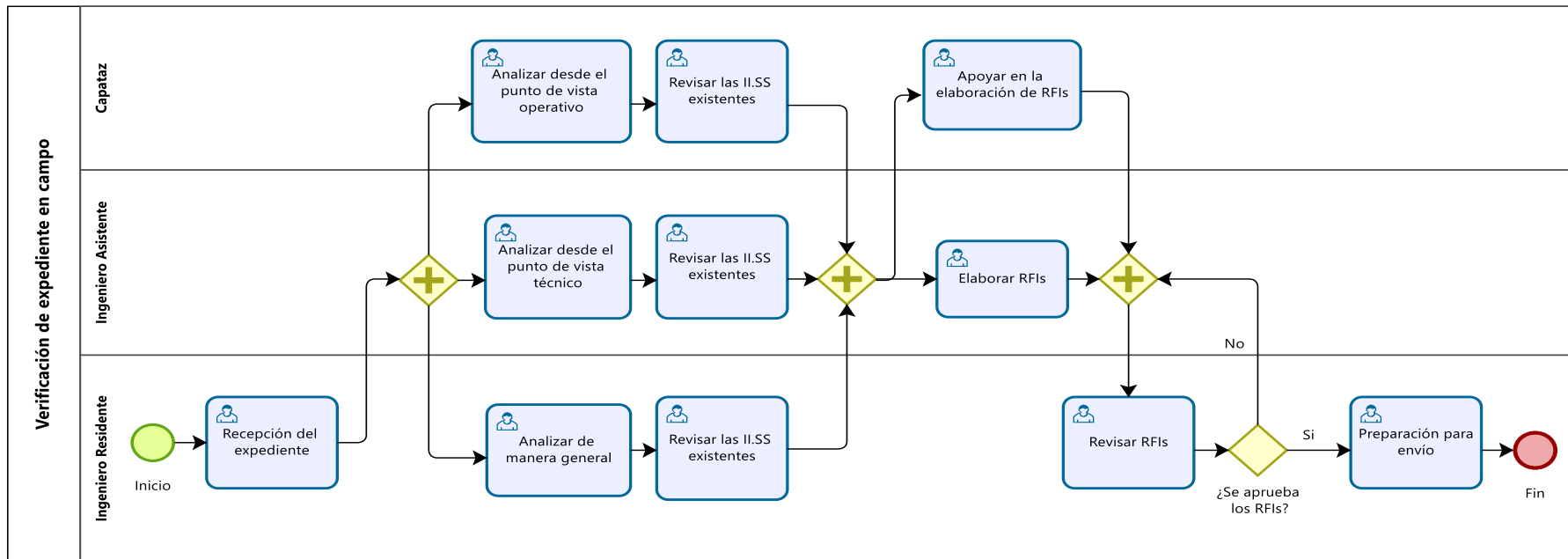
Diagrama del subproceso de revisión del expediente en campo.



A continuación se presenta la Figura 21, se describe el proceso mejorado de la gestión del diseño de la nueva red, tal como se menciona en la Tabla 7, sección 2.

Figura 21.

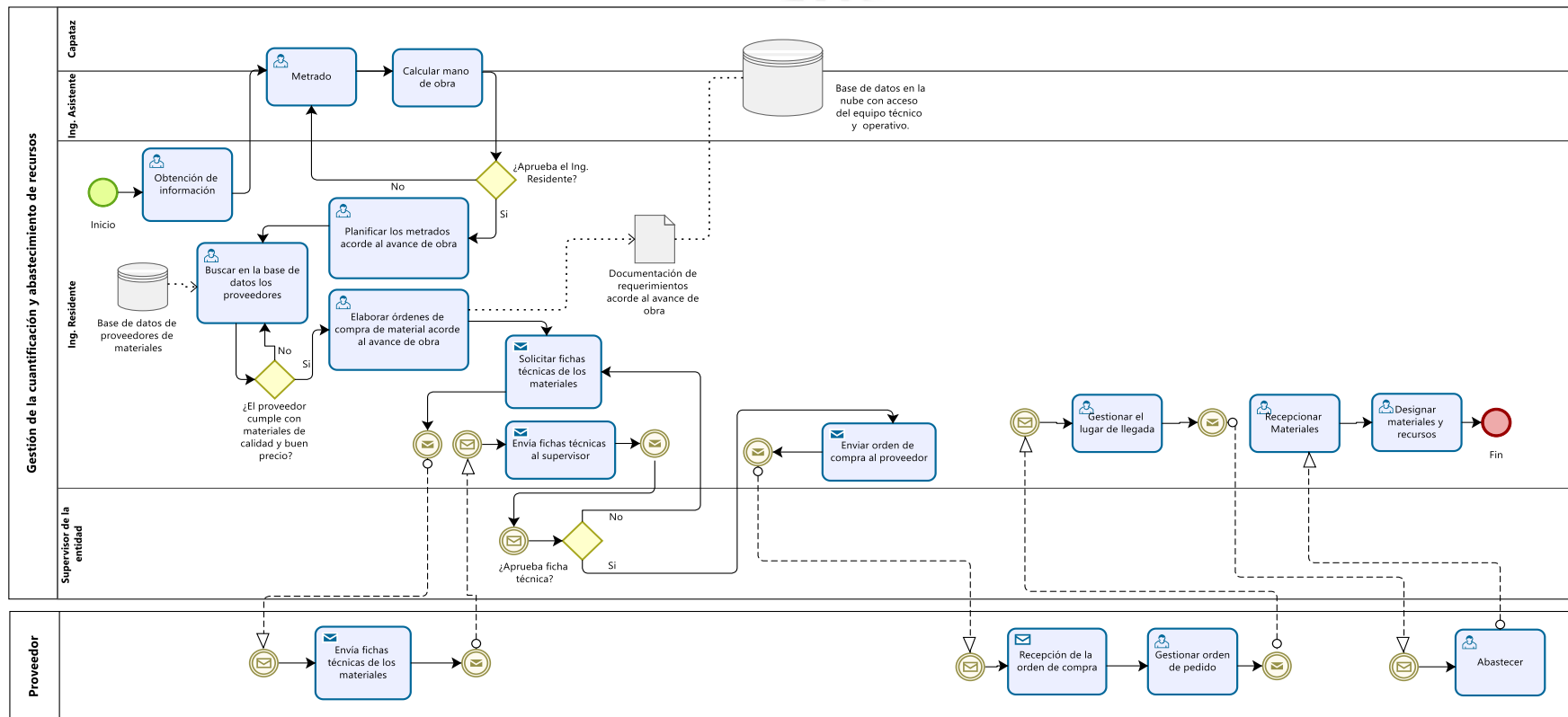
Diagrama del subproceso de gestión del diseño de la nueva red.



A continuación, se presenta la figura 5.9, se describe el proceso mejorado de la gestión de materiales y recursos, tal como se menciona en la Tabla 7, sección 3.

Figura 22.

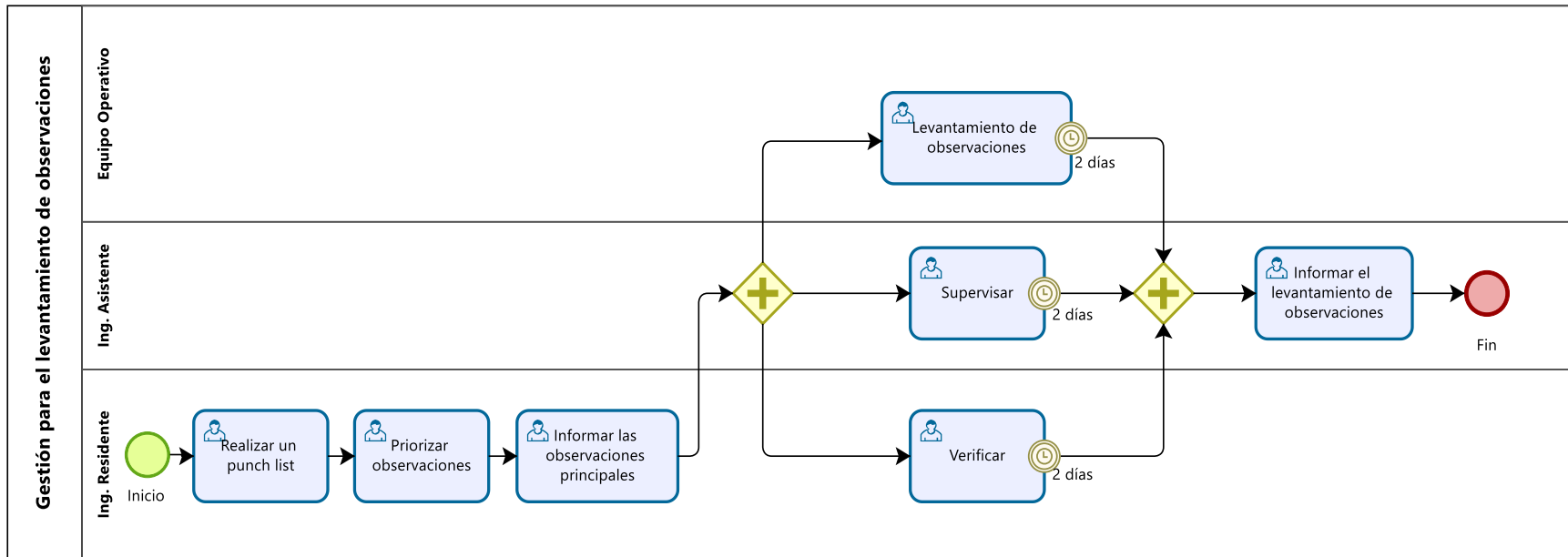
Diagrama del subproceso de gestión de materiales y recursos.



A continuación se presenta la figura 5.10, se describe el proceso mejorado de levantamiento de observaciones, tal como se menciona en la Tabla 7, sección 4.

Figura 23.

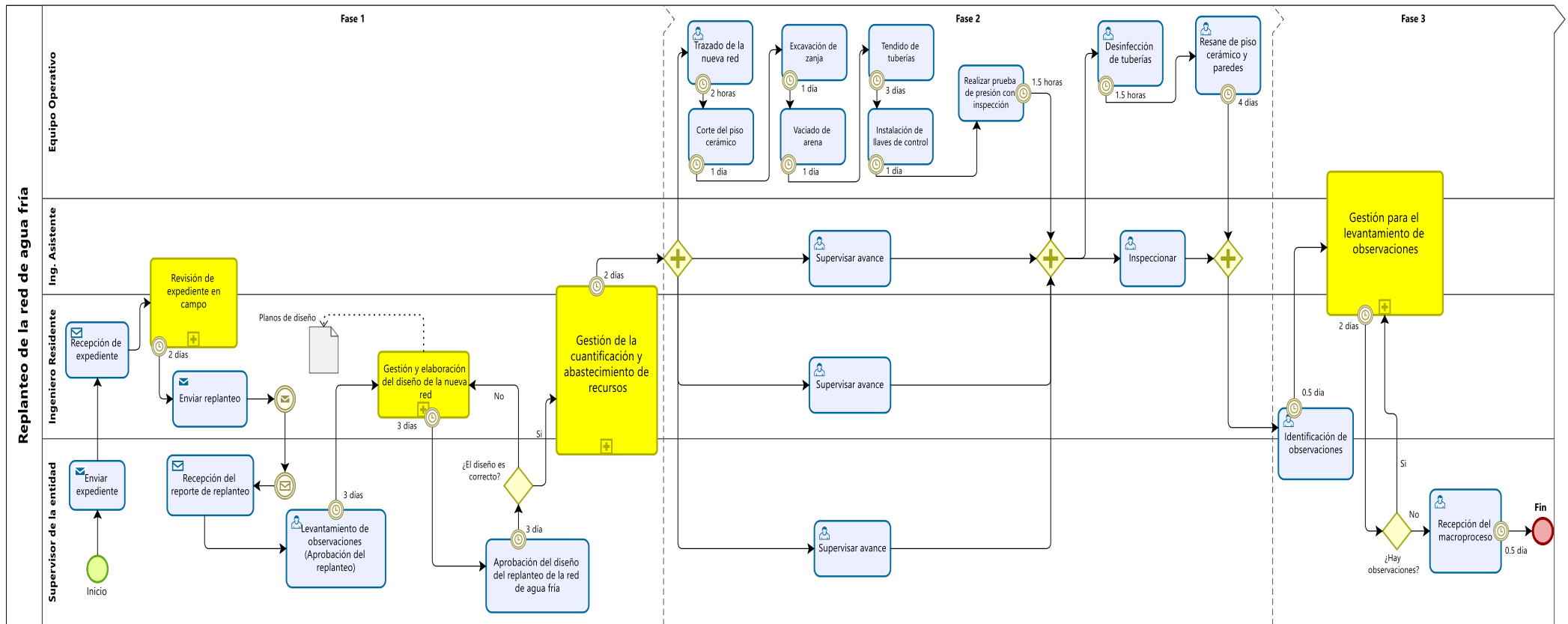
Diagrama del subproceso de gestión de materiales y recursos.



Finalmente, en la Figura 24 se presenta el diagrama futuro con las oportunidades de mejora desarrolladas y se remarcan con color amarillo.

Figura 24.

Diagrama del Business Process Management and Notation (BPMN) del macroproceso de replanteo del tendido de Tuberías - Situación Futura.

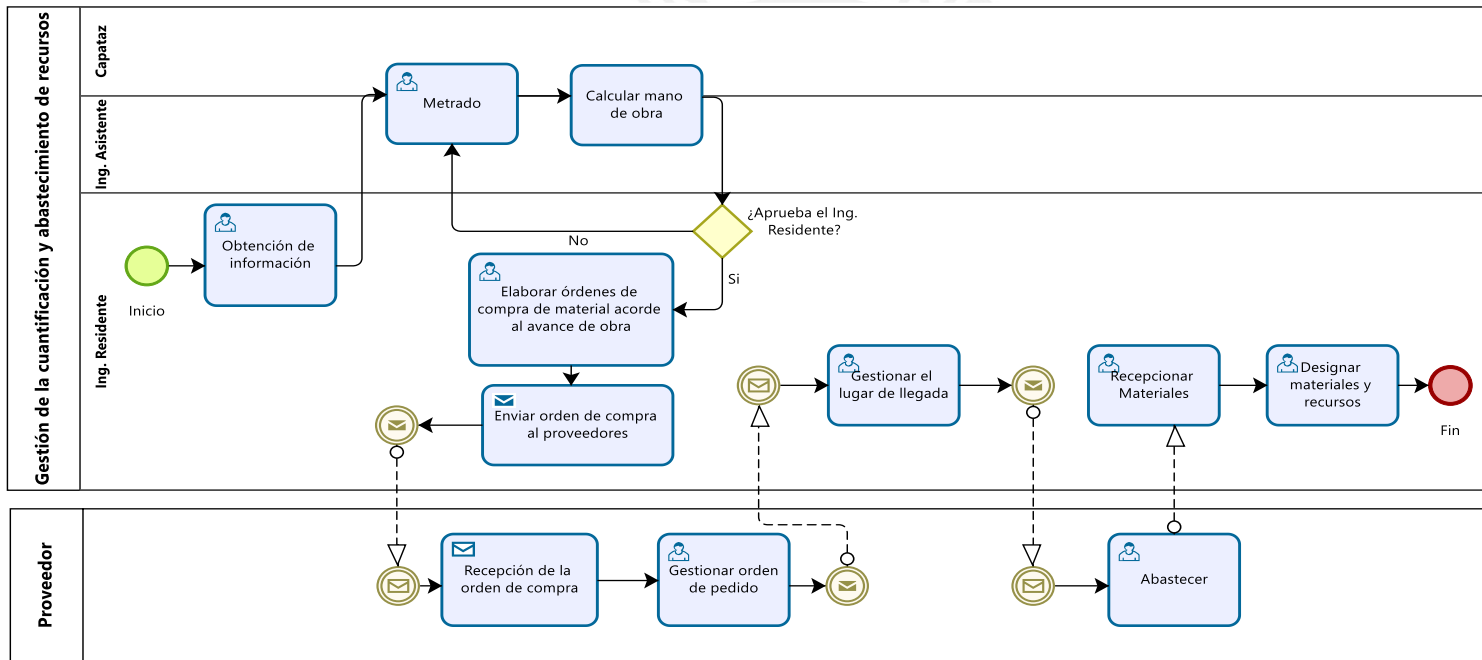


b) Análisis de oportunidades de mejora del macroproceso de pintado de muros.

A continuación, se presenta la Figura 25, se describe el proceso mejorado de la gestión de materiales y mano de obra, tal como se menciona tabla 9, sección 1.

Figura 25.

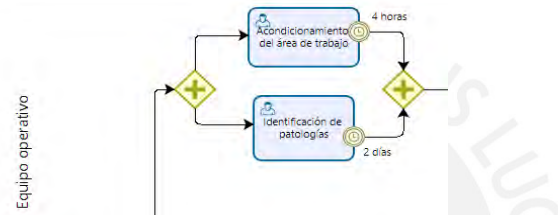
Diagrama del subproceso del metrado, gestión de materiales y mano de obra.



A continuación, se presenta la Figura 26, se describe el proceso mejorado del acondicionamiento del área de trabajo e identificación de patologías, tal como se menciona en la Tabla 9, sección 2.

Figura 26.

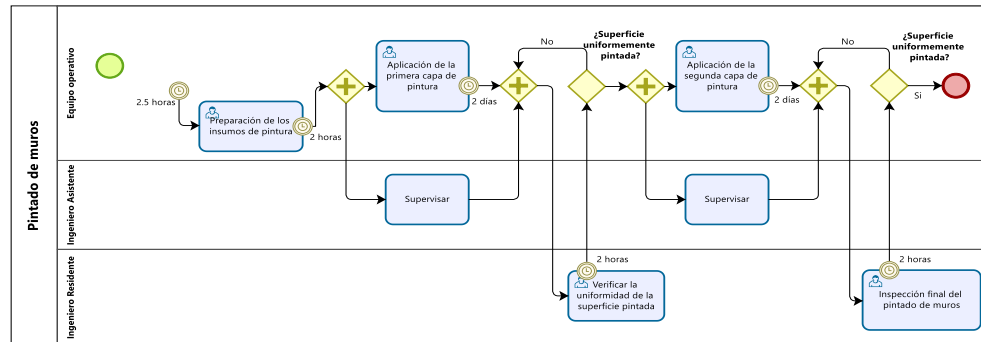
Diagrama del subproceso del acondicionamiento del área de trabajo e identificación de patologías.



A continuación, se presenta la Figura 27, se describe el proceso mejorado del pintado dos capas, tal como se menciona en la tabla 5.2, sección 3.

Figura 27.

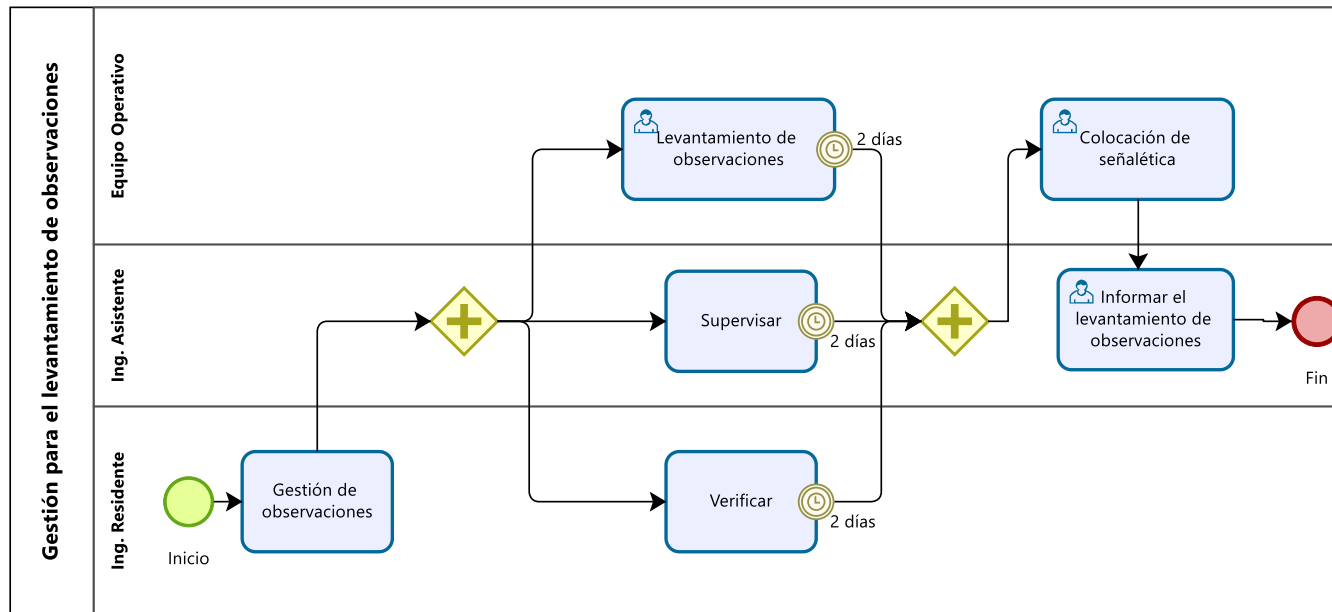
Diagrama del subproceso mejorado del pintado dos capas.



A continuación, se presenta la figura 5.15, se describe el proceso mejorado del levantamiento de observaciones, tal como se menciona en la Tabla 9, sección 4.

Figura 28.

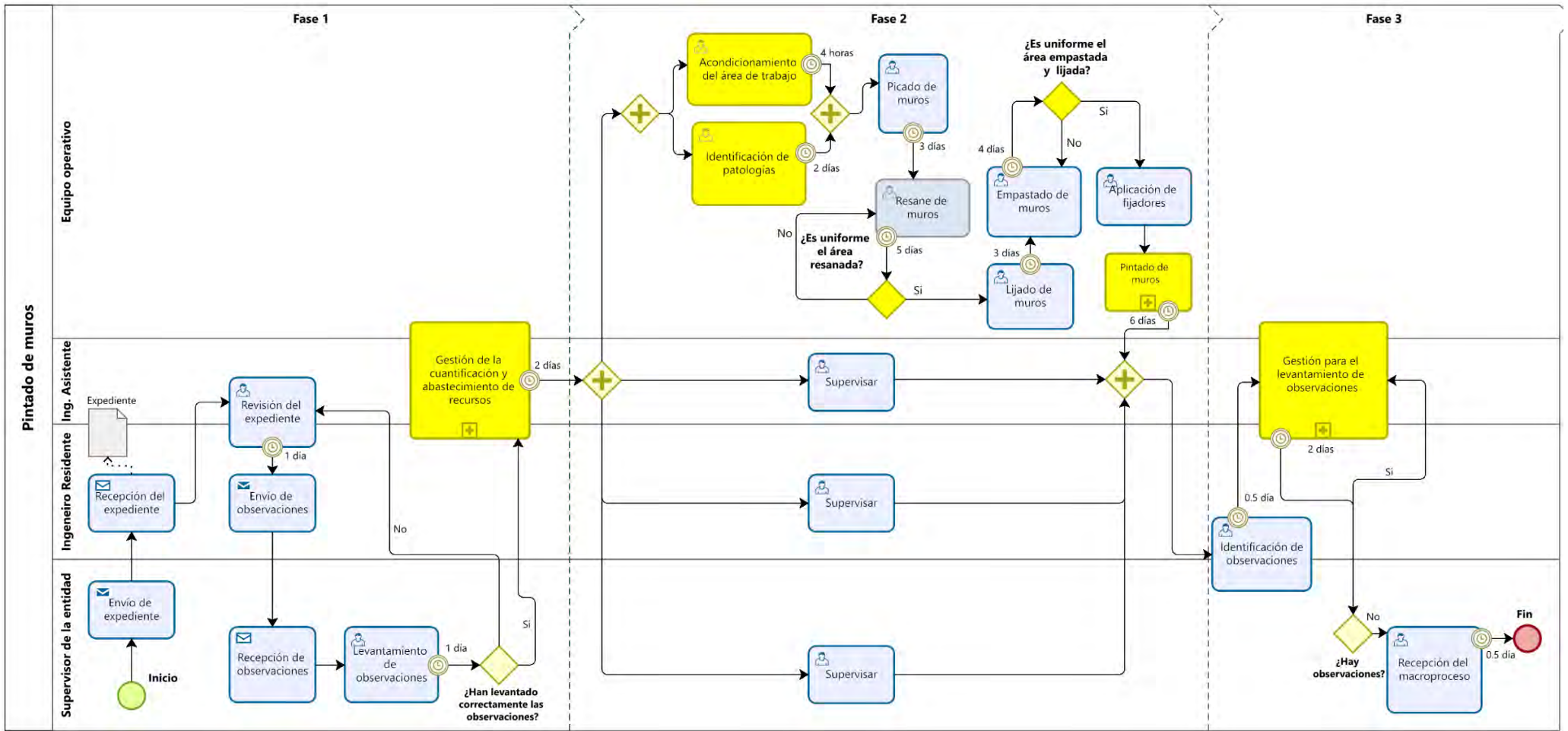
Diagrama del subproceso del levantamiento de observaciones.



Finalmente, en la Figura 29 se presenta el diagrama futuro con las oportunidades de mejora desarrolladas y se remarcan con color amarillo:

Figura 29.

Diagrama del Business Process Management and Notation (BPMN) del macroproceso de pintado de muros - Situación Futura.



Capítulo 6: Método Delphi

En este capítulo, se valida las propuestas futuras de mejora sobre la aplicación de las herramientas VSM y BPMN en dos macroprocesos: el replanteo del tendido de tuberías y el pintado de muros. A través de dos rondas de consulta estructurada, un grupo de expertos evalúa y aporta retroalimentación sobre los diagramas propuestos, permitiendo ajustar y optimizar las mejoras planteadas de manera fundamentada y colaborativa.

6.1. Juicio de Expertos

El panel de expertos seleccionado para la aplicación del método Delphi está conformado por cinco profesionales con diversos perfiles. A continuación, se presentan los detalles de los expertos seleccionados.

6.1.1. Perfil de los profesionales

El panel de expertos seleccionado para la aplicación del Método Delphi está conformado por Ingenieros Civiles con más de diez años de experiencia en construcción, supervisión y gerencia de proyectos. Ellos poseen maestrías en gestión de proyectos, diseño de procesos y metodologías de mejora continua, están capacitados para evaluar de manera crítica las propuestas de mejoras planteadas en los diagramas de VSM y BPMN, lo cual optimiza el flujo de procesos, asegurando estándares de calidad y eficiencia. Su experiencia en liderazgo, toma de decisiones estratégicas y análisis crítico les permite identificar consensos y disensos entre los expertos, promoviendo discusiones fundamentadas que enriquecen el proceso. Además, gracias a su conocimiento en innovación, gestión de riesgos y viabilidad de proyectos, están preparados para formular recomendaciones prácticas y analizar la factibilidad técnica, económica y operativa de las mejoras propuestas, garantizando resultados efectivos y aplicables.

6.2. Primera Ronda del Método Delphi

6.2.1. Diseño de la Encuesta Inicial

La encuesta se dividió en tres secciones: propuestas de mejora desde el enfoque VSM, propuestas desde el enfoque BPMN, y preguntas comparativas de ambas herramientas. Las dos primeras secciones se organizaron de la siguiente manera:

- **Entrada y tiempo:** Evalúa la obtención y preparación de la información del expediente técnico, así como los permisos necesarios para el inicio del proyecto.
- **Recursos y tiempo:** Analiza la disponibilidad y gestión de recursos como personal y materiales para reducir tiempos de espera.
- **Control y tiempo:** Establece un control de procesos para asegurar la supervisión continua y asegurar la conformidad con los requisitos de calidad definidos, optimizando el tiempo de ejecución del proyecto.
- **Procesos y tiempo:** Detalla y organiza cada proceso para optimizar el flujo, reducir tiempos y mejorar la calidad del trabajo.
- **Salidas y tiempo:** Asegura una entrega final del proyecto con la calidad adecuada, resolviendo las observaciones existentes de manera oportuna y evitando que queden pendientes, lo que contribuye a reducir el tiempo de entrega y optimizar el proceso de cierre del proyecto.

La tercera sección incluye:

- **Claridad y comunicación:** Evalúa cómo VSM y BPMN contribuyen a la claridad en la identificación de áreas de mejora y facilitan la comunicación entre equipos multidisciplinarios.
- **Impacto en la Reducción de Tiempos y Mejora Continua:** Esta sección evalúa cómo las metodologías VSM y BPMN contribuyen a reducir tiempos de proceso y permitir

cambios rápidos que optimizan la eficiencia operativa y facilitan la adaptación a cambios durante la ejecución del proyecto.

- **Integración Tecnológica y Sostenibilidad de Mejoras:** Analiza la integración de VSM y BPMN con herramientas tecnológicas actuales y su efectividad en promover mejoras sostenibles.
- **Curva de Aprendizaje:** Evalúa la facilidad de aprendizaje y adopción de VSM y BPMN por parte de los equipos.

6.2.2. Análisis de Resultados de la Primera Ronda

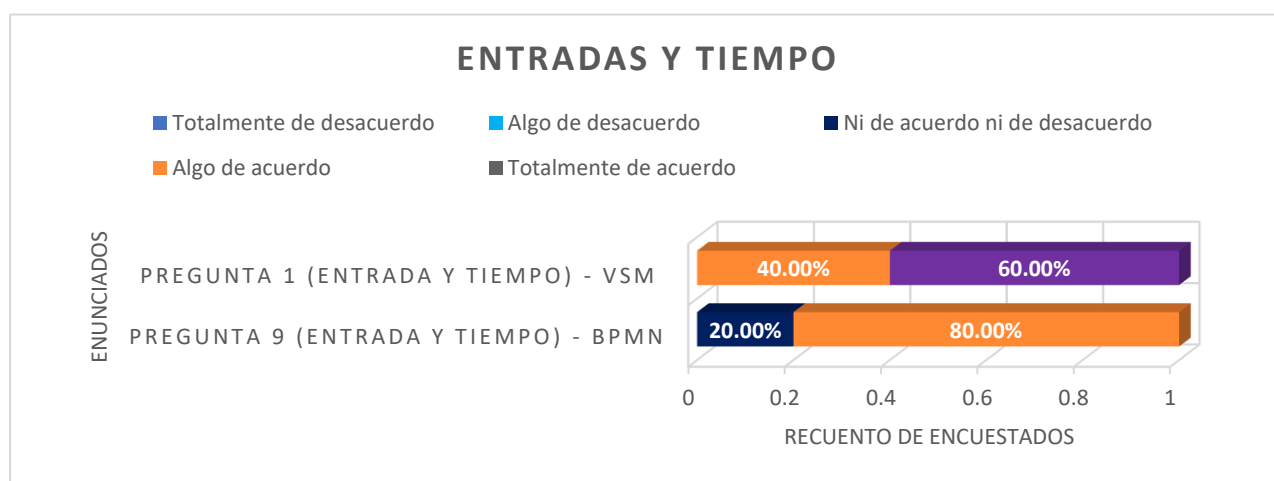
En esta sección se presentan las respuestas a las preguntas utilizando la escala de Likert, junto con su análisis e interpretación. El objetivo es conseguir una retroalimentación para validar las propuestas de mejora mediante los diagramas futuros implementados en los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías de agua fría y pintado de muros, evaluados por expertos. A continuación, se presenta el análisis de los enunciados agrupados en tres secciones. En la primera sección se analiza la implementación de los diagramas futuros del VSM (centrado en la optimización del tiempo y la definición de la cadena de valor) y BPMN (enfocado en los participantes y sus funciones específicas en cada proceso) del macroproceso del replanteo del tendido de tuberías, mientras que la segunda se enfoca en el macroproceso del pintado de muros. La tercera sección compara ambas metodologías para evaluar su claridad y comunicación, impacto en la reducción del tiempo, integración de tecnologías y curva de aprendizaje en el análisis de estos procesos.

6.2.2.1. Replanteo del tendido de tubería de agua fría

- a) **Entrada y tiempo:** Las preguntas N°1 y N°9 que son analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.2. Seguidamente, se presenta la Figura 30, la cual recoge los resultados correspondientes a ambas preguntas.

Figura 30.

Resultados de Entradas y Tiempo.

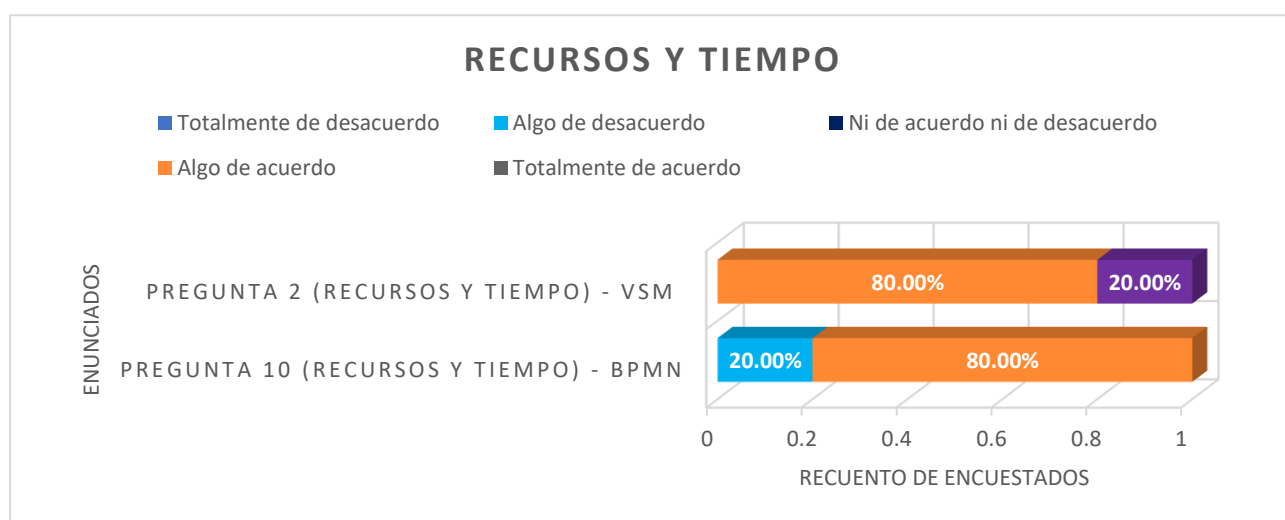


La mejora propuesta consiste en una revisión exhaustiva del expediente en campo, realizada por el Ingeniero Asistente y el Capataz para detectar discrepancias, seguida de la recopilación de datos adicionales y la elaboración conjunta de RFIs, lo que optimiza la precisión y eficiencia en la transmisión de consultas, reduciendo el tiempo total para iniciar actividades en un 33% (de 3 a 2 días) mediante un flujo de trabajo BPMN. En la pregunta N°1 el consenso sobre la mejora de la revisión exhaustiva del expediente en campo, bajo el enfoque VSM, es muy fuerte, ya que los especialistas coinciden en que este enfoque es clave para reducir el tiempo necesario para comenzar las actividades. En cuanto al flujo de trabajo BPMN, pregunta N°9, el consenso también es alto, con un 80% de los especialistas de acuerdo con su implementación, aunque un pequeño porcentaje permanece neutral respecto a su impacto en la reducción del tiempo total requerido para iniciar actividades.

b) **Recursos y tiempo:** Las preguntas N°2 y N°10 que son analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.2. Seguidamente, se presenta la Figura 31, la cual recoge los resultados correspondientes a ambas preguntas.

Figura 31.

Resultados de Recursos y Tiempo.



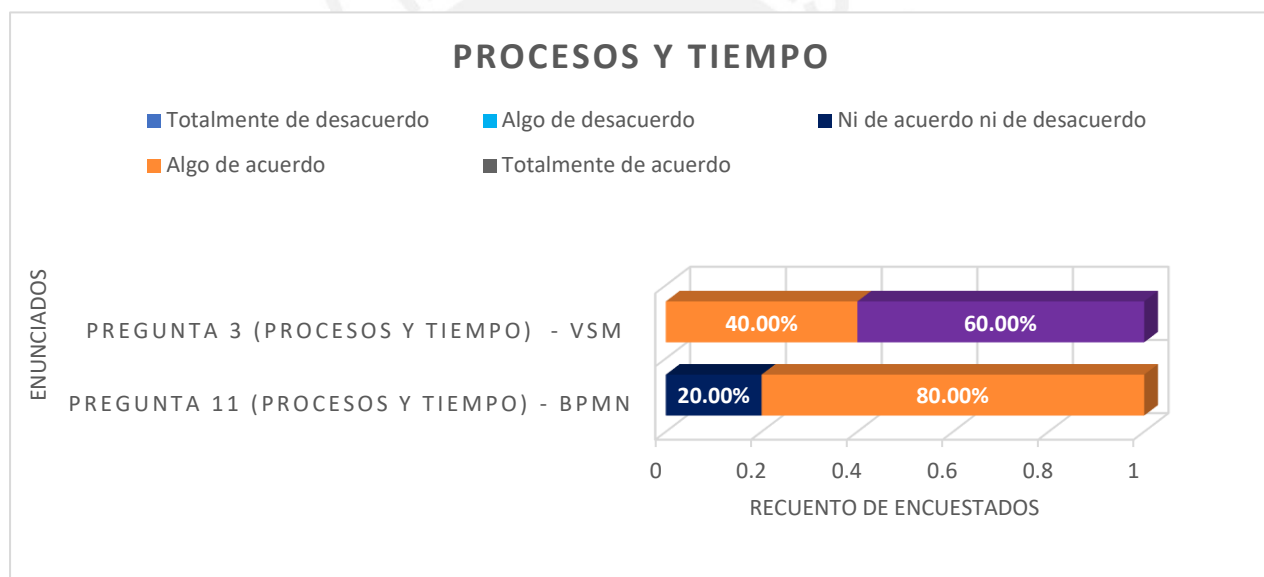
La mejora propuesta consiste en una programación y control eficientes que faciliten la comunicación en tiempo real con los proveedores, diversifiquen la red de suministros e involucren al supervisor para la aprobación de fichas técnicas, junto con un sistema integrado de gestión de proyectos y cadena de suministro, permitiendo el seguimiento en tiempo real y el análisis predictivo de los flujos de trabajo y entregas de materiales, comenzando con la colaboración entre el Ingeniero Asistente, el Ingeniero Residente y el Ingeniero Supervisor, lo que reduce el tiempo de abastecimiento de materiales en un 33%, de 3 a 2 días, alineando los principios del VSM y los flujos de trabajo BPMN para mejorar la planificación y ejecución de los procesos. En la pregunta N°2 el enfoque VSM muestra un fuerte acuerdo entre los especialistas, quienes coinciden en que una programación y control eficientes que mejoren la comunicación y la red de suministros son clave para reducir el tiempo de abastecimiento. En

la pregunta N°10, el enfoque BPMN revela que el 80% de los especialistas apoya la implementación de un sistema de gestión integrado que mejora la colaboración y precisión, mientras que un 20% discrepa.

c) **Procesos y tiempo:** Las preguntas N°3 y N°11 que son analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.2. Seguidamente, se presenta la Figura 32, la cual recoge los resultados correspondientes a ambas preguntas.

Figura 32.

Resultados de Procesos y Tiempo.



La mejora propuesta consiste en la incorporación de un Ingeniero Sanitario experimentado y competente en el manejo de softwares de diseño específicos, junto con la aplicación de la metodología BPMN para el diseño y modelado de la nueva red de agua fría. Este enfoque inicia con la integración del Ingeniero Sanitario para optimizar el proceso de diseño, reduciendo el tiempo de diseño en un 25% (de 4 a 3 días). Además, se incorpora la supervisión y aprobación del Ingeniero Residente, el apoyo del equipo operativo y una evaluación en campo, lo que mejora la coordinación y la eficiencia en el proceso. En la pregunta

Nº3 el enfoque VSM, el 80% de los encuestados está de acuerdo con que la incorporación de un Ingeniero Sanitario competente en softwares de diseño específicos puede optimizar el flujo de valor y reducir el tiempo de diseño, aunque un 20% se mantuvo neutral. En la pregunta Nº11 el enfoque BPMN, todos los encuestados están de acuerdo en que la integración del Ingeniero Sanitario experto, junto con la supervisión del Ingeniero Residente y el apoyo del equipo operativo, es clave para optimizar el diseño y reducir el tiempo de diseño, lo que refleja un consenso completo sobre la efectividad de este enfoque.

- d) **Salidas y tiempo:** Las preguntas Nº4 y Nº12 que son analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.2. Seguidamente, se presenta la Figura 33, la cual recoge los resultados correspondientes a ambas preguntas.

Figura 33.

Resultados de Salidas y Tiempo.



La mejora propuesta consiste en la implementación de una 'Punch List' detallada, que clasifica las observaciones de construcción según su importancia, combinada con una supervisión efectiva y un control de calidad exhaustivo. Este enfoque optimiza el flujo de valor

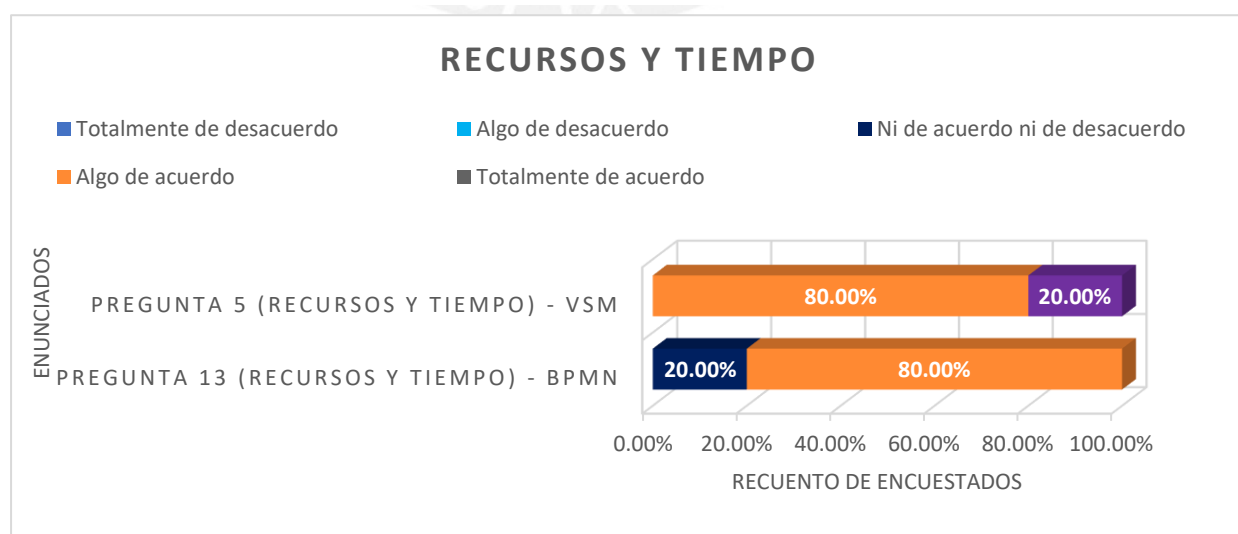
en el proceso de corrección de observaciones, logrando una mejora del 33% en la eficiencia del tiempo de resolución, reduciendo el tiempo de 3 a 2 días. La metodología del VSM ayuda a identificar áreas de mejora en el flujo de valor, mientras que la metodología BPMN asegura que el proceso se gestione de manera estructurada, con la colaboración del Ingeniero Residente para categorizar las observaciones, el equipo operativo para su levantamiento y la supervisión conjunta del Ingeniero Asistente y Residente. En cuanto a los consensos, tanto en el enfoque VSM (pregunta N°4) como en el BPMN (pregunta N°12), un 80% de los encuestados está de acuerdo con la implementación de una 'Punch List' detallada para optimizar el flujo de valor y mejorar la eficiencia en la resolución de observaciones. Sin embargo, un 20% permanece neutral en ambos enfoques, lo que muestra algunas dudas sobre su impacto práctico o su eficacia en la optimización del proceso.

6.2.2.2. Pintado de muros

- a) **Recursos y tiempo:** Las preguntas N°5 y N°13 que son analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.2. Seguidamente, se presenta la Figura 34, la cual recoge los resultados correspondientes a ambas preguntas.

Figura 34.

Resultados de Recursos y Tiempo.

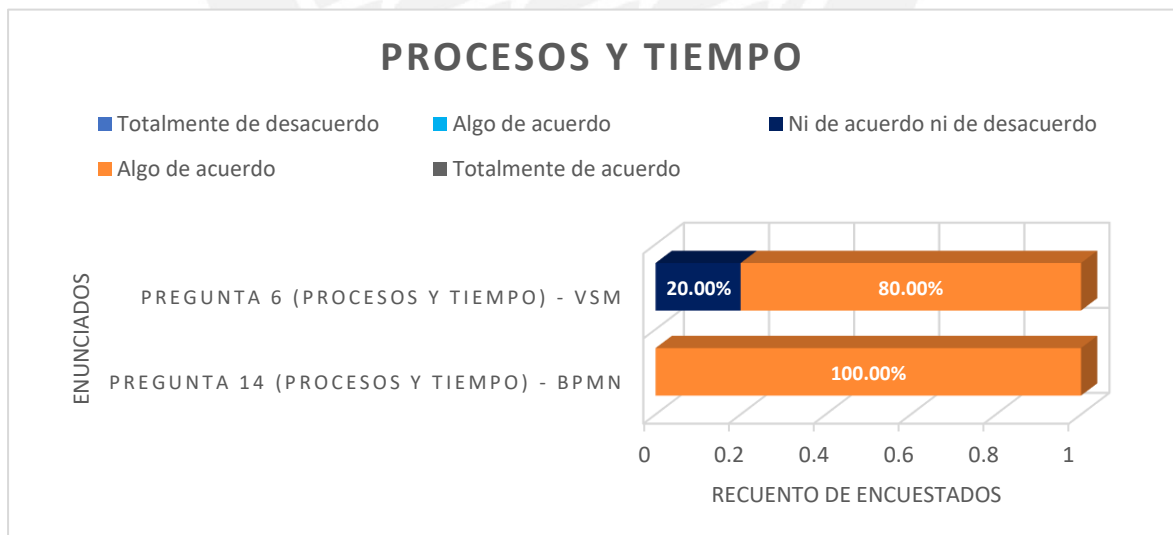


La mejora consiste en la incorporación de un Ingeniero Asistente con experiencia en cuantificación de materiales y cuadrillas; asimismo, la elaboración de órdenes de compra, el seguimiento y control del abastecimiento de materiales, y su recepción encargada por el Ingeniero Residente que contribuye a optimizar el flujo de valor en el proceso de adquisición de materiales mediante la reducción significativa en el tiempo de dicho proceso de un 40% (de 5 a 3 días). Para el enfoque de la herramienta del VSM en la pregunta N°5, la mayoría de los encuestados están de acuerdo con la acción correctiva. Por otro lado, en la pregunta N°13 (enfoque BPMN) un mayor porcentaje de encuestados (80%) está de acuerdo, pero un 20% se mantuvo neutral.

b) Procesos y tiempo: Las preguntas N°6 y N°14 que son analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.2. Seguidamente, se presenta la Figura 35, la cual recoge los resultados correspondientes a ambas preguntas.

Figura 35.

Resultados de Procesos y Tiempo.



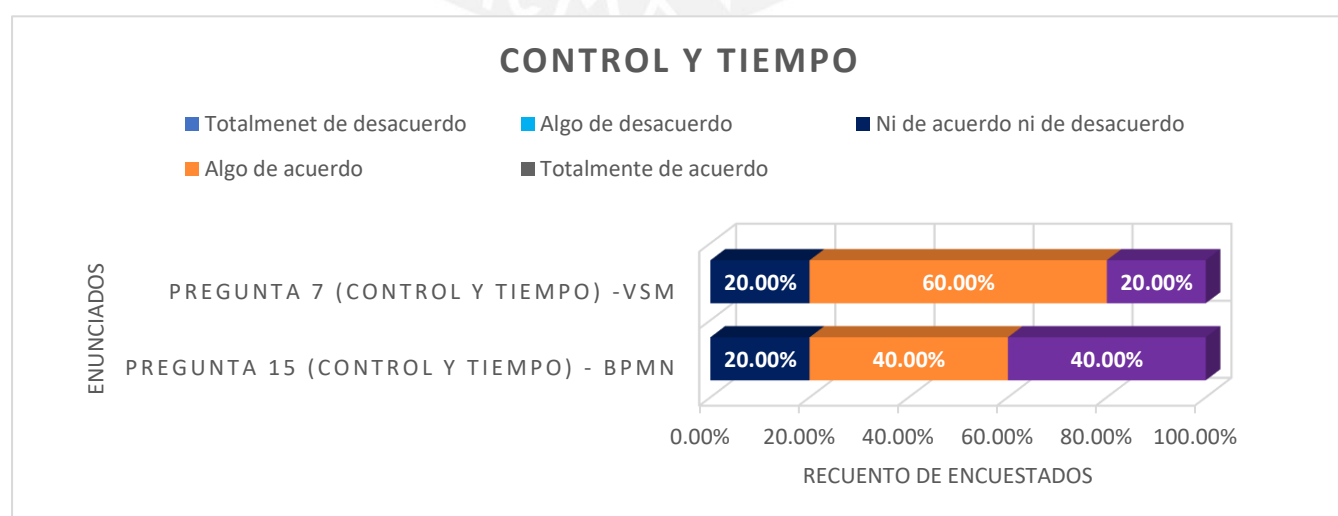
La mejora se basa en una planificación minuciosa y una coordinación precisa entre los ingenieros, donde se representen detalladamente los procesos de trabajo y se gestione de

manera eficiente la colaboración entre ingenieros, capataces, ayudantes y el personal de salud para el acondicionamiento del área de trabajo, mientras que en paralelo la cuadrilla de pintura, liderada por el capataz y el ingeniero asistente realice la identificación de patologías en cual permite optimizar los procesos, y así, contribuye a reducir en 25% el tiempo (2.5 a 2 días). En la pregunta N°6 (enfoque VSM) la mayoría de los encuestados (80%) están de acuerdo con la propuesta, pero el 20% se mantuvo neutral, ya que tienen dudas sobre la implementación práctica o la efectividad de esta estrategia en todas las circunstancias. En cambio, en la pregunta N°14 (enfoque BPMN) todos los encuestados están de acuerdo en que la herramienta resulta adecuada para optimizar tanto la eficiencia como la calidad en la ejecución simultánea de actividades, así como para reducir el tiempo de acondicionamiento e identificación de patologías.

- c) **Control y tiempo:** Las preguntas N°7 y N°15 que serán analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.2. Seguidamente, se presenta la Figura 36, la cual recoge los resultados correspondientes a ambas preguntas.

Figura 36.

Resultados Control y Tiempo.

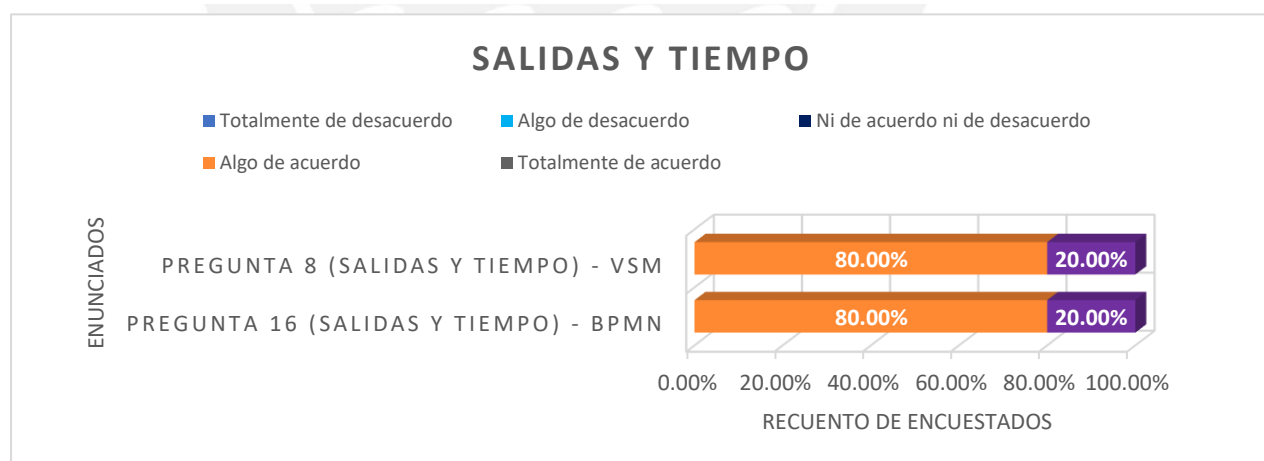


La mejora consiste en la supervisión y el control de calidad realizados por el Ingeniero Asistente del Residente respaldada por el Ingeniero Residente en los procesos de pintado de muros, en términos de prevenir defectos como una preparación inadecuada de la superficie, resanes incorrectos que resultan en muros desnivelados, lijado irregular y aplicación inadecuada de la primera capa de pintura el cual busca una reducción del tiempo del proceso en un 25% (de 8 a 6 días). En la pregunta N°7 (enfoque VSM), la mayoría de los encuestados (80%) está de acuerdo, pero un 20% se mantuvo neutral. Para la pregunta N°15 (enfoque BPMN), un porcentaje más alto de encuestados (80%) está de acuerdo, mientras que el 20% se mantuvo neutral.

d) Salidas y tiempo: Las preguntas N°8 y N°16 que son analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.2. Seguidamente, se presenta la Figura 37, la cual recoge los resultados correspondientes a ambas preguntas.

Figura 37.

Resultados Salidas y Tiempo.



La mejora consiste en la implementación de la señalización de los muros pintados después de levantar las observaciones por medio de la colocación de advertencias de “Recién Pintado” facilitando así la reducción del tiempo necesario para esta actividad en un 33% (de 3

a 2 días). En la pregunta N°8 (enfoque VSM), todos los encuestados están de acuerdo con la implementación. Del mismo modo, en la pregunta N°16 (enfoque BPMN) el 100% de encuestados están en nivel de acuerdo con la solución planteada. Esta ayuda a reducir los retrabajos en las zonas observadas reduciendo el tiempo necesario para estas actividades.

6.2.2.3. Comparación de herramientas

a) Claridad Y Comunicación: La Figura 38 muestra que en la pregunta N°17 la preferencia por BPMN, 40% de los encuestados, encuentran esta metodología más clara y útil para la comunicación entre equipos multidisciplinarios. Esto se debe a su capacidad de proporcionar un lenguaje estándar y detallado que facilita la comprensión y el seguimiento de procesos complejos. La menor preferencia por VSM (20%) indica que, aunque es efectivo para visualizar el flujo de valor y eliminar ineficiencias, no es tan intuitivo o fácil de comunicar para todos los miembros del equipo, especialmente aquellos sin experiencia previa en esta herramienta. La respuesta de que ambas metodologías proporcionan la misma claridad y facilitan igualmente la comunicación (40%), para algunos encuestados, la elección de la metodología depende del contexto del proyecto y la experiencia del equipo que de una diferencia inherente en la efectividad de las metodologías.

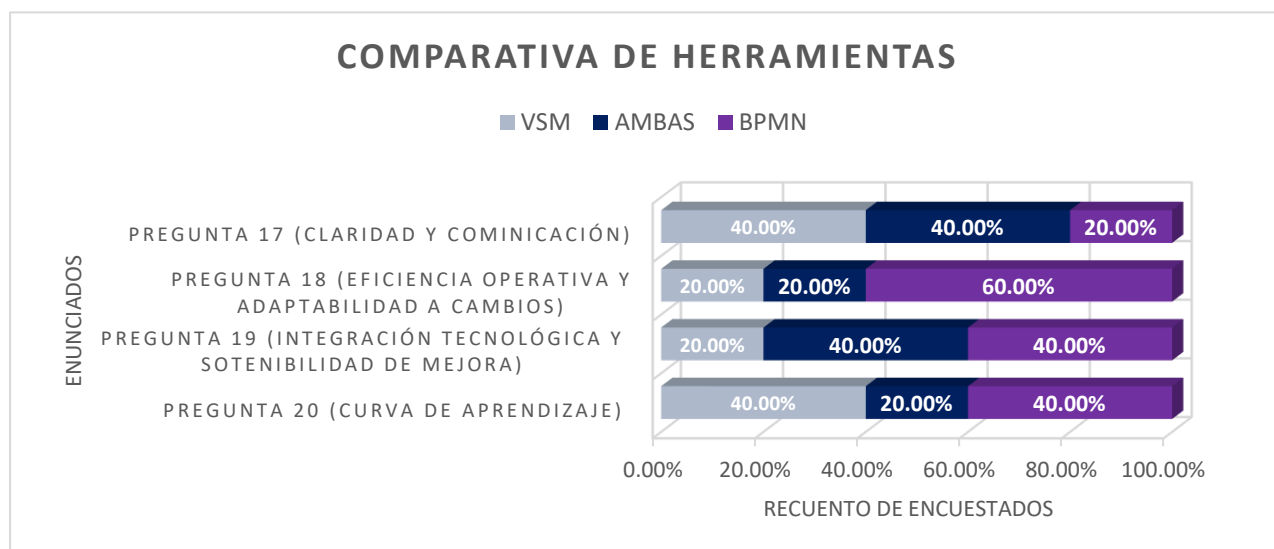
b) Impacto en la Reducción de Tiempos y Mejora Continua: La Figura 38 muestra que en la pregunta N°18 la preferencia por VSM (60%) indica que la mayoría de los encuestados consideran que esta metodología es más efectiva en la reducción de tiempos de proceso y mejora de la eficiencia operativa. Además, se percibe como más adaptable para implementar cambios rápidos en respuesta a observaciones durante la ejecución de proyectos. La menor preferencia por BPMN (20%) hace alusión a que es efectivo para modelar y mejorar procesos complejos, pero no es tan adaptable o rápido para implementar cambios en comparación con VSM. La percepción de que ambas metodologías son

igualmente efectivas (20%) indica que, en algunos contextos, tanto VSM como BPMN pueden ofrecer beneficios similares en términos de eficiencia y adaptabilidad.

- c) Integración Tecnológica y Sostenibilidad de Mejoras:** La Figura 38 muestra que en la pregunta N°19 el 40% de los encuestados considera que VSM se integra mejor con las herramientas tecnológicas actuales y promueve más efectivamente la sostenibilidad de las mejoras. El 20% de los encuestados opina que BPMN contribuye más a la eficiencia y facilita más la implementación de cambios en comparación con VSM. El 40% de los encuestados cree que tanto VSM como BPMN se integran igualmente bien con las herramientas tecnológicas y promueven igualmente la sostenibilidad de las mejoras.
- d) Curva de Aprendizaje:** La Figura 38 muestra que en la pregunta N°20 solo el 40% de los encuestados considera que VSM requiere menos tiempo para ser adoptada que BPMN. En términos de simplicidad y rapidez de adopción, VSM es visto como una opción más accesible para los equipos de trabajo. Otro 40% de los encuestados opina que BPMN requiere menos tiempo para ser adoptada que VSM, debido a la familiaridad previa con BPMN o la percepción sobre la estandarización y compatibilidad con herramientas tecnológicas. El 20% de los encuestados cree que VSM y BPMN requieren el mismo tiempo para ser adoptadas.

Figura 38.

Resultados de la sección de comparación de metodologías.



6.3. Segunda Ronda del Método Delphi

Basado en el análisis realizado a todas las 20 preguntas de la primera ronda, se identificó que las preguntas 3, 6, 7, 9, 10, 12, 13, 15, 17, 18, 19 y 20 (12 preguntas en total) presentaron respuestas neutrales y niveles de desacuerdo significativos. Estas respuestas indicaron la necesidad de un replanteamiento para mejorar la claridad y precisión de las preguntas y abordar mejor las preocupaciones de los expertos. Para el replanteamiento de las preguntas, se llevó a cabo un proceso de retroalimentación con los expertos que se mostraron neutrales o en desacuerdo con las propuestas de mejora. Este proceso permitió obtener valiosos aportes y recomendaciones basados en la experiencia de los expertos, asegurando que las preguntas reformuladas reflejen mejor las realidades y necesidades del campo de estudio. Además, se consideraron las mismas secciones que se mencionó en la primera ronda para las preguntas replanteadas.

6.3.1. Análisis de Resultados de la Segunda Ronda

6.3.1.1. Replanteo del tendido de tubería de agua fría

- a) **Entrada y tiempo:** La pregunta N°9 que es analizada en esta sección se muestran en el Anexo 7.3. Seguidamente, se presenta la Figura 39, la cual recoge los resultados correspondientes a la pregunta replanteada.

Figura 39.

Resultados de la sección Entradas y Tiempo.

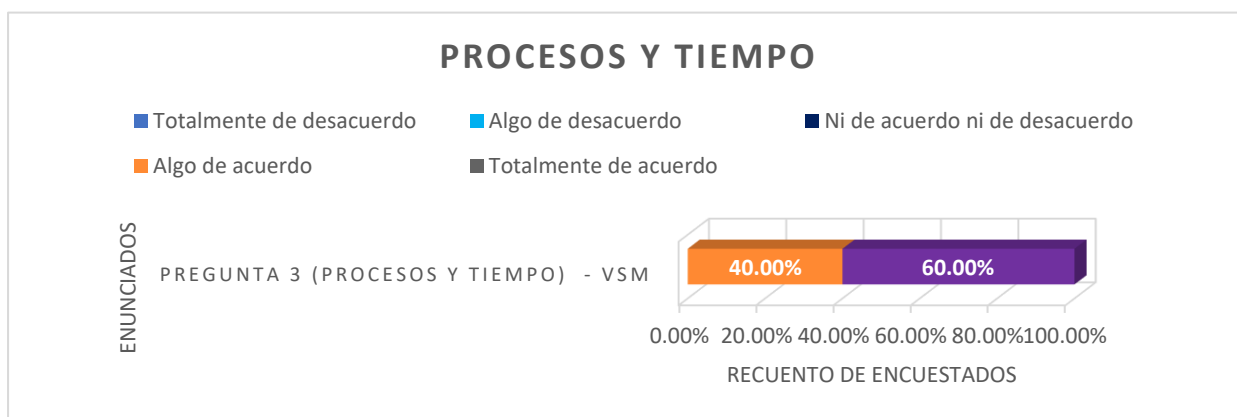


La propuesta, replanteada acorde a la retroalimentación de los expertos, consiste en la implementación de un flujo de trabajo BPMN que comienza con la revisión del expediente en campo por parte del Ingeniero Asistente y el Capataz para detectar discrepancias, seguida por la recopilación de datos adicionales sobre los errores identificados, luego por la realización de acuerdos internos de las posibles mejoras con el Supervisor y finalmente la formalización de los RFIs para su aceptación, que mejora significativamente la eficiencia en la transmisión de consultas. En cuanto a los resultados, existe un consenso general sobre la eficacia del flujo de trabajo BPMN para la gestión de RFIs, mostrando un nivel de acuerdo total por todos los expertos.

b) **Procesos y tiempo:** La pregunta N°3 que es analizada en esta sección se muestran en el Anexo 7.3. Seguidamente, se presenta la Figura 40, la cual recoge los resultados correspondientes a la pregunta replanteada.

Figura 40.

Resultados de la sección Procesos y Tiempo.

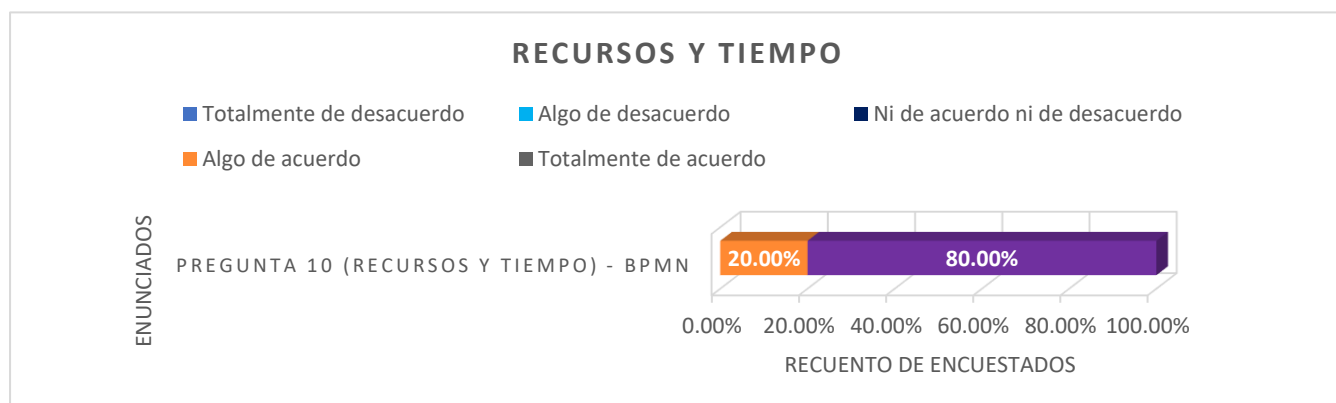


La propuesta, replanteada acorde a la retroalimentación de los expertos, consiste en la incorporación de un Ingeniero Sanitario experimentado y competente en el manejo de softwares de diseño específicos, que trabajará junto con el equipo operativo para mejorar el proceso de diseño de la nueva red de agua fría, así como para el desarrollo de los procesos subsiguientes de las II.SS, con el objetivo de lograr un diseño óptimo y reducir significativamente el tiempo del proceso. La mayoría, un 60%, está totalmente de acuerdo con la propuesta, mientras que el 40% restante muestra un acuerdo parcial. Los expertos valoran la combinación de experiencia especializada y medidas detalladas para asegurar el cumplimiento de los requerimientos y optimizar el proceso.

c) **Recursos y tiempo:** La pregunta N°10 que es analizada en esta sección se muestran en el Anexo 7.3. Seguidamente, se presenta la Figura 41, la cual recoge los resultados correspondientes a la pregunta replanteada.

Figura 41.

Resultados de la sección Recurso y Tiempo.

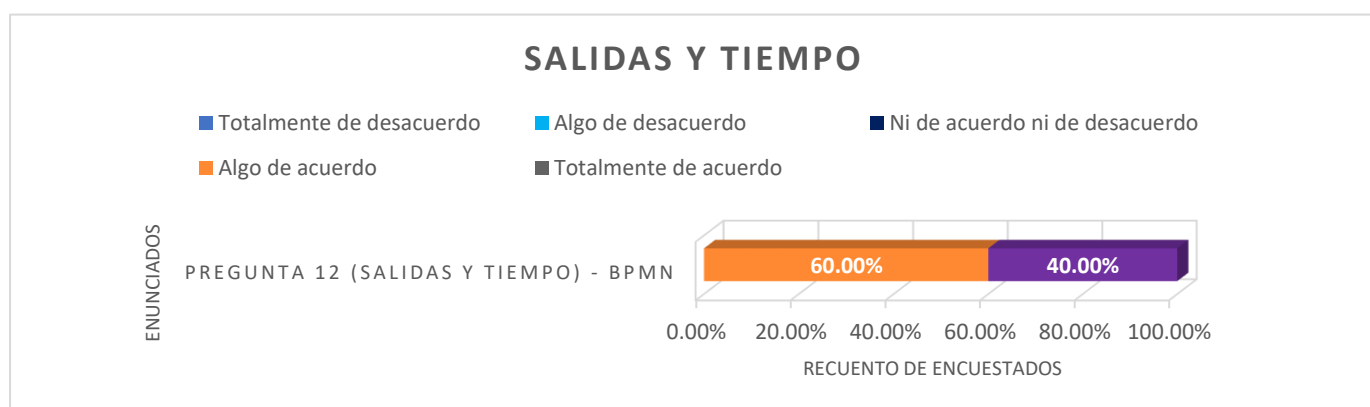


La propuesta, replanteada acorde a la retroalimentación de los expertos, consiste en una estrategia integral para mejorar la eficiencia en la entrega de materiales, que integra soluciones tecnológicas avanzadas para realizar un monitoreo en tiempo real, la mejora de la comunicación con proveedores, la diversificación de la base de proveedores y la intervención temprana de supervisores gubernamentales para agilizar las aprobaciones de las fichas técnicas, con el objetivo de mejorar la precisión de la planificación y la eficiencia de la ejecución de los procesos de gestión de proyectos y cadena de suministro, reduciendo los tiempos de espera. En cuanto a los resultados, existe un alto grado de aprobación (80% completamente de acuerdo), lo que indica un consenso general respecto a la efectividad de estas acciones para optimizar el abastecimiento de materiales. Los expertos destacan la importancia del seguimiento tecnológico en tiempo real y la comunicación efectiva con los proveedores como aspectos críticos. Sin embargo, un 20% señala la necesidad de considerar aspectos adicionales como costos, disponibilidad de recursos o la realización de pruebas adicionales para asegurar la efectividad de la estrategia en diversos contextos.

d) Salidas y tiempo: La pregunta N°12 que es analizada en esta sección se muestran en el Anexo 7.3. Seguidamente, se presenta la Figura 42, la cual recoge los resultados correspondientes a la pregunta replanteada.

Figura 42.

Resultados de la sección Salidas y Tiempo.



La propuesta, replanteada acorde a la retroalimentación de los expertos, consiste en la aplicación de un "Punch List" detallado que categoriza las observaciones según su nivel de importancia, comenzando con el Ingeniero Residente, el levantamiento de las observaciones por parte del equipo responsable y la actualización diaria del "Punch List", con el objetivo de informar al equipo técnico sobre las observaciones para mejorar la eficiencia en su resolución y reducir el tiempo del proceso. Los resultados, muestran un consenso, 100% de acuerdo en diferentes niveles, lo que subraya la percepción de BPMN como una herramienta clave en la optimización del levantamiento y resolución de observaciones en construcción. Los participantes valoran positivamente la asignación clara de responsabilidades a los actores principales del proyecto, como capataces, ingenieros y supervisores, considerándolo fundamental para la supervisión eficaz y la mejora continua. Además, la integración de

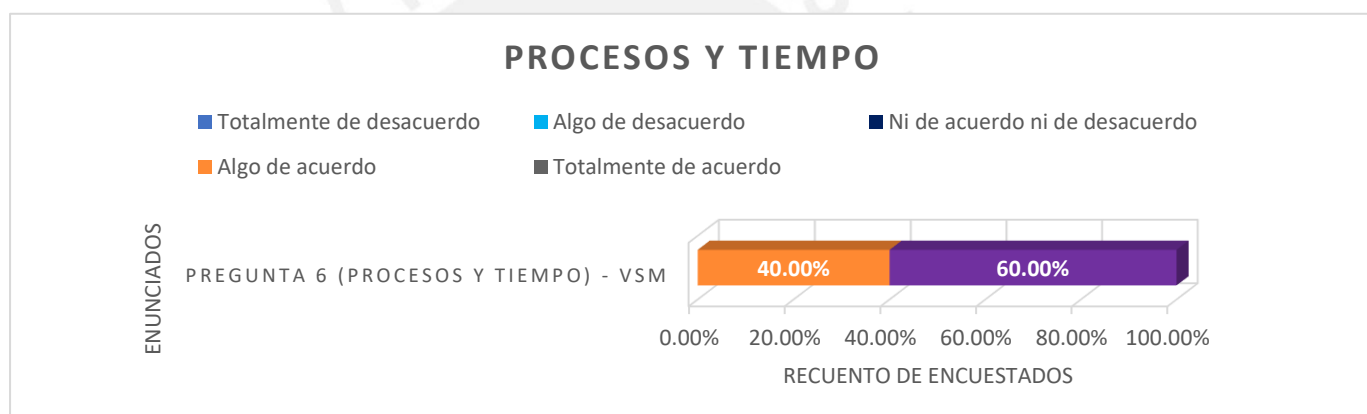
controles de calidad específicos dentro del proceso constructivo es vista como beneficiosa, ya que asegura el cumplimiento de los estándares de calidad y reduce errores y retrabajos.

6.3.1.2. Pintado de muros

- a) **Procesos y tiempo:** La pregunta N°6 que es analizada en esta sección se muestran en el Anexo 7.3. Seguidamente, se presenta la Figura 43, la cual recoge los resultados correspondientes a la pregunta replanteada.

Figura 43.

Resultados de la sección Procesos y Tiempo.

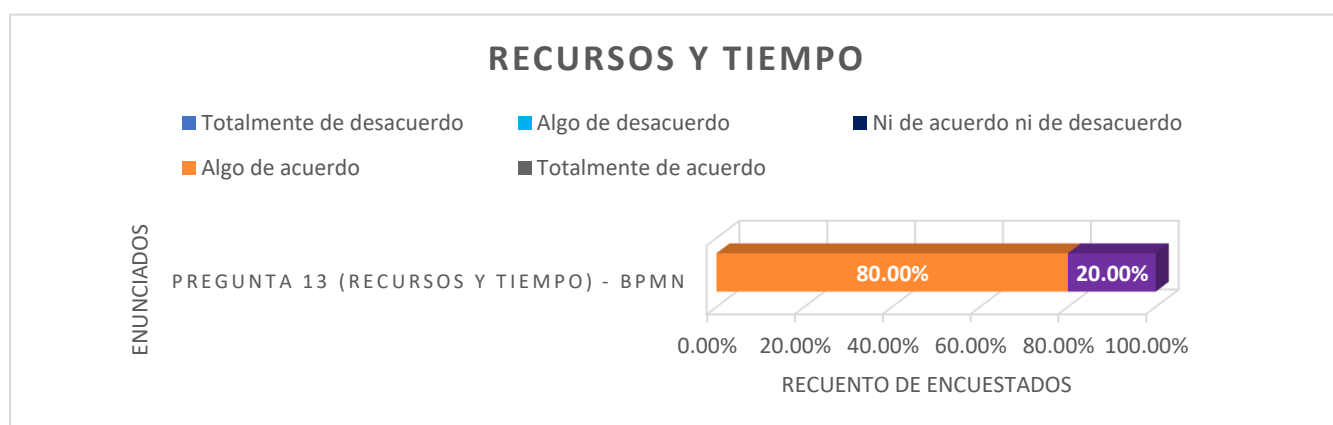


La propuesta, replanteada acorde a la retroalimentación de los expertos, consistente la incorporación de Ingeniero Asistente experimentado en metrado de materiales para así elaborar de manera anticipada las órdenes de compra y la llegada del material gestionados por parte del Ingeniero Residente, y luego realizar la cuantificación de mano de obra que contribuye significativamente a la gestión de abastecimiento de materiales reduciendo el tiempo. En cuanto a los resultados de la pregunta replanteada N°6 existe un consenso general de aprobación. El 60% de los participantes muestra un acuerdo total con la afirmación y el 40% de los participantes muestra algo de acuerdo.

b) **Recursos y tiempo:** La pregunta N°13 que es analizada en esta sección se muestran en el Anexo 7.3. Seguidamente, se presenta la Figura 44, la cual recoge los resultados correspondientes a las preguntas replanteadas.

Figura 44.

Resultados de la sección Recursos y Tiempo.

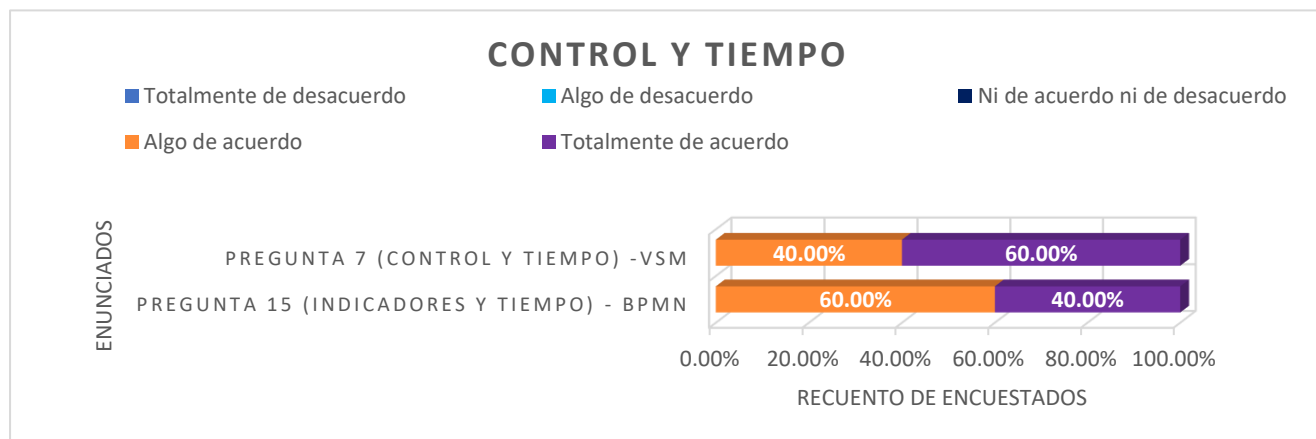


La propuesta, replanteadada acorde a la retroalimentación de los expertos, consistente en una planificación detallado y una coordinación cuidadosa entre ingenieros en las que se enliste las actividades con su duración, se asigne los responsables de las tareas, se asigne los recursos, se defina las zonas de trabajo seguras y delimitadas para evitar la superposición, y se controle por el Ingeniero Residente. En cuanto a los resultados de la pregunta replanteadada N°13 existe un consenso general de aprobación. El 20% de los participantes muestra un acuerdo total con la afirmación y el 80% de los participantes muestra algo de acuerdo.

c) **Control y tiempo:** Las preguntas N°7 y N°15 que son analizadas en esta sección se muestran en el Anexo 7.3. Seguidamente, se presenta la Figura 45, la cual recoge los resultados correspondientes a las preguntas replanteadas.

Figura 45.

Resultados de la sección Control y Tiempo.



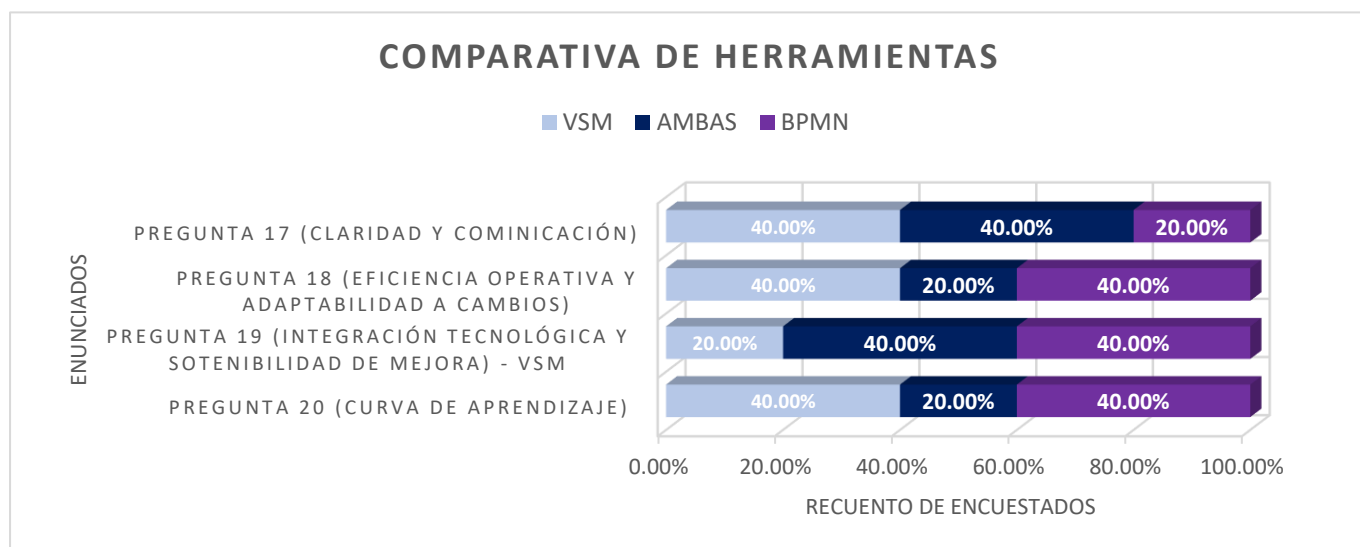
La propuesta, replanteada acorde a la retroalimentación de los expertos, consistente en la supervisión continua de calidad del Ingeniero Asistente y el Capataz, y respaldada por la validación del Ingeniero Residente como restrictivo para continuar con los procesos para así evitar la aplicación de resanes irregulares, lijados imperfectos y una aplicación inadecuada de la segunda capa de pintura, refleja una mejora efectiva en la gestión de los procesos en el pintado de muros, y así, una reducción del tiempo del proceso en un 25% (de 8 a 6 días). En cuanto a los resultados de la pregunta replanteada N°15 existe un consenso general de aprobación, un 40% de los participantes muestra un acuerdo total con la afirmación y el 60% se muestra algo de acuerdo. Por otro lado, referente a la pregunta replanteada N°7 existe un consenso general de aprobación, un 60% de los participantes muestra un acuerdo total y el 40% se muestra algo de acuerdo.

6.3.1.3. Comparación de herramientas

La Figura 46 refleja que los resultados de las preguntas N°17, N°18 y N°20 en la segunda ronda son los mismos que los obtenidos en la primera ronda, que se muestran en la subsección 6.2.2.3.

Figura 46.

Resultados de las preguntas de la sección de comparativa de herramientas.



6.4. Interpretación de los Resultados

La interpretación de resultados en este estudio se enfoca en examinar las respuestas obtenidas en las dos rondas planteadas, en las cuales los expertos evaluaron diversas propuestas de mejora aplicadas a los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros desde las perspectivas del VSM y la BPMN. Con el objetivo de desglosar las implicaciones de los resultados obtenidos, identificar patrones de consenso y desacuerdo, de cada herramienta en el contexto de los macroprocesos evaluados.

6.4.1. Replanteo del tendido de tuberías de agua fría

a) Entrada y tiempo: La mejora inicial obtuvo un consenso entre los especialistas desde el enfoque VSM, quienes reconocieron que la revisión exhaustiva del expediente en campo es esencial para reducir el tiempo. Sin embargo, desde el enfoque BPMN hay desacuerdo parcial, ya que algunos expertos identificaron mediante el flujo de procesos que implementar las consultas (RFI) no reduciría el tiempo necesariamente. Es por ello, que se propone una mejora ajustada en la segunda ronda que incorpore pasos adicionales, como

acuerdos internos con el Supervisor y la formalización de los RFIs para su aceptación, lo que optimiza la eficiencia del proceso y permite alcanzar un mayor nivel de consenso entre los especialistas, validando su viabilidad y eficacia.

b) Recursos y tiempo: La mejora inicial, que propone una programación y control eficientes para mejorar la comunicación y diversificar la red de suministros, obtiene un consenso entre los expertos desde el enfoque VSM, quienes consideran clave estas acciones para reducir el tiempo de abastecimiento. Sin embargo, desde el enfoque BPMN, existen algunos expertos en desacuerdo, ya que estos exigen un mayor detalle de la propuesta para tener clara la mejora. El ajuste propuesto mejora la eficiencia en la entrega de materiales mediante tecnología de seguimiento en tiempo real, mejor comunicación con proveedores, diversificación de suministros y participación temprana de supervisores para agilizar aprobaciones. La estrategia optimiza la planificación y ejecución de proyectos, reduciendo los tiempos de espera, lo que lleva a un consenso positivo por parte de los expertos sobre su planteamiento.

c) Procesos y tiempo: La mejora inicial, que propone la incorporación de un Ingeniero Sanitario experto en softwares de diseño específicos para optimizar el proceso de diseño de la red de agua fría, obtuvo un consenso total en el enfoque BPMN, con todos los expertos de acuerdo en que esta integración mejora el diseño y reduce el tiempo de ejecución. Sin embargo, desde el enfoque VSM, aunque la mayoría de los especialistas está a favor de esta propuesta, un pequeño porcentaje se mantiene neutral, ya que consideran que, si bien la incorporación del Ingeniero Sanitario puede optimizar el flujo de valor, el proceso podría no ser suficiente para abordar todas las ineficiencias del diseño en algunas circunstancias. En respuesta a esta retroalimentación, la propuesta se replantea incorporando una colaboración más estrecha entre el Ingeniero Sanitario y el equipo operativo, así como una

atención a los procesos subsiguientes de las IISS. Este ajuste, que busca mejorar la coordinación y optimizar los tiempos, obtiene una aceptación mayoritaria. De esta manera, la mejora ajustada logra una mayor aceptación entre los especialistas, consolidando su viabilidad y eficacia.

- d) Salidas y tiempo:** La mejora inicial, que propone la implementación de una 'Punch List' detallada combinada con una supervisión efectiva y control de calidad, recibe un fuerte apoyo tanto en el enfoque VSM, donde la mayoría de los expertos coincide en que esta estrategia optimiza el flujo de valor y mejora la eficiencia en la resolución de observaciones. Sin embargo, un pequeño porcentaje de expertos se mantiene neutral, desde el enfoque BPMN, ya que algunos consideran que el proceso de categorización de las observaciones podría no ser suficiente para abordar todas las ineficiencias del flujo de valor. En respuesta al desacuerdo parcial, la propuesta se replantea, incorporando la actualización diaria del "Punch List" y una asignación más clara de responsabilidades entre los actores clave del proyecto. Este ajuste mejora la coordinación y la supervisión, asegurando la eficacia del proceso. La mejora ajustada obtiene un consenso total entre los expertos, quienes valoran positivamente la integración de controles de calidad y la asignación específica de responsabilidades, considerando esta estrategia fundamental para la optimización del proceso de corrección de observaciones en construcción.

6.4.2. Pintado de muros

- a) Recurso y tiempo:** La mejora inicial presentada obtuvo consenso entre los especialistas desde el enfoque VSM, quienes reconocieron que la incorporación Ingeniero Asistente es importante para lograr el objetivo. Sin embargo, desde el enfoque BPMN hubo desacuerdo parcial, ya que algunos expertos precisaron que se debe detectar el cuello de botella para lograr el objetivo de reducir el tiempo. Es por ello, que se propuso una mejora ajustada en

la segunda ronda que modifica los procesos donde se elabora las órdenes de compra y la posterior cuantificación de los materiales lo que optimiza la eficiencia del proceso. Esto permitió alcanzar un mayor nivel de consenso entre los especialistas validando su viabilidad y eficacia.

- b) Procesos y tiempo:** La mejora inicial presentada obtuvo consenso entre los especialistas desde el enfoque BPMN, quienes reconocieron que la realización una planificación detallada de las actividades en paralelo es esencial para optimizar procesos y reducir el tiempo. Sin embargo, desde el enfoque VSM hubo desacuerdo parcial, ya que algunos expertos indicaron que la planificación detallada no asegura que los trabajadores no se superpongan o no existan zonas seguras. Es por ello, que se propuso una mejora ajustada en la segunda ronda en la que se precisa la planificación de las actividades, recursos, responsables, zonas seguras y un control de la ejecución los procesos que permite que el flujo de procesos continúe. Esto permitió alcanzar un mayor nivel de consenso entre los especialistas validando su viabilidad y eficacia.
- c) Control y tiempo:** Desde el enfoque VSM y BPMN hubo desacuerdo parcial, ya que algunos expertos indicaron que es necesario que el control de calidad propuesto sea validado con la finalidad de garantizar un control estricto. Es por ello, que se propuso una mejora ajustada en la segunda ronda en la que el Ingeniero Residente debe validar la calidad para poder proseguir con las demás actividades, y así, garantizar el control de la calidad y evitar defectos en los muros. Esto permitió alcanzar un mayor nivel de consenso entre los especialistas validando su viabilidad.
- d) Salidas y tiempo:** La mejora inicial presentada obtuvo un consenso entre los especialistas desde ambos enfoques VSM y BPMN, quienes reconocieron que una buena señalización en los muros pintados y exentos de observaciones es esencial para evitar retrabajos y

pérdidas de tiempo.

6.4.3. Comparación de herramientas

- a) **Claridad y Comunicación:** En ambas rondas, se observa una ligera preferencia por la BPMN en comparación con el VSM como herramienta para mejorar la claridad y comunicación en equipos multidisciplinarios. Esto se debe a su capacidad para proporcionar un lenguaje estándar y detallado lo que facilita la identificación de áreas de mejora y el seguimiento de procesos complejos.
- b) **Impacto en la Reducción de Tiempos y Mejora Continua:** En ambas rondas, se evidencia una mayor aceptación del VSM en comparación de la BPMN como herramienta efectiva para la reducción de tiempos y la mejora continua en procesos operativos. Los expertos destacan que VSM sobresale por su capacidad para optimizar el flujo de valor, identificar ineficiencias y facilitar cambios rápidos durante la ejecución de proyectos, lo que lo hace particularmente útil en entornos dinámicos y de rápida adaptación.
- c) **Integración tecnológica y Sostenibilidad de mejora:** En ambas rondas, se observa una ligera preferencia por VSM en comparación con BPMN como herramienta para integrarse con tecnologías actuales y promover la sostenibilidad de las mejoras. Esto se debe a su simplicidad y enfoque directo, que facilitan la implementación y aseguran la sostenibilidad a largo plazo en proyectos dinámicos.
- d) **Curva de aprendizaje:** En ambas rondas, los resultados reflejan que tanto VSM como BPMN tienen una curva de aprendizaje que depende del contexto y las características del proyecto, destacándose ambas metodologías por su capacidad de aportar valor de manera complementaria. Este análisis sugiere que ambas herramientas son igualmente efectivas, y su adopción debe alinearse con las necesidades específicas del equipo y del entorno operativo.

Capítulo 7: Conclusiones y Recomendaciones

7.1. Conclusiones

- Se estableció el marco teórico sobre las herramientas Value Stream Mapping (VSM) y Business Process Model and Notation (BPMN), con el objetivo de proporcionar los fundamentos teóricos necesarios para la elaboración de los diagramas actuales y futuros de los macroprocesos en la construcción. Esta revisión bibliográfica proporcionó lineamientos y conceptos en torno a la utilización de estas estrategias en el ámbito de la gestión de procesos. Estos conceptos fueron claves para orientar la aplicación práctica de estas herramientas en los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías de agua fría y pintado de muros, facilitando la visualización de los flujos de trabajo y apoyando la toma de decisiones para la optimización de tiempos y recursos. Estos hallazgos no solo contribuyen a una comprensión más profunda de las metodologías utilizadas, sino que también brindan una base sólida para mejorar la eficiencia en la ejecución de los procesos constructivos analizados. Además, se concluyó que el VSM se utiliza con mayor frecuencia en el sector de la construcción, especialmente orientado a detectar deficiencias y optimizar de manera continua los procesos de construcción, en comparación con la BPMN.
- Se identificaron y describieron de manera precisa las actividades y subprocesos involucrados en dos proyectos de mantenimiento y acondicionamiento de infraestructura en establecimientos de salud. Con base en esta información, se definieron dos macroprocesos clave para el análisis: el replanteo del tendido de tuberías de la red de agua fría y el pintado de muros de albañilería. Esta identificación de actividades permitió la elaboración de diagramas de flujo detallados que ayudan a visualizar el flujo de materiales y actividades desde el enfoque VSM, por otro lado, con la BPMN se visualiza como fluyen los datos, la sincronización entre actividades, y las condiciones que determinan las diversas

rutas de acción. Los diagramas resultantes fueron fundamentales para evaluar los procedimientos de calidad aplicados, proporcionando una base sólida para identificar áreas de mejora y optimización en los procesos analizados.

- A través de las encuestas realizadas a catorce profesionales involucrados en el sector construcción, se obtuvo información crucial sobre diversos aspectos operativos, tales como la estandarización de procedimientos, la gestión de recursos y la supervisión continua. En este proceso, se identificaron una serie de ineficiencias recurrentes dentro de la construcción. Aunque menos frecuentes, se detectaron ineficiencias que afectan la eficiencia general de los proyectos, como los errores relacionados con la calidad de los materiales, el desconocimiento operativo por parte los trabajadores, junto con la carencia de supervisión constante. Por otro lado, se identificaron deficiencias más comunes como la gestión inadecuada del abastecimiento de recursos, discrepancias con los expedientes técnicos, falta de planificación adecuada y retrasos en los plazos de entrega, los cuales inciden directamente en la eficiencia de los proyectos. Estos hallazgos resultaron esenciales para identificar con precisión los aspectos más problemáticos de los macroprocesos analizados, permitiendo una evaluación profunda de las áreas con mayores oportunidades de mejora. A través de la información obtenida, se pudo distinguir claramente en qué puntos específicos de los procesos se requieren ajustes, optimizaciones o revisiones, así como aquellos que, aunque funcionales, no presentan mayores deficiencias.
- Se elaboraron los diagramas de flujo VSM y BPMN para representar de manera clara y precisa la situación actual de los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros en un establecimiento de salud. A través de estos diagramas, fue posible identificar de forma detallada las ineficiencias existentes con potencial de mejora, dentro de los procesos que aportan valor, tales como: diseño de la nueva red de agua fría, metrado

y designación de recursos, acondicionamiento del área de trabajo, identificación de patologías en muros, pintado dos capas y levantamiento de observaciones. Por otro lado, las que no aportan valor tales como: tiempos de espera por la revisión del expediente in situ, abastecimiento de materiales, designación de personal y selección y traslado de insumos.

- Los diagramas VSM ofrecieron una visión integral al detallar los tiempos de ciclo de cada actividad, la asignación de personal requerido y la identificación de los tiempos de espera que deben ser optimizados. Por su parte, los diagramas BPMN permitieron comprender la secuencia precisa de las actividades, las interacciones entre los diferentes roles y la localización de posibles cuellos de botella que impactan en la eficiencia del proceso. Ambos tipos de diagramas han demostrado ser herramientas altamente eficaces para diagnosticar las deficiencias actuales en los procesos, proporcionando la base necesaria para el desarrollo de propuestas de mejora.
- Se formularon propuestas de mejora para los diagramas de flujo VSM y BPMN, las cuales se basaron en los análisis previos realizados sobre los macroprocesos de replanteo del tendido de tuberías y pintado de muros. Las propuestas de los diagramas futuros VSM se orientaron a reducir de manera significativa los tiempos de ciclo de las actividades, al optimizar las etapas con largos tiempos de espera y de bajo valor agregado. De esta manera, se espera incrementar el porcentaje de tiempo dedicado a actividades que efectivamente aportan valor, mejorando la eficiencia general del proceso constructivo. Por otro lado, las propuestas para los diagramas BPMN apuntaron a mejorar la coordinación entre las distintas actividades y roles dentro del proceso. Al integrar de forma más eficiente las actividades clave, se busca lograr una mayor fluidez operativa y eliminar cuellos de botella que puedan surgir durante la ejecución de los proyectos. Estas mejoras propuestas no solo

contribuirán a una planificación más efectiva, sino que también permitirán maximizar el rendimiento de los recursos existentes, minimizar los retrasos y garantizar la calidad del trabajo. La implementación de estas metodologías, de forma correcta y sostenida, posee la capacidad de optimizar el enfoque aplicado a la gestión de proyectos constructivos vinculados al área de salud, alineándose estrechamente con los objetivos de maximizar la eficiencia en la ejecución de los proyectos y la adaptabilidad ante cambios en el entorno.

- Se implementó el Método Delphi con el objetivo de obtener un consenso experto sobre las propuestas de mejora para los diagramas futuros de flujo VSM y BPMN. La validación realizada a través de este método permitió corroborar que la aplicación de VSM y BPMN tiene un impacto significativo en la disminución de tiempos de espera y ciclos de actividad dentro de los macroprocesos analizados. Los expertos coincidieron en que, al aplicar estas metodologías, se logra mitigar las ineficiencias, optimizar los tiempos de ejecución y mejorar la calidad del trabajo realizado, al mismo tiempo que se reducen los retrabajos y las pérdidas operativas. La validación también destacó que, mediante la implementación adecuada de los diagramas VSM y BPMN, es posible transformar la gestión de proyectos en el sector de la construcción, especialmente en el contexto de la infraestructura en el sector salud. Estas herramientas no solo contribuyen a la mejora continua de los procesos, sino que también permiten un alineamiento más efectivo con los objetivos estratégicos del proyecto, como la maximización de la eficiencia en la ejecución del proyecto, la mejora de la adaptabilidad a cambios imprevistos y la optimización en el uso de los recursos.
- El objetivo principal de la presente tesis fue identificar las pérdidas en los proyectos de construcción de establecimientos de salud y optimizar la gestión de los procesos mediante las herramientas VSM y BPMN. El análisis detallado permitió identificar tiempos de espera, actividades sin valor añadido y áreas de mejora. La validación con el Método Delphi

mostró que la integración de estas metodologías optimiza tiempos de ejecución, mejora la coordinación y la calidad del trabajo, y reduce retrabajos. Las propuestas de mejora incluyen una planificación más detallada, mejor coordinación de equipos y controles de calidad más estrictos, contribuyendo a proyectos más eficientes y alineados con los objetivos estratégicos del sector salud. De esta manera, la correcta aplicación de las metodologías VSM y BPMN tiene el potencial de transformar la gestión de proyectos de construcción en el sector salud, alineándose con los objetivos de maximizar la eficiencia del sistema productivo, mejorar la adaptabilidad y garantizar la entrega de proyectos de alta calidad con un menor impacto de pérdidas y retrasos.

7.2. Recomendaciones

- Para potenciar la mejora continua en proyectos de construcción, es fundamental integrar el proceso iterativo del VSM y la BPMN con el uso de índices de productividad, creando un sistema cohesivo que permita una evaluación constante y una toma de decisiones más precisa. Estas herramientas pueden trabajar de manera complementaria tal como se muestra en los resultados obtenidos a partir de la validación mediante el Método Delphi, ya que VSM permite identificar ineficiencias a nivel macro, mientras que BPMN proporciona un análisis detallado de la secuencia de actividades y la interacción entre roles. Al combinar ambas herramientas con índices de productividad, es posible medir de forma objetiva aspectos como los tiempos de ciclo, la utilización de recursos y la sincronización entre tareas, lo que brinda información crucial para priorizar las mejoras en cada fase del proyecto. Este enfoque integrado permitirá documentar y evaluar las propuestas de mejora eficientemente, y facilitará su implementación en cada ciclo iterativo. Además, la colaboración constante con diversos expertos es clave para validar la viabilidad técnica de las mejoras propuestas,

asegurando la factibilidad dentro de las condiciones y restricciones específicas de cada proyecto. En conjunto, este modelo de trabajo colaborativo y basado en datos optimizará la planificación, ejecución y supervisión de las actividades constructivas, reduciendo los tiempos de retraso, mejorando la coordinación entre equipos y garantizando una entrega de proyectos con mayor calidad y menores costos.

- La integración de tecnologías avanzadas como la inteligencia artificial (IA), la realidad aumentada (RA), BIM e Internet de las Cosas (IoT) en la implementación de VSM y BPMN ofrece un enorme potencial para transformar los procesos de construcción. La IA, al ser aplicada a los diagramas del VSM y la BPMN, puede automatizar la identificación de patrones y predecir cuellos de botella, lo que permite una toma de decisiones más precisa y en tiempo real, optimizando la planificación y ejecución de proyectos. La integración de BIM con realidad aumentada (RA) y visualización 3D en tiempo real permite superponer los flujos de trabajo y diagramas de actividades sobre el entorno físico de la construcción, lo que facilita la identificación de ineficiencias, la localización de problemas y la comprensión de los procesos, alertando sobre posibles desviaciones o interrupciones durante la ejecución del proyecto. Además, la incorporación de IoT en estos sistemas mejora la visibilidad en tiempo real, permitiendo monitorear las condiciones del proyecto y gestionar los materiales de manera más eficiente. Esto asegura un flujo continuo de recursos y permite reducir pérdidas, retrasos y costos operativos, mejorando la eficiencia y garantizando la armonización de los procesos con los fines del proyecto. En conjunto, todo ello ofrece una visión integral de los procesos constructivos, facilitando una eficiente gestión de los proyectos.
- La elección de las propuestas de mejoras implementadas en las herramientas de gestión de flujo de procesos como el VSM y BPMN deben ser evaluadas por un análisis costo-

beneficio. De esta manera, se analiza los costos que incurre la implementación de una mejora, los beneficios que trae la mejora y su viabilidad frente a otras alternativas. Esto permite a las organizaciones a maximizar el retorno de inversión en la mejora de procesos priorizando las mejoras que garanticen un mayor valor en relación con el costo. Asimismo, este análisis ayuda a una mejor toma de decisiones y una mejor transparencia en las organizaciones.

- La gestión de flujos de procesos está asociada con seguridad en obra en la que se identifican, evalúan y controlan los riesgos. La seguridad en obra busca que se realicen las actividades con el menor riesgo posible y los diagramas permiten reconocer y mitigar estos riesgos. Es por ello, que se debe realizar investigaciones sobre la contribución de las herramientas VSM y BPMN a la seguridad en obra al establecer procedimientos claros y sistemáticos, facilitar el reconocimiento de riesgos y permitir el control de las normativas de seguridad vigentes.
- La baja difusión de BPMN en el sector de la construcción en Perú subraya la urgente necesidad de desarrollar estrategias efectivas de capacitación y difusión. Investigaciones futuras deberían centrarse en evaluar el impacto de distintos enfoques formativos, analizando cómo estos influyen en la adopción y correcta implementación de BPMN en proyectos constructivos. Es crucial explorar también cómo una formación integral, que abarque tanto aspectos técnicos como de gestión, puede mejorar la comprensión de roles y responsabilidades dentro de los equipos, lo que resultaría en una mayor colaboración y una optimización de los procesos. Estas iniciativas contribuirán a superar las barreras de conocimiento y facilitarán la integración exitosa de BPMN en el sector.

Bibliografía

- Alvarez, A. (2020). Simbología del VSM- Iconos del Value Stream Mapping. Lean Construction Mexico.
- Arbulu, R., Tommelein, I., Walsh, K., & Hershauer, J. (2003). “Value stream analysis of a re-engineered construction supply chain.” *Building Research & Information*, 31(2), 161-171.
- Ballard, G. (1997). The Last Planner, the missing link to production control. Proceedings 5th IGLC Conference. Gold Coast.
- Ballard, G. (2000). Lean Project Delivery System. LCI White Paper-8. Lean Construction Institute, Setiembre 2000.
- Ballard, G., Harper, N., & Zabelle, T. (2003). Learning to See Work Flow: An Application of Lean Concepts to Precast Concrete Fabrication. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 10(1), 6–14.
- Benedict, T., Kirchmer, M., Scarsig, M., Frantz, P., Saxena, R., Morris, D., & Hilty, J. (2019). BPM CBOK Version 4.0: Guide to the Business Process Management Common Body Of Knowledge. Independently published.
- Becker, J., Kugeler, M., & Rosemann, M. (2011). *Process Management: A Guide for the Design of Business Processes*. Springer Science & Business Media.
- Brioso, X. (2015 b). Integrating ISO 21500 Guidance on Project Management, Lean Construction, and PMBOK. *Procedia Engineering*, 123 (2015) 76 – 84.
- Cabrera Calva, R. C. (2010). Value Stream Mapping: Análisis del Mapeo de la Cadena de Valor.
<https://orion2020.org/archivo/cadenadevalor/VSM22.pdf>
- CAPECO. (2020). Construcción en el 2020: Desafíos y oportunidades para reactivarla. Informe Económico de La Construcción, 32(agosto), 1–96.

Contraloría General de la República del Perú. (2023). Informe de obras paralizadas en el territorio nacional a diciembre 2023.

https://doc.contraloria.gob.pe/estudiosespeciales/documento_trabajo/2019/Reporte_Obras_Paralizadas.pdf.

Costa, L., Barbosa, M. B. A., Baldam, R. de L., & Coelho, T. de P. (2019). Challenges of Process Modeling in Architecture and Engineering to Execute Projects and Public Works. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(1).

Deng, T. & Tan, Y. (2023). Efficient pavement distress detection and visual management in lean construction based on BIM and deep learning. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31)*, 174–185. doi.org/10.24928/2023/0230

Dumas, M., La Rosa, M., Mendling, J., & Reijers, H. A. (2013). *Fundamentals of Business Process Management*. Springer Science & Business Media.

Georgy, S. (2021). Labor Productivity Trends in U.S. Construction. *Project Production Institute*, 5. <https://projectproduction.org/journal/labor-productivity-trends-in-u-s-construction/>

Hines, P., & Nick, R. (1999). Value stream mapping, A distribution industry application. *Benchmarking: An International Journal*.

Howell, G. A. (1999). What is lean construction-1999. *Proceedings IGLC*.

Instituto Nacional de Estadística e Informática. (2020). *Producto Bruto Interno Trimestral*. 56.

Linstone, H. A., Turoff, M., & Helmer, O. (2002). *The Delphi Method Techniques and Applications* Edited by.

Martínez, J. P. (2011). *Aplicación del Value Stream Mapping*. Tesis, Querétaro.

Mckinsey Global Institute. (2017a). *Improving construction productivity*.

- Mckinsey Global Institute. (2017b). Reinventing Construction: A Route for higher Productivity.
- Morales, N. & Galeas, J. (2011). Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de gestión con el nivel de productividad en obras de construcción. Pontificia Universidad Católica del Perú.
- Ohno, T. (1988) Toyota Production System; Beyond large scale production, Productivity Press, Portland, Oregon.
- Pérez, L., & Gómez, M. (2019). Gestión de Proyectos de Construcción: Un enfoque integral. *Revista de Ingeniería de Construcción*, 34(2), 123-135.
- Pons, F., & Rubio, I. (2019). Lean Construction y la Planificación Colaborativa. *Guías Prácticas Lean Construction*, 1, 1–100.
- Raoufi, M., & Fayek, A. R. (2021). Identifying Actions to Control and Mitigate the Effects of the COVID-19 Pandemic on Construction Organizations: Preliminary Findings. *Public Works Management & Policy*, 26(1). <https://doi.org/10.1177/1087724X20969164>
- Rebai, S., AlBalkhy, W., Hamdi, O. & Lafhaj, Z. (2023). Lean construction and AWP: similarities, differences, and opportunities. *Proceedings of the 31st Annual Conference of the International Group for Lean Construction (IGLC31)*, 1428–1439. doi.org/10.24928/2023/0258.
- Rother, M. y Shook, J. (1998) Learning to see: value stream mapping to add value and eliminate muda, Massachusetts, EEUU, Lean Enterprise Institute.
- Rodríguez, F., & Ibieta, M. (2010). XIV International Congress on Project Engineering: El método Delphi como método de investigación en la gestión de riesgos contra atentados terroristas.
- Serpell, A. (2002). Administración de operaciones de construcción. Alfaomega.

Teicholz, P. (2013). Labor-Productivity Declines in the Construction Industry: Causes and Remedies (Another Look). AECbytes.

https://www.aecbytes.com/viewpoint/2013/issue_67.html

The Arcadis. (2022). 2022 Global Construction Disputes Report: Successfully navigating through turbulent times.

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

Koskela, L. (1999). Management of Production in Construction: A Theoretical View. 7th Annual Conference of the International Group for Lean Construction. Berkeley, USA, 26-28 Jul 1999. pp 241-252.

Weske, M. (2019). Business Process Management: Concepts, Languages, Architectures (3.^a ed.). Springer.

Yepes, V., González, F., Martí, J. V., & Bellido, R. (2004). Temas de procedimiento de construcción. Coste y producción de los equipos. In Editorial de la Universidad Politécnica de Valencia.


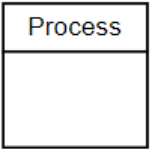
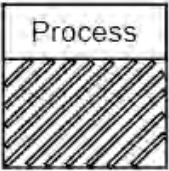
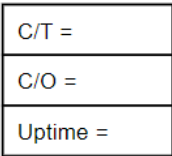
Anexos


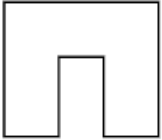
Anexo 1. Tablas de la Simbología VSM

Los iconos relacionados a los procesos nos permiten identificar qué actividad se realiza desde la llegada del material por el proveedor hasta la distribución del producto al cliente final. La tabla 9.1 muestra los símbolos de procesos.

Tabla 11.

Símbolos de los procesos VSM.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Cliente/Proveedor	Representa a los clientes en el sector superior derecho o los proveedores en el sector superior izquierdo.
	Flujo de proceso específico	Un flujo de actividad fijo dentro de un departamento.
	Proceso compartido	Un proceso que otras partes del flujo de valor comparten.
	Caja de datos	Datos sobre el paso del proceso, como la duración del ciclo, cambios realizados y tiempo de actividad.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Cliente/Proveedor	Representa a los clientes en el sector superior derecho o los proveedores en el sector superior izquierdo.
	Celda de trabajo	Indica que múltiples procesos están siendo integrados en una celda de trabajo de manufactura.

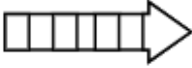
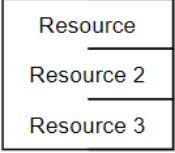

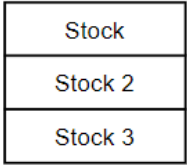

Nota *Fuente: Adaptado de Lean Construction Mexico (2020)

Los iconos relacionados con los materiales nos permiten identificar qué materiales se utilizan para el análisis gráfico. En la tabla 9.2 se pueden observar los símbolos de los materiales.

Tabla 12.

Símbolos de los materiales del VSM.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Inventario	Inventario entre dos procesos.
	Envíos	Traslados de las materias primas desde los proveedores a la fábrica, y luego a los clientes.





	<p>Flecha de empuje</p>	<p>El traslado de los materiales de un proceso al siguiente.</p>
	<p>Supermercado</p>	<p>Un inventario de "supermercado" (también denominado "punto de stock de Kanban")</p>
	<p>Retirada de materiales</p>	<p>Retiro de los materiales en un supermercado hacia los procesos posteriores.</p>
	<p>Stock de seguridad</p>	<p>"Cobertura" del inventario para evitar los problemas de producción.</p>
	<p>Envío externo</p>	<p>Envíos desde los proveedores o hacia los clientes.</p>

Nota *Fuente: Adaptado de Lean Construction Mexico (2020)

Los iconos relacionados con la información nos permiten identificar toda la información que se utiliza para el análisis gráfico. En la tabla 9.3 se pueden observar los símbolos de la información.

Tabla 13.

Símbolos de la información del VSM.




Símbolo	Nombre	Descripción
	Control de producción	Una persona, departamento u operación de control o planificación de la producción central.
	Información manual	Muestra el flujo general de información de memos o conversaciones.
	Información electrónica	Por ejemplo, el intercambio electrónico de datos (EDI), Internet, red de área extensa (WAN), red de área local (LAN) o intranets.
	Kanban de producción	Activa la producción de un número predeterminado de piezas. Esto indica a un proceso de suministro que proporcione las piezas a otro proceso posterior.

Nota *Fuente: Adaptado de Lean Construction Mexico (2020)

Los iconos generales son adiciones a los demás símbolos que nos permiten enriquecer al gráfico de VSM. En la tabla 9.4 se pueden observar los símbolos adicionales.

Tabla 14.

Símbolos generales del VSM.

Símbolo	Nombre	Descripción
	Estallido Kaizen	Los símbolos que llaman la atención destacan las áreas donde se necesitan mejoras con el fin de alcanzar el mapa de flujo de valor de estado futuro.
	Operario	Número de operadores que se necesitan para procesar los mapas VSM de una estación de trabajo concreta.
	Línea de tiempo	Muestra la duración de los ciclos y los tiempos de espera o inactividad. Se usa para calcular el plazo de entrega y la duración total del ciclo.



Nota *Fuente: Adaptado de Lean Construction Mexico (2020)

Anexo 2. Tablas de la Simbología de la BPMN

Anexo 2.1. Objetos de Flujo

Tabla 15.

Símbolos generales de tipos de Eventos de la BPMN.

Tipos de Eventos de la BPMN		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Símbolo de evento de inicio	Indica el primer paso de un proceso.
	Símbolo de evento de finalización	Indica el último paso en un proceso.

Nota *Fuente: Adaptado del libro Fundamentals of Business Process Management (2013)


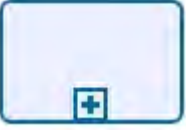
Tabla 16.*Símbolos generales de Eventos de la BPMN.*

Símbolos de eventos de la BPMN		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Símbolo de mensaje	Activa el proceso, facilita los procesos intermedios o completa el proceso.
	Símbolo de temporizador	Una fecha o una hora recurrentes activan el proceso, ayudan a los procesos intermedios o completan el proceso.
	Símbolo de escalación	Indica el último paso en un proceso.
	Símbolo múltiple	Activadores múltiples que inician un proceso
	Símbolo de paralelas múltiples	Una instancia de proceso que no comienza, continúa o finaliza hasta que todos los eventos posibles se hayan llevado a cabo.

Nota *Fuente: Adaptado del libro Fundamentals of Business Process Management (2013)

Tabla 17.



Símbolos generales de Actividades de la BPMN.

Símbolos de actividades de la BPMN		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Tarea	Una tarea es una actividad atómica que está incluida dentro de un proceso.
	Subproceso	Un Subproceso es una actividad que contiene otras actividades (un proceso).

Nota *Fuente: Adaptado del libro Fundamentals of Business Process Management (2013)

Tabla 18.

Símbolos generales de puertas de enlace de la BPMN.

Símbolos de puertas de enlace de BPMN		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Símbolo de exclusivo	Evalúa el estado del proceso de negocio y, según esa condición, separa el flujo en una o más rutas que se excluyen mutuamente.
	Símbolo de paralela	Se distingue de otras puertas de enlace porque no depende de condiciones o eventos.


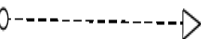
	Símbolo de inclusiva	Separa el flujo de procesos en uno o más flujos.
	Símbolo de exclusiva basada en eventos	Inicia una instancia nueva del proceso con cada suceso de un evento subsiguiente.
	Símbolo de compleja	Estas puertas de enlace solo se usan para los flujos más complejos en un proceso de negocio.
	Símbolo de paralela basada en eventos	Permite que múltiples procesos ocurran al mismo tiempo.


Nota *Fuente: Adaptado del libro Fundamentals of Business Process Management (2013)

Anexo 2.2. Objetos de Conexión

Tabla 19.

Símbolos generales de conexión en un diagrama de la BPMN.

Objetos de conexión en un diagrama BPMN		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Símbolo de flujo de secuencia	Conecta los objetos de flujo en un orden secuencial adecuado.
	Símbolo de flujo de mensaje	Representa mensajes de un participante del proceso a otro.

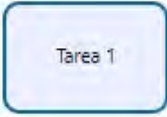
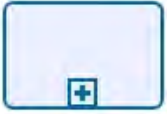
	Símbolo de asociación	Muestra relaciones entre los artefactos y los objetos de flujo
---	------------------------------	--

Nota *Fuente: Adaptado del libro Fundamentals of Business Process Management (2013)

Anexo 2.3. Carriles

Tabla 20.

Símbolos generales de Carriles en un diagrama de la BPMN.

Símbolos de carriles de la BPMN		
Símbolo	Nombre	Descripción
	Pool	Una tarea es una actividad atómica que está incluida dentro de un proceso.
	Pool Block	Un Subproceso es una actividad que contiene otras actividades (un proceso).

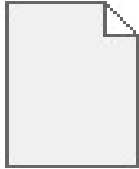
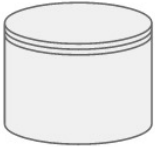
Nota *Fuente: Adaptado del libro Fundamentals of Business Process Management (2013)

Anexo 2.4. Artefactos

Tabla 21.

Símbolos generales de Artefactos en un diagrama de la BPMN.

Símbolos de artefactos de la BPMN		
Símbolo	Nombre	Descripción

	<p>Objeto de datos</p>	<p>Proveen información acerca del como los documentos, datos y otros objetos son usados y actualizados durante el Proceso.</p>
	<p>Depósito de datos</p>	<p>Ofrece a las actividades un mecanismo para consultar o actualizar información almacenada que persista más allá del alcance del Proceso.</p>

Nota *Fuente: Adaptado del libro Fundamentals of Business Process Management (2013)

Anexo 3. Tablas de Calidad en los Procesos

Anexo 3.1. Replanteos del tendido de tuberías de la red de agua fría

Tabla 22.

Proceso de calidad en el replanteo del tendido de tuberías.

Actividades	Proceso de Calidad	Acciones Correctivas
<p>Diseño de la red de agua fría</p>	<p>Verificar que previo al diseño de la red de agua fría se haya verificado los estudios necesarios para su correcto funcionamiento.</p>	<p>En caso de encontrar alguna disconformidad con el expediente, se debe informar a la supervisión y tomar las medidas correctivas.</p>
<p>Trazo de la red de agua</p>	<p>Se realiza el trazado basado en los planos del diseño para el posterior picado</p>	<p>En caso de que el trazo no se realice como indica los planos, se debe replantear el trazo. El Ing. responsable debe dar la conformidad</p>
<p>Picado y Excavación del trazo de la red de agua</p>	<p>Se realiza el picado y excavación del suelo de acuerdo al trazo para obtener una zanja</p>	<p>Se debe verificar las dimensiones requeridas. Si no se tiene las medidas correctas, se debe replantear y mejorar para</p>

		lograr las medidas correctas
Colocación de la cama de arena	En la zanja, se coloca la cama de arena	Si se encuentra material perjudicial para la instalación, se debe comunicar al Ing. responsable para tomar las medidas correctivas
Tendido de tuberías	Se realiza el corte de las tuberías necesarias, el pegado de las tuberías requeridas y accesorios como se indica en las Especificaciones técnicas	En caso se encuentre tuberías mal pegadas se debe replantear la actividad y corregir el error.
Prueba de presión	Se realiza las Pruebas de presión de 100 psi. Durante 1:30 horas	Verificar que el manómetro este calibrado que no exista aire dentro de las tuberías y verificar si se realizó una buena ejecución.
Resane del área picada	Se realiza la subsanación del suelo picado y excavado. Se rellena la zanja con material extraído.	En caso la tubería se dañe en la colocación del relleno, se debe reportar al Ing. Residente, realizar el cambio y volver a realizar la prueba

Nota *Fuente: Propia.

Anexo 3.2. Pintado de muros

Tabla 23.

Proceso de calidad en el pintado de muros.

Actividades	Proceso de Calidad	Acciones Correctivas
Picado de zonas con patologías en paredes	Verificar que las zonas con rajaduras y humedad sean picadas	Exigir que el picado sea hasta la capa que ha afectado las patologías.

Resane de las patologías existentes paredes	Verificar que el resane sea uniforme y la aplicación de aditivo en caso de que existiese humedad	En caso de encontrar alguna imperfección volver a realizarlo hasta buscar la uniformidad de las paredes
Lijado de paredes	Verificar que las paredes estén correctamente lijadas y lisas	Volver a lijar en caso de existir uniformidades
Aplicación de imprimante a las zonas resanadas	Verificar que se apliquen dos capas de imprimante y que este esté diluido correctamente.	En caso de encontrar una sola capa, exigir la aplicación de otra capa
Aplicación de sellador a las paredes	Verificar que sea aplicado el sellador uniformemente y este bien diluido	En caso de existir paredes sin la aplicación del sellador, aplicarlo nuevamente
Pintado de paredes	Verificar que se apliquen 2 capas de pintura	En caso de que la pared no este uniformemente pintada pasar una capa más de pintura

Nota *Fuente: Propia.

Anexo 4. Tablas de Calidad en los Materiales

Anexo 4.1. Replanteos del tendido de tuberías de la red de agua fría

Tabla 24.

Calidad en los materiales en el replanteo del tendido de tuberías.

Actividades	Proceso de Calidad	Acciones Correctivas
--------------------	---------------------------	-----------------------------

Tubería de PVC C-10 roscada 1/2"	Se verifica que las tuberías tengan las medidas requeridas	En caso no tener las medidas solicitadas, se realiza el cambio de tuberías
Accesorios	Se verificas que los codos, válvulas, tee y más tengan las dimensiones y especificaciones requeridas	En caso no tener las especificaciones solicitadas, se realiza el cambio del accesorio incorrecto
Arena	Se verifica si la arena es limpia, de grano grueso, rugoso y resistente, libre de cantidades perjudiciales de álcalis, ácido, materia orgánica, polvo, partículas blandas u otras sustancias dañinas, y deberá cumplir con los requisitos de la norma ASTM C33	En caso no cumplir las especificaciones, se debe cambiar la arena
Pegamento PVC azul	Se verifica que el pegamento sea para PVC y para tubería de agua fría	En caso no cumplir las especificaciones, se debe cambiar el pegamento

Nota *Fuente: Propia.

Anexo 4.2. Pintado de muros

Tabla 25.

Calidad en los materiales en el pintado de muros.

Actividades	Proceso de Calidad	Acciones Correctivas
Cemento, arena fina y agua	Se verifica que la proporción cemento/arena sea 1:4, además que los todos los materiales sean de calidad	En caso no tener las especificaciones solicitadas, se realiza el cambio de cemento y arena fina
Pasta Mural	Se verifica tener cantidad necesario de pasta mural para el pintado de las superficies. Se verifica que el material sea Pasta Mural	En caso no tener las especificaciones solicitadas, se realiza el cambio de pasta fina
Sellador	Se verifica tener cantidad necesario del sellador para el pintado de las superficies. Se verifica que el material	En caso no tener las especificaciones solicitadas, se realiza el cambio del sellador

	sea Sellador acrílico	
Imprimante	Se verifica tener cantidad necesario de imprimante para el pintado de las superficies	En caso no tener las especificaciones solicitadas, se realiza el cambio del imprimante
Pintura Látex Satinada	Se verifica tener cantidad necesario de pintura para el pintado de las superficies. Se verifica que el material sea pintura látex satinado	En caso no tener las especificaciones solicitadas, se realiza el cambio de la pintura

Nota *Fuente: Propia.

Anexo 5. Encuesta de Diagnostico

Anexo 5.1. Lista de Encuestados

Tabla 26.

Lista de encuestados.

N° DE ENCUESTADO	OCUPACIÓN
ENCUESTADO 1	CAPATAZ DE II.SS.
ENCUESTADO 2	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 3	ARQUITECTO
ENCUESTADO 4	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 5	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 6	CAPATAZ EN PINTURA
ENCUESTADO 7	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 8	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 9	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 10	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 11	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 12	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 13	INGENIERO CIVIL
ENCUESTADO 14	INGENIERO CIVIL

Nota *Fuente: Propia.

Anexo 6. Tablas de los parámetros fundamentales de los macroprocesos desarrollados para la elaboración de los diagramas BPMN

Anexo 6.1. Replanteos del tendido de tuberías de la red de agua fría

Tabla 27.

Parámetros fundamentales para la elaboración de los diagramas BPMN.

1. Responsable del proceso
Ingeniero Residente, Ingeniero Supervisor
2. Soporte
Ingeniero Asistente, Ingeniero Sanitario
3. Área operativa
Capataz, Operarios y Ayudantes
4. Objetivo principal
Realizar el macroproceso del replanteo de tuberías en un establecimiento de salud.
5. Entradas
Expediente técnico
6. Procesos involucrados
Replanteo de la red de agua fría: Verificación de expediente, aprobar replanteo, Elaboración de diseño de la nueva red, aprobar diseño, gestión de materiales y recursos, trazado de la nueva red, picado de la nueva red, vaciado de arena, tendido de tuberías, realizar prueba presión con inspección, aprobación de la prueba, instalación de accesorios, desinfección de

tuberías, subsanado de picado, observaciones, levantamiento de observaciones, recepción de la partida.
7. Salidas del proceso
Partida terminada, documento de recepción del proyecto, cronograma ejecutado.
8. Indicadores del proceso
- Tiempo de ejecución de los procesos - Número de observaciones
9. Infraestructuras
- Softwares para elaboración de documentos (Excel, Word, pdf) - Softwares para modelado y diseño (AutoCAD) - Elementos para envíos y recepción de información (Correos, WhatsApp, etc.)
10. Documentación del proceso
Expediente técnico, órdenes de compra de material, cronograma de ejecución de actividades, contratos legales, manual de maquinarias, documentos de recepción, documentos de verificación.
11. Registros
- Reuniones para coordinación del avance de la ejecución de la partida y correos electrónicos
12. Variables de control
-Tiempo de ejecución de la partida

-Calidad del trabajo

Nota *Fuente: Propia.

Anexo 6.2. Pintado de muros

Tabla 28.

Parámetros fundamentales para la elaboración de los diagramas BPMN.

1. Responsable del proceso
Ingeniero Residente, Ingeniero Supervisor
2. Soporte
Ingeniero Asistente
3. Área operativa
Capataz, Operario y Ayudante.
4. Objetivo principal
Realizar el pintado de todos los muros de un centro de salud
5. Entradas
Expediente técnico, metrados y cronograma de actividades.
6. Procesos involucrados
Revisión del expediente, metrado y designación de recursos, gestión del abastecimiento de materiales, acondicionamiento del área de trabajo, identificación de patologías, resanado de patologías, lijado, aplicación de fijadores, preparación de pintura, pintado, observaciones, levantamiento de observaciones, recepción del proyecto.

7. Salidas del proceso
Partida terminada, documento de recepción del proyecto, cronograma ejecutado.
8. Indicadores del proceso
-Tiempo de ejecución de los procesos -Número de observaciones -Calidad del trabajo -Satisfacción de cliente con el trabajo
9. Infraestructuras
-Softwares para elaboración de documentos (Excel, Word, pdf) -Elementos para envíos y recepción de información (Correos, Skype, WhatsApp) -Wincha, lapis, escuadras.
10. Documentación del proceso
-Expediente técnico, órdenes de compra de insumos de pintura, cronograma de ejecución de actividades, contratos legales, manual de maquinarias, documentos de recepción, documentos de verificación.
11. Registros
-Reuniones para coordinación del avance de la ejecución de la partida y correos electrónicos
12. Variables de control
-Tiempo de ejecución de las actividades - Calidad del trabajo

Nota *Fuente: Propia.

Anexo 7. Método Delphi

Anexo 7.1. Lista de Expertos

Tabla 29.

Lista de Expertos Método Delphi.

Nº DE EXPERTO	OCUPACIÓN	AÑOS DE EXPERIENCIA
EXPERTO 1	INGENIERO CIVIL	18
EXPERTO 2	INGENIERO CIVIL	16
EXPERTO 3	INGENIERO CIVIL	10
EXPERTO 4	INGENIERO CIVIL	23
EXPERTO 5	INGENIERO CIVIL	10

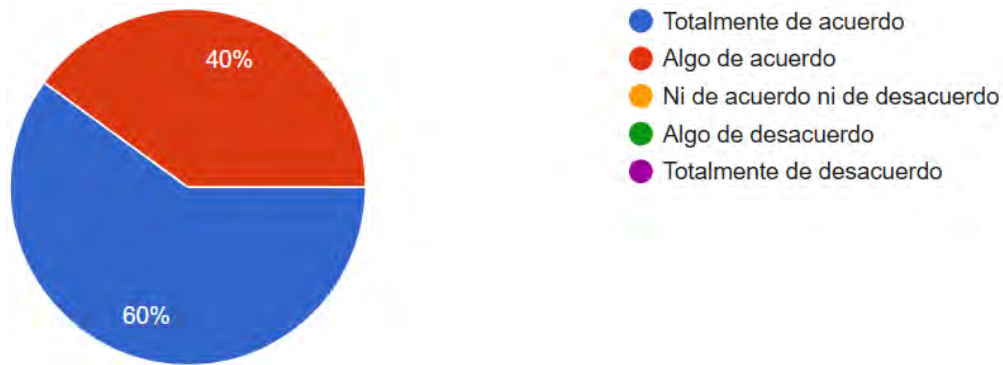
Nota *Fuente: Propia.

Anexo 7.2. Resultados de la Primera Ronda

- Replanteo del Tendido de Tuberías
 - Entradas y tiempo:
 - a) PREGUNTA N°1 - VSM: ¿Qué grado de acuerdo tiene usted en que la implementación de una revisión exhaustiva del expediente en campo para la elaboración de consultas (RFI) representa una optimización clave del proceso de revisión de la red de agua, reduciendo el tiempo total requerido para iniciar actividades en un 33% (de 3 a 2 días), según el análisis realizado bajo la metodología del Mapeo del Flujo de Valor (VSM)?

Figura 47.

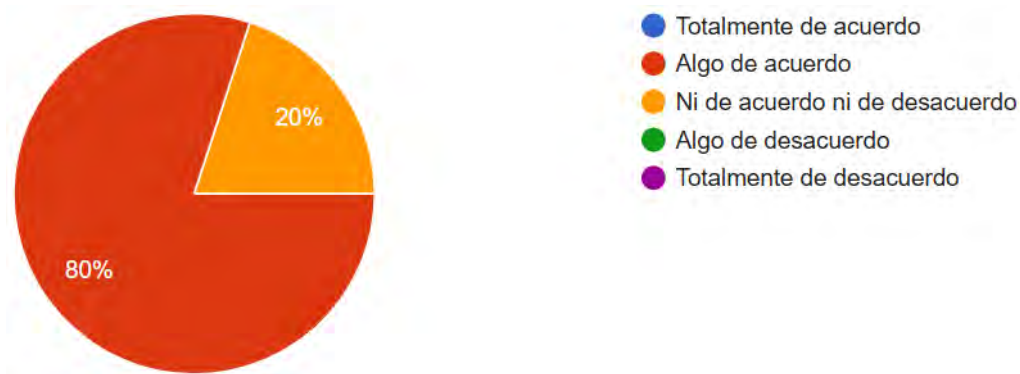
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°1 - Primera Ronda Método Delphi.



- b) PREGUNTA N°9 - BPMN: ¿En qué medida concuerda con que la implementación de un flujo de trabajo BPMN, que comienza con la revisión del expediente en campo por parte del Ingeniero Asistente y el Capataz para detectar discrepancias, seguida por la recopilación de datos adicionales sobre los errores identificados, y finaliza con la elaboración conjunta de RFIs, mejora significativamente la precisión y eficiencia en la transmisión de consultas por el Ingeniero Residente contribuyendo a una optimización general del proceso de manejo de RFIs y reduciendo el tiempo total requerido para iniciar actividades en un 33%?

Figura 48.

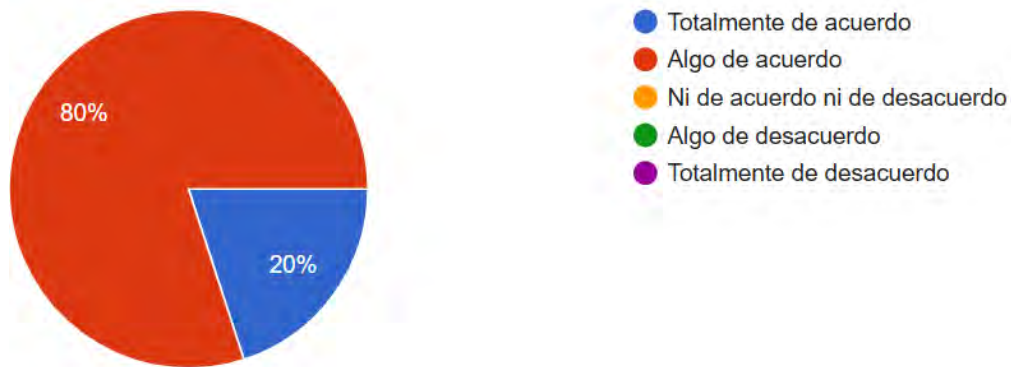
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°9 - Primera Ronda Método Delphi.



- Recursos y tiempo:
 - a) PREGUNTA N°2 - VSM: En qué medida coincide con que la implementación eficiente de una programación y control que facilite la comunicación en tiempo real con los proveedores, diversifique la red de suministros e involucre al supervisor para la aprobación de fichas técnicas contribuye significativamente a reducir el tiempo de abastecimiento de materiales, una disminución del 33% del tiempo total, de 3 a 2 días según lo identificado en el análisis realizado mediante la metodología del Mapeo del Flujo de Valor (VSM)?

Figura 49.

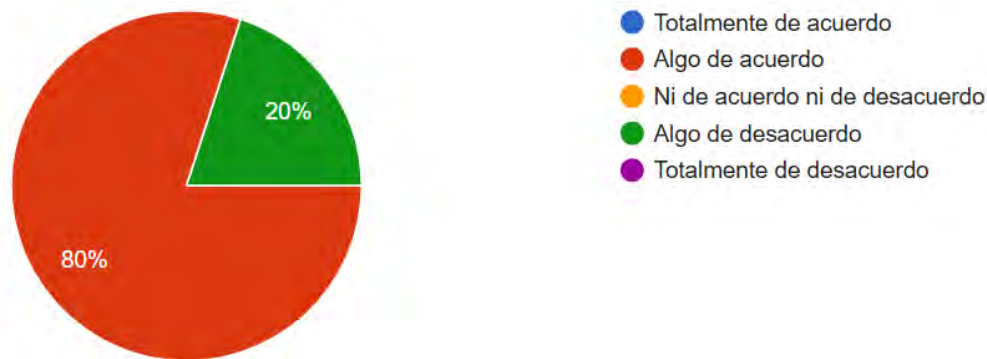
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°2 - Primera Ronda Método Delphi.



- b) PREGUNTA N°10 - BPMN: ¿Hasta qué punto está de acuerdo con que la implementación de un sistema integrado de gestión de proyectos y cadena de suministro, que posibilita el seguimiento en tiempo real y el análisis predictivo de los flujos de trabajo y las entregas de materiales, promueve una colaboración efectiva entre el Ingeniero Asistente (a cargo de los metrados en campo y la generación de la lista de materiales), el Ingeniero Residente (responsable de aprobar los metrados, seleccionar proveedores y generar órdenes de compra) y el Ingeniero Supervisor (encargado de la verificación de los materiales según lo especificado en el expediente), resultando en una mejora significativa en la precisión de la planificación y la eficiencia de la ejecución de los procesos, alineados con los principios de la BPMN y contribuyendo a una disminución del 33% del tiempo total en los procesos de gestión de proyectos y cadena de suministro?

Figura 50.

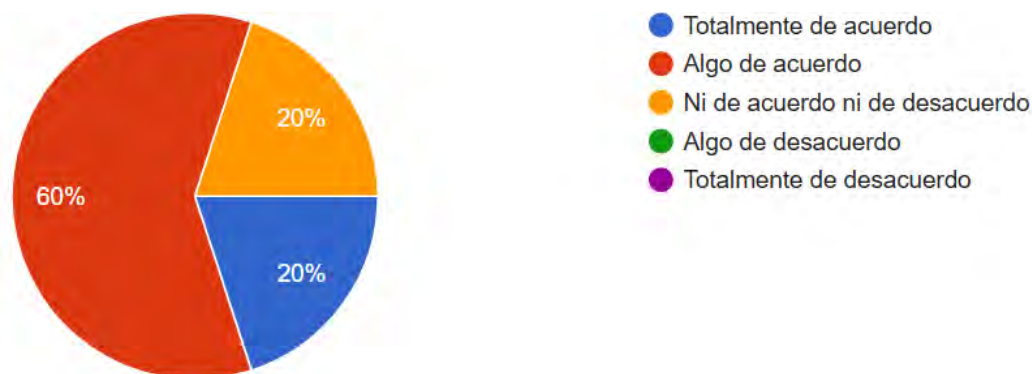
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°8 - Primera Ronda Método Delphi.



- Procesos y tiempo:
 - a) PREGUNTA N°3 - VSM: Desde el enfoque de la metodología del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), ¿cómo contribuiría la incorporación de un Ingeniero Sanitario experimentado y competente en el manejo de softwares de diseño específicos, al mejoramiento del proceso de diseño de la nueva red de agua fría, específicamente en términos de optimizar el flujo de valor y lograr una reducción en el tiempo de diseño de un 25% (de 4 a 3 días)?

Figura 51.

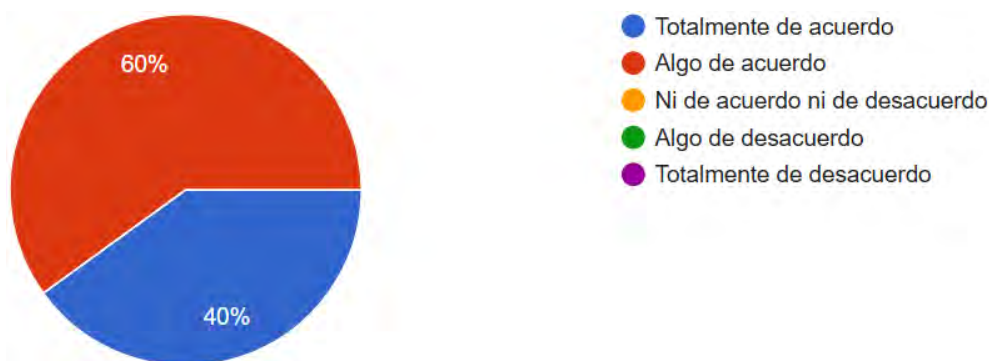
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°3 - Primera Ronda Método Delphi.



- b) PREGUNTA N°11 - BPMN: ¿Cuán de acuerdo está con la afirmación de que la aplicación de la metodología BPMN que incorpora a un Ingeniero Sanitario experto para el diseño y modelamiento de la nueva red de agua fría y una evaluación en campo; la supervisión y aprobación del Ingeniero Residente; y el apoyo del equipo operativo son importantes para la optimización del diseño y ejecución del proyecto, logrando una reducción en el tiempo de diseño de un 25%?

Figura 52.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°11 - Primera Ronda Método Delphi.

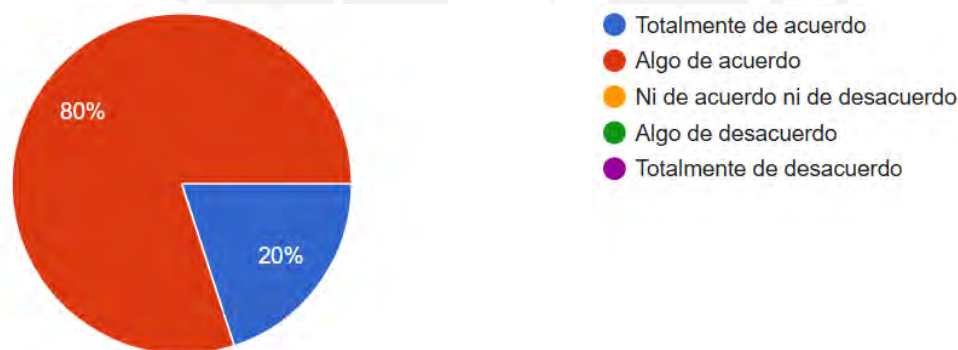


- Salidas y tiempo:

- a) PREGUNTA N°4 - VSM: Desde la perspectiva de la metodología del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), ¿cómo la implementación de una 'Punch List' detallada, clasificando las observaciones de construcción por su importancia y combinándola con una supervisión efectiva y un control de calidad exhaustivo, puede optimizar el flujo de valor en el proceso de corrección de observaciones, con el objetivo de lograr una mejora del 33% en la eficiencia del tiempo de resolución (reduciendo el tiempo de 3 a 2 días)?

Figura 53.

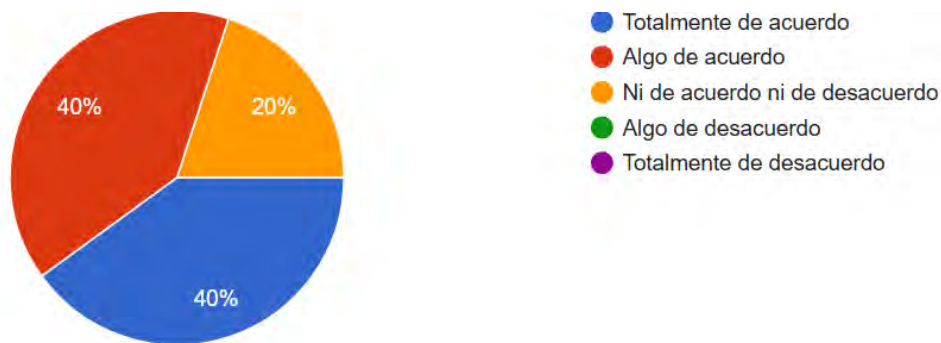
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°4 - Primera Ronda Método Delphi.



- b) PREGUNTA N°12 - BPMN: Desde la perspectiva de la metodología de la BPMN ¿En qué medida está de acuerdo con que la aplicación de un 'Punch List' detallado, que categoriza las observaciones según su nivel de importancia, la gestión por parte del Ingeniero Residente (encargado de la categorización), el equipo operativo (responsable del levantamiento de las observaciones categorizadas) y la supervisión conjunta del Ingeniero Asistente y Residente, contribuye significativamente a mejorar la eficiencia en la resolución de observaciones, con el objetivo de lograr una mejora del 33% en el tiempo de resolución, reduciendo el plazo de 3 a 2 días?

Figura 54.

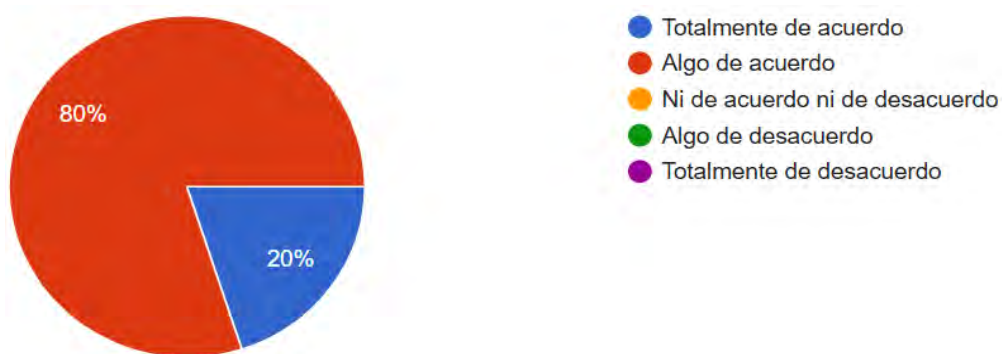
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°12 - Primera Ronda Método Delphi.



- Recursos y tiempo:
 - a) PREGUNTA N°5 - VSM: Desde la perspectiva de la metodología del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), ¿de qué manera la incorporación de un Asistente del Ingeniero Residente con experiencia en cuantificación de materiales y cuadrillas aporta la gestión del control de abastecimiento lo que contribuye a optimizar el flujo de valor en el proceso de adquisición de materiales, buscando lograr una reducción significativa en el tiempo de dicho proceso de un 40% (de 5 a 3 días)?

Figura 55.

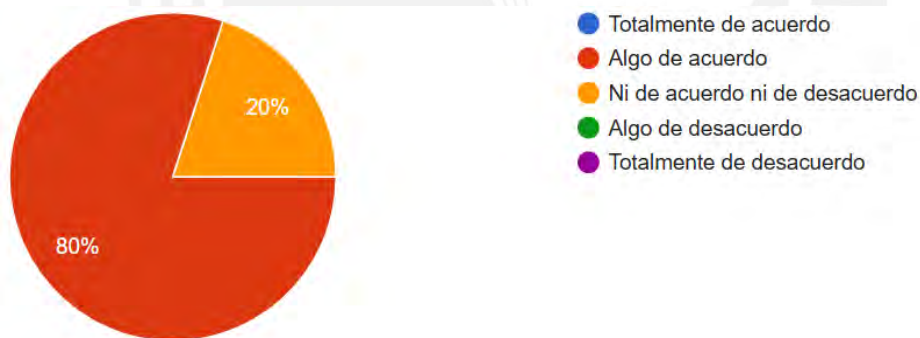
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°5 - Primera Ronda Método Delphi.



- b) PREGUNTA N°13 - BPMN: Desde la perspectiva de la metodología BPMN, ¿En qué medida la incorporación de un Ingeniero Asistente con experiencia en cuantificación de materiales y cuadrillas; asimismo, la elaboración de órdenes de compra, el seguimiento y control del abastecimiento de materiales y su recepción encargado por el Ingeniero Residente contribuye a optimizar el flujo de valor en el proceso de adquisición de materiales, con el objetivo de lograr una mejora del 40% en el tiempo de resolución, pasando de 5 a 3 días, mejorando la disponibilidad de materiales y asegurando el cumplimiento de los estándares de calidad del proyecto?

Figura 56.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°13 - Primera Ronda Método Delphi.

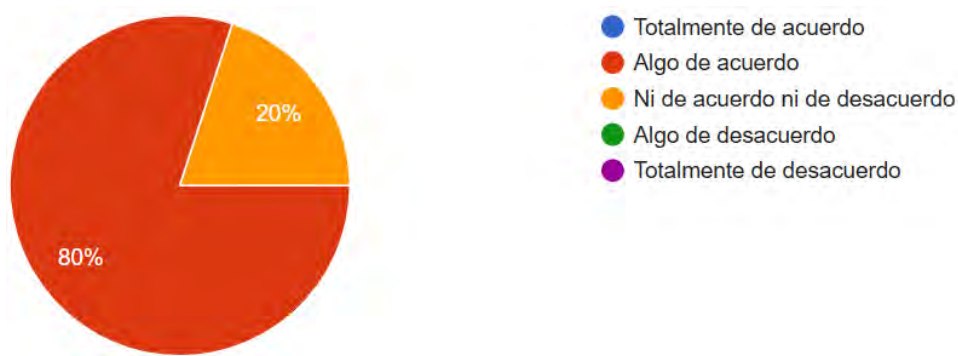


- Procesos y tiempo:
- a) PREGUNTA N°6 - VSM: En el contexto de optimización de procesos, ¿en qué medida considera que implementación de una planificación detallada y una coordinación efectiva entre las diversas partes involucradas (ingenieros, capataces, personal de salud) que permita el trabajo en paralelo de las actividades de las cuadrillas para el acondicionamiento del área y la identificación de patologías, contribuirá a reducir en

25% el tiempo (2.5 a 2 días) y tener procesos más óptimos?

Figura 57.

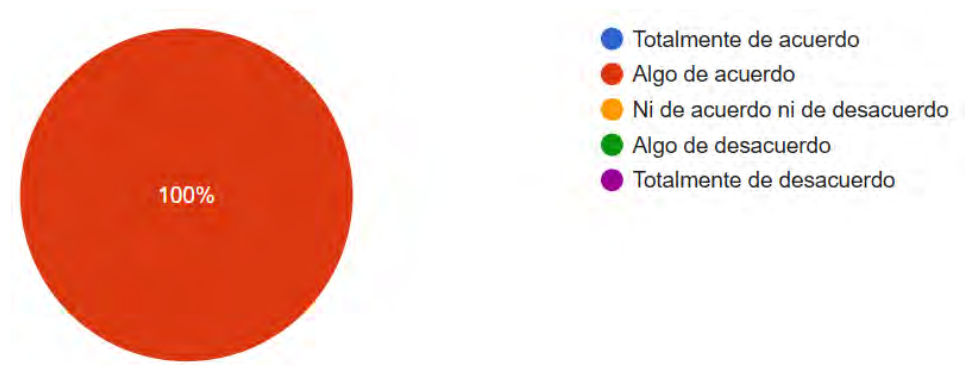
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°6 - Primera Ronda Método Delphi.



- b) PREGUNTA N°14 - BPMN ¿En qué medida considera que la aplicación de la metodología BPMN para mapear detalladamente los procesos de trabajo y coordinar eficientemente a ingenieros, capataces, ayudantes y personal de salud en el acondicionamiento del área de trabajo, mientras que en paralelo la cuadrilla de pintura, liderada por el capataz y el ingeniero asistente, realiza la identificación de patologías, refleja una estrategia efectiva para mejorar la eficiencia y calidad en proyectos de construcción, contribuyendo a reducir en 25% el tiempo de acondicionamiento e identificación de patologías?

Figura 58.

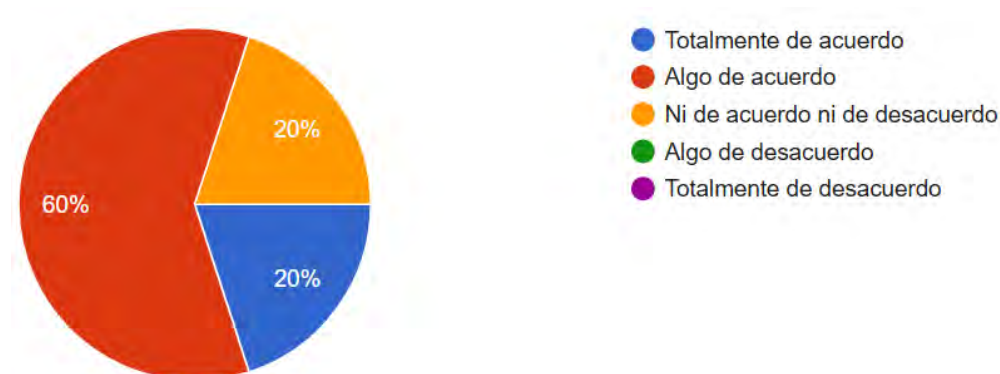
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°14 - Primera Ronda Método Delphi.



- Control y tiempo:
 - a) PREGUNTA N°7 - Desde el enfoque de la metodología del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), ¿cómo impacta la supervisión y el control de calidad realizados por el Ingeniero Asistente del Residente en los procesos de pintado de muros, en términos de prevenir defectos como una preparación inadecuada de la superficie, resanes incorrectos que resultan en muros desnivelados, lijado irregular y aplicación inadecuada de la primera capa de pintura, para lograr una optimización del flujo de valor que se refleje en una reducción del tiempo del proceso en un 25% (de 8 a 6 días)?

Figura 59.

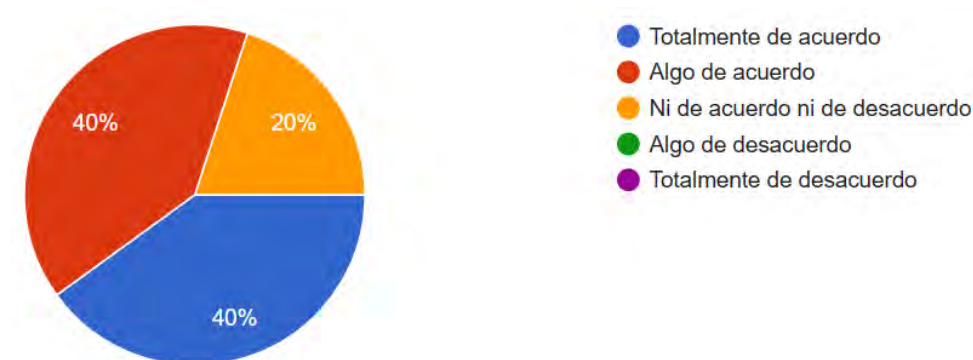
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°7 - Primera Ronda Método Delphi.



- b) PREGUNTA N°15 - ¿En qué medida la implementación de la metodología BPMN, con la supervisión continua del Ingeniero Asistente y el Capataz, y respaldada por el Ingeniero Residente antes de cada aplicación de capa subsiguiente de pintura, refleja una mejora efectiva en la gestión de procesos de pintado de paredes en proyectos de construcción en el sector salud, logrando una reducción del tiempo del proceso en un 25%?

Figura 60.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°15 - Primera Ronda Método Delphi.

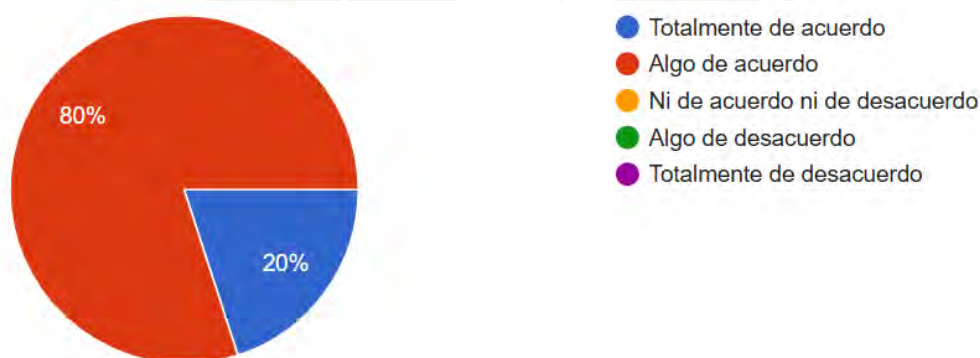


- Salidas y tiempo:

- a) PREGUNTA N°8 - VSM: En el contexto de la metodología del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), ¿cómo contribuye la implementación de una lista detallada de puntos a subsanar (zonas perjudicadas) para su seguimiento efectivo, junto con la adecuada colocación de señaléticas de advertencia (como 'Recién Pintado'), en la optimización del flujo de valor durante el proceso de levantamiento de observaciones (identificación y corrección de daños y errores), facilitando así la reducción del tiempo necesario para esta actividad en un 33% (de 3 a 2 días)?

Figura 61.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°8 - Primera Ronda Método Delphi.

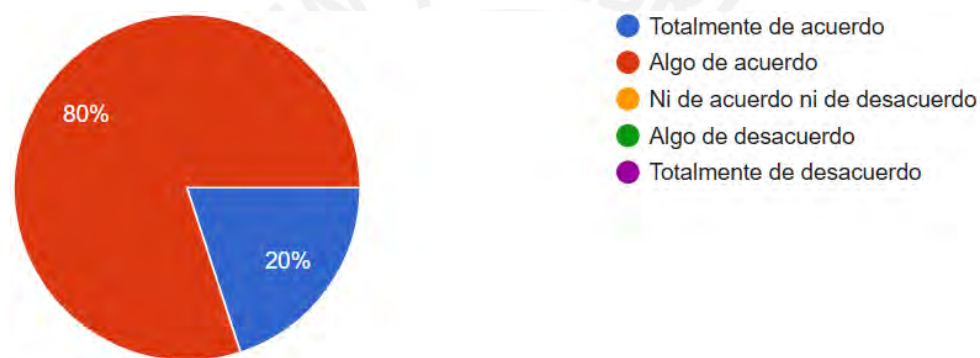


- b) PREGUNTA N°16 - BPMN Por favor, indique su grado de acuerdo con la siguiente afirmación, teniendo en cuenta la propuesta de mejora desde el enfoque de la herramienta BPMN para el proceso estructurado que incluya la identificación, corrección y validación de las zonas perjudicadas en el proyecto, mediante una lista detallada de puntos a subsanar y la colocación de señaléticas de advertencia como 'Recién Pintado', bajo supervisión continua del equipo técnico y operativo, con la aprobación final del Ingeniero supervisor antes de avanzar, refleja una estrategia

efectiva para reducir las imperfecciones causadas por actividades paralelas (como mantenimiento de puertas, ventanas o instalación de accesorios sanitarios), optimizando el tiempo necesario para estas actividades y con una reducción del tiempo necesario para esta actividad de 33%(3 a 2 días), lo que mejorará la eficiencia y calidad en proyectos de construcción. ¿En qué medida está de acuerdo con esta afirmación?

Figura 62.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°16 - Primera Ronda Método Delphi.

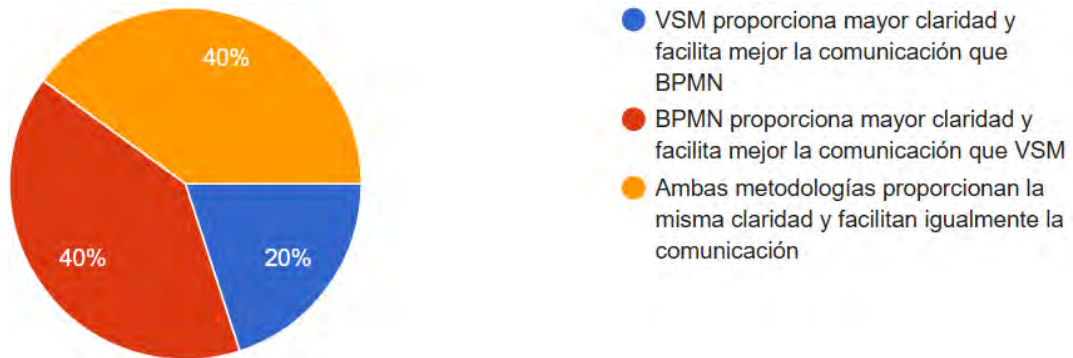


- Comparación de Metodologías
- Claridad y comunicación:

PREGUNTA N°17 ¿Cuál metodología, VSM o BPMN, considera que proporciona una mayor claridad en la identificación de áreas de mejora en procesos complejos y facilita mejor la comunicación entre equipos multidisciplinares en proyectos de mejora de procesos?

Figura 63.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°17 - Primera Ronda Método Delphi.



- Impacto en la Reducción de Tiempos y Mejora Continua:

PREGUNTA N°18: En su experiencia, ¿cuál de las metodologías, VSM o BPMN considera que contribuye de manera más significativa a la reducción de tiempos de proceso, al permitir implementar cambios rápidos y efectivos durante la ejecución de proyectos, lo que facilita la mejora continua y la optimización de la eficiencia operativa?

Figura 64.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°18 - Primera Ronda Método Delphi.

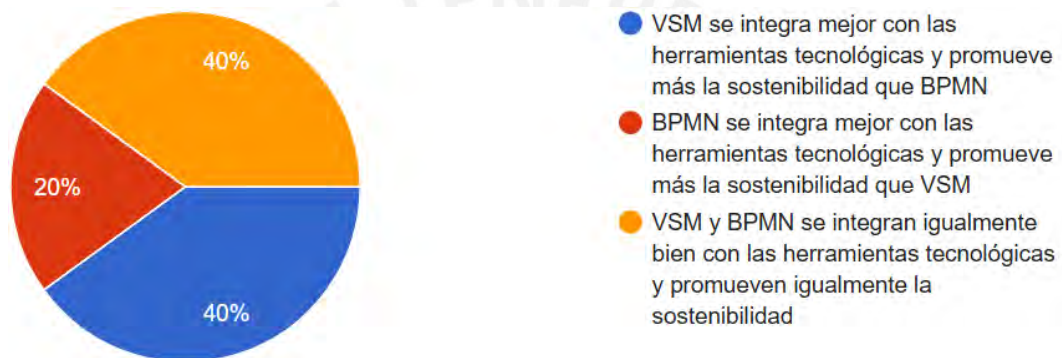


- Integración Tecnológica y Sostenibilidad de Mejoras:

PREGUNTA N°19: Considerando las herramientas tecnológicas actuales y la sostenibilidad de las mejoras a largo plazo, ¿piensa que VSM o BPMN se integra mejor con estas herramientas y promueve más efectivamente la sostenibilidad de las mejoras implementadas?

Figura 65.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°19 - Primera Ronda Método Delphi.

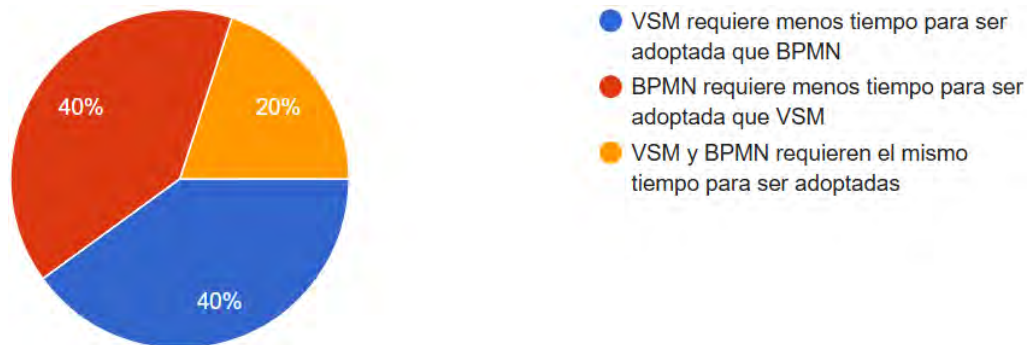


- Curva de Aprendizaje:

PREGUNTA N°20 ¿Cuál metodología, VSM o BPMN, considera que requiere menos tiempo para ser efectivamente adoptada en proyectos de mejora de procesos, considerando la curva de aprendizaje para los equipos involucrados?

Figura 66.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°20 - Primera Ronda Método Delphi.



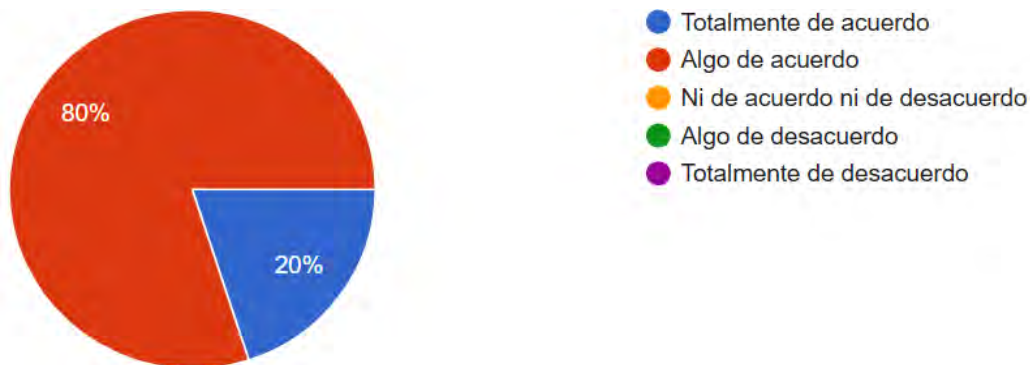
Anexo 7.3. Resultados de la Segunda Ronda

- Replanteo del Tendido de Tuberías
- Entradas y tiempo:

Pregunta N°9 – BPM: ¿En qué medida está de acuerdo con que la implementación de un flujo de trabajo BPMN, que comienza con la revisión del expediente en campo por parte del Ingeniero Asistente y el Capataz para detectar discrepancias, seguida por la recopilación de datos adicionales sobre los errores identificados, luego por la realización de acuerdos internos de las posibles mejoras con el Supervisor y finalmente la formalización de los RFIs para su aceptación, mejora significativamente la eficiencia en la transmisión de consultas y contribuye a esta optimización general del proceso y a la reducción del tiempo del proceso?

Figura 61.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°9 – Segunda Ronda Método Delphi.

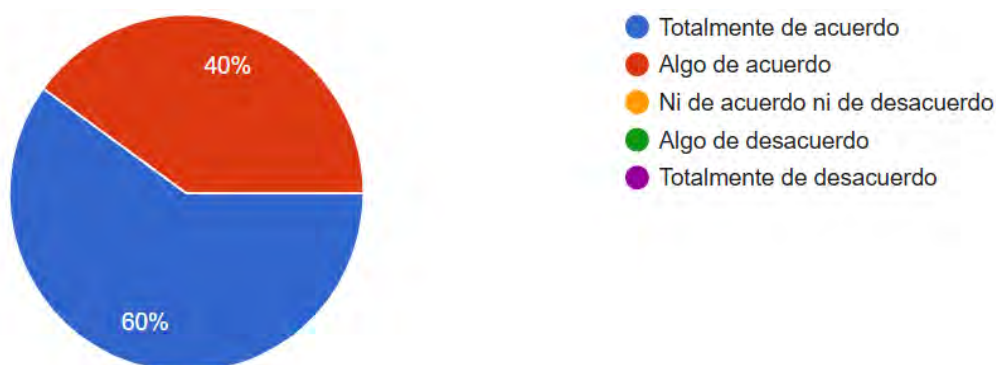


- Procesos y Tiempo:

Pregunta N°3 – VSM: Para mejorar el flujo de la metodología del Mapeo de la cadena de valor, ¿hasta qué punto está de acuerdo con que la incorporación de un Ingeniero Sanitario experimentado y competente en el manejo de softwares de diseño específicos en el mejoramiento del proceso de diseño de la nueva red de agua fría, y a su vez que trabaje con el equipo operativo para el desarrollo de los procesos subsiguientes de las IISS resulta en un diseño óptimo y contribuirá significativamente a reducir el tiempo del proceso?

Figura 62.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°3 – Segunda Ronda Método Delphi.

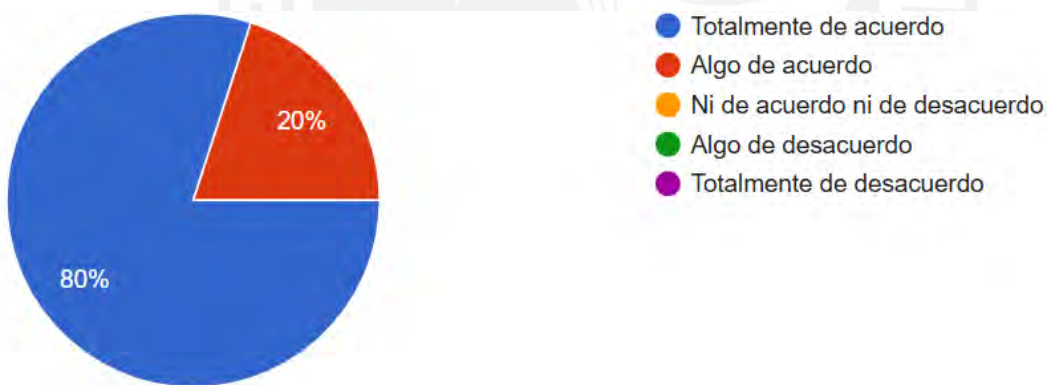


- Recursos y Tiempo:

Pregunta N°10 – BPMN: En el contexto de mejorar la eficiencia en la entrega de materiales para proyectos, ¿hasta qué punto está de acuerdo con la efectividad de una estrategia integral que incluye la utilización de tecnología para el seguimiento en tiempo real, la mejora de la comunicación con proveedores, la diversificación de la base de proveedores, y la participación anticipada de supervisores gubernamentales para agilizar las aprobaciones de las fichas técnicas mejora significativa en la precisión de la planificación y la eficiencia de la ejecución de los procesos de gestión de proyectos y cadena de suministro reduciendo los tiempos de espera?

Figura 63.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°10 – Segunda Ronda Método Delphi.



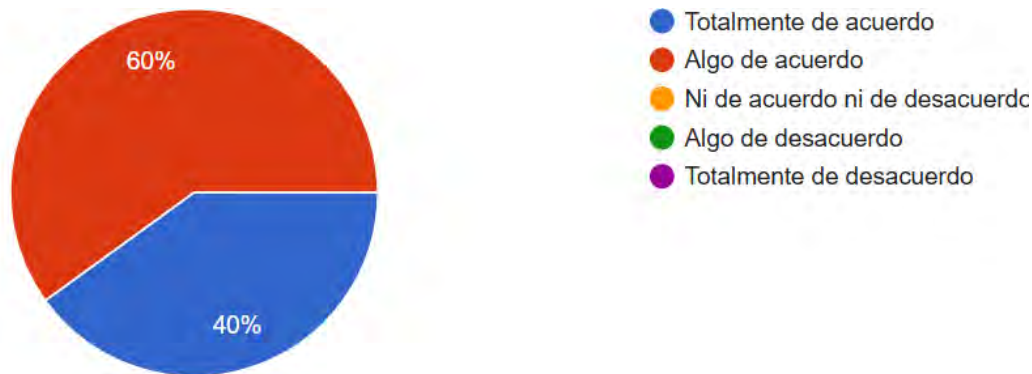
- Salidas y Tiempo:

Pregunta N°12 – BPMN: ¿Desde la perspectiva de la metodología de la BPMN ¿En qué medida está de acuerdo con que la aplicación de un 'Punch List' detallado que categoriza las observaciones según su nivel de importancia por parte del Ingeniero Residente, el levantamiento de las observaciones categorizadas por parte del equipo responsable y la actualización del 'Punch List' de manera diaria e informar las observaciones al equipo técnico

contribuye significativamente a mejorar la eficiencia en el levantamiento y resolución de observaciones, con el objetivo de reducir el tiempo del proceso?

Figura 64.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°12 – Segunda Ronda Método Delphi.

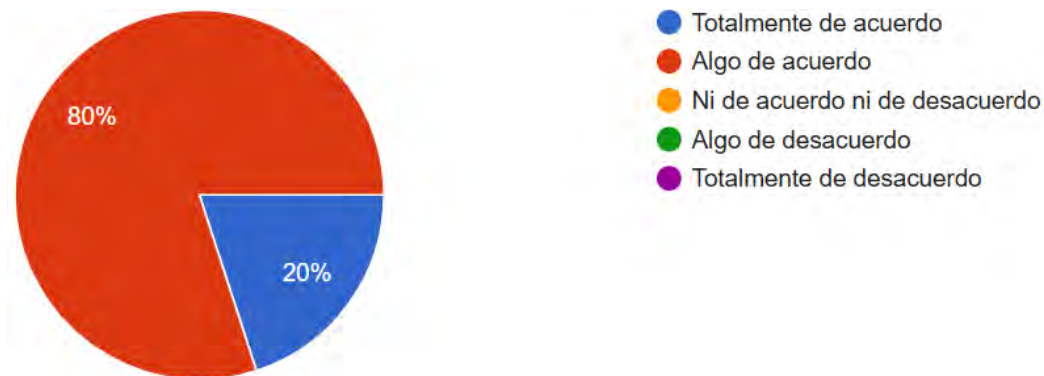


- Replanteo del Pintura de Muros
- Recursos y tiempo:

Pregunta N°13 – BPMN: ¿En qué medida está de acuerdo que la mejora en la aplicación de la metodología BPMN, mediante la incorporación de Ingeniero Asistente experimentado en metrado de materiales para así elaborar de manera anticipada las órdenes de compra y la llegada del material gestionados por parte del Ingeniero Residente, y luego realizar la cuantificación de mano de obra contribuye significativamente a la gestión de abastecimiento de materiales reduciendo el tiempo? Esta estrategia busca reducir el tiempo del proceso de metrado y gestión de materiales para tenerlo antes posible en obra y luego realizar la cuantificación de mano de obra.

Figura 65.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°13 – Segunda Ronda Método Delphi.

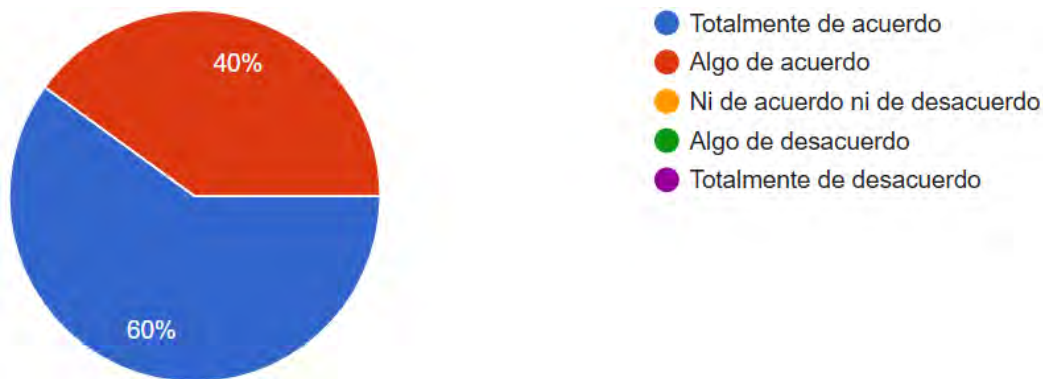


- Procesos y tiempo:

Pregunta N°6 – VSM: En el contexto de optimización de procesos, ¿hasta qué punto está de acuerdo con que una planificación detallado y una coordinación cuidadosas entre ingenieros en las que se enliste las actividades con su duración, se asigne los responsables de las tareas, se asigne los recursos, se defina las zonas de trabajo seguras y delimitadas para evitar la superposición, y se controle por el Ingeniero Residente permite optimizar los procesos donde se realiza el trabajo en paralelo de las actividades de acondicionamiento del área y la identificación de patología, y contribuye a una reducción efectiva del tiempo?

Figura 66.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°6 – Segunda Ronda Método Delphi.

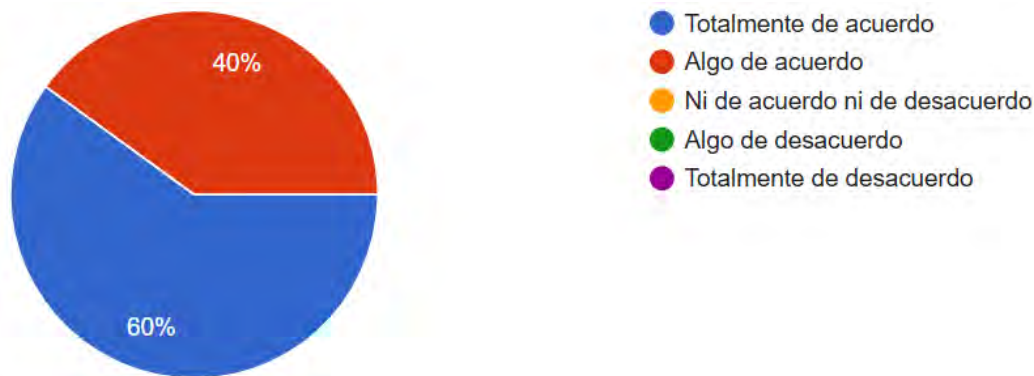


- Control y tiempo:

Pregunta N°7 – VSM: En el contexto del Mapeo de la Cadena de Valor (VSM), ¿cuál es el impacto de una supervisión y control de calidad continuos realizados por el equipo técnico, compuesto por el Ingeniero Asistente y el Capataz de Pintura, en la prevención de defectos como la preparación inadecuada de la superficie, la aplicación incorrecta de resanes que conllevan a muros desnivelados y un lijado irregular, y cómo la validación subsiguiente de estas actividades por parte del Ingeniero Residente contribuye a evitar la aplicación inadecuada de la primera capa de pintura, influyendo esto en la optimización del flujo de valor reflejada en una reducción del tiempo del proceso?

Figura 67.

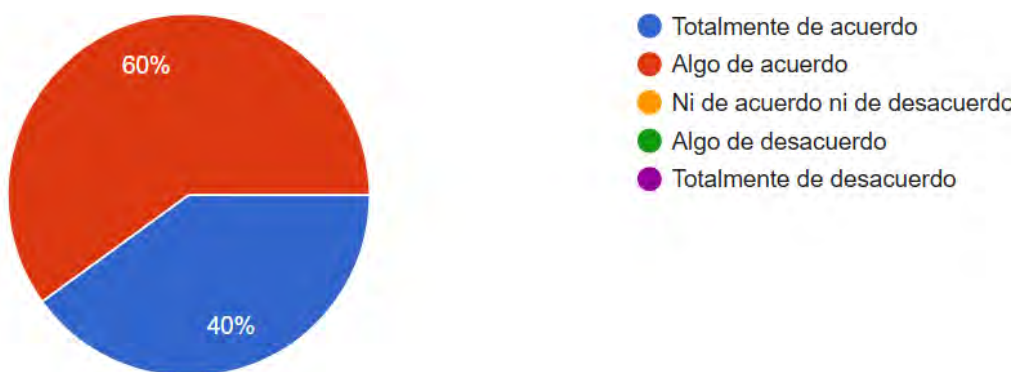
Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°7 – Segunda Ronda Método Delphi.



Pregunta N°15 – BPMN: ¿En qué medida la implementación de la metodología BPMN, con la supervisión continua de calidad del Ingeniero Asistente y el Capataz, y respaldada por la validación del Ingeniero Residente como restrictivo para continuar con los procesos para así evitar la aplicación de resanes irregulares, lijados imperfectos y una aplicación inadecuada de la segunda capa de pintura, refleja una mejora efectiva en la gestión de procesos de pintado de paredes en proyectos de construcción en el sector salud logrando así una reducción del tiempo del proceso?

Figura 68.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°15 – Segunda Ronda Método Delphi.



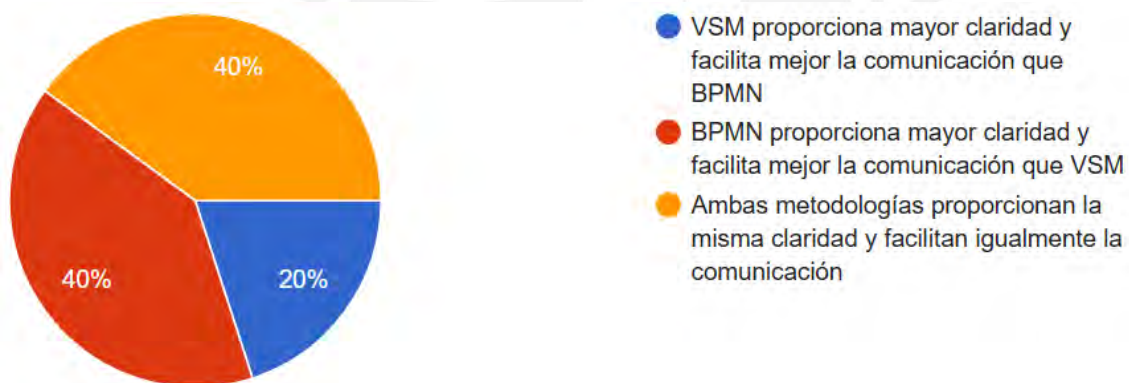
- **Comparación de Metodologías**

- Claridad y comunicación:

Pregunta N°17: Basándose en su experiencia y los feedbacks recibidos, ¿en qué medida está de acuerdo con que la metodología BPMN proporciona una claridad superior en la identificación de áreas de mejora y facilita de manera más efectiva la comunicación entre equipos multidisciplinares en comparación con la metodología VSM, que requiere una capacitación más intensiva?

Figura 69.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°17 – Segunda Ronda Método Delphi.

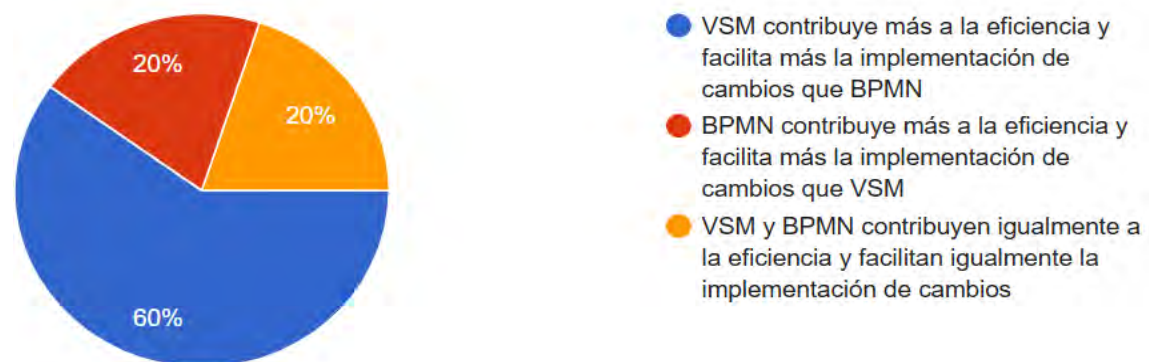


- Impacto en la Reducción de Tiempos y Mejora Continua:

Pregunta N°18: Basado en su experiencia, ¿en qué medida está de acuerdo con que las metodologías VSM y BPMN considera que contribuye de manera más significativa a la reducción de tiempos de proceso, especialmente en situaciones que requieren realizar cambios rápidos y efectivos durante la ejecución de proyectos, y cómo valora cada una en términos de facilitar la implementación de ajustes rápidos para optimizar la eficiencia operativa y adaptarse a las observaciones emergentes durante el desarrollo de los mismos?

Figura 70.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°18 – Segunda Ronda Método Delphi.

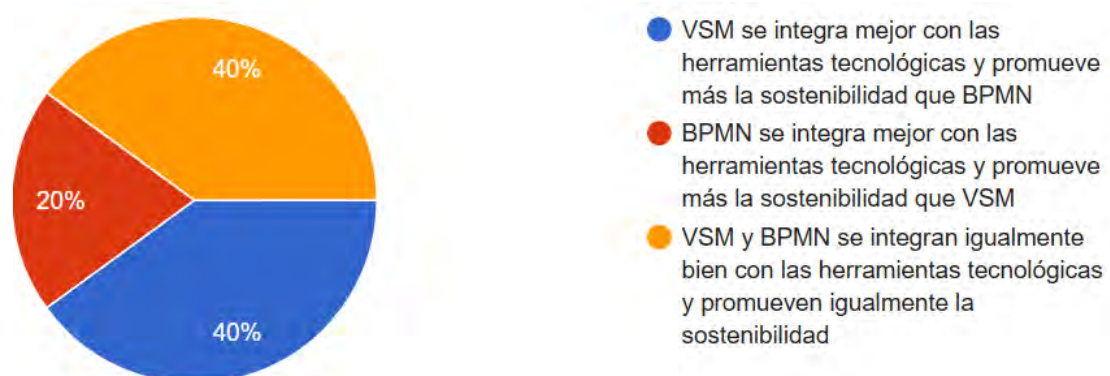


- Integración Tecnológica y Sostenibilidad de Mejoras:

Pregunta N°19: En relación con la adaptabilidad a las herramientas tecnológicas modernas y la capacidad de mantener mejoras sostenibles a largo plazo, ¿cuál metodología entre Value Stream Mapping (VSM) y Business Process Model and Notation (BPMN) considera que se integra mejor y promueve más eficazmente estos aspectos? Basándose en su experiencia, indique si VSM o BPMN cumple mejor con estos criterios.

Figura 71.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°19 – Segunda Ronda Método Delphi.



- Curva de Aprendizaje:

Pregunta N°20: Considerando su experiencia y la curva de aprendizaje necesaria para los equipos, ¿en qué medida está de acuerdo con que las metodologías VSM y BPMN se adaptan rápidamente en proyectos de mejora de procesos? Por favor, evalúe la facilidad de adopción de cada metodología basándose en la claridad de los flujos y la representación gráfica que facilita la participación y comprensión de los involucrados.

Figura 72.

Gráfico tipo circular con las respuestas a la pregunta N°20 – Segunda Ronda Método Delphi.

