



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN
OPTIMIZACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE UCI, HOSPITAL
EUGENIO ESPEJO APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN
CONSTRUCTION

AUTOR

Ing. Sánchez Duchicela Danny Paul

**TRABAJO DE TITULACIÓN EN MODALIDAD DE
INFORME DE INVESTIGACIÓN**
Previo a la obtención del grado académico en
**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN
GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN**

TUTOR

PhD. Guevara Robalino Jorge Javier

La Libertad, Ecuador

Año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**ROXANA DEL CARMEN
ALVAREZ ACOSTA**

**PhD. Roxana Alvarez Acosta
COORDINADORA (E) DEL
PROGRAMA**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**JORGE JAVIER
GUEVARA ROBALINO**

**PhD. Guevara Robalino Jorge
TUTOR**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**SANTIAGO AURELIO
OCHOA GARCÍA**

**PhD. Ochoa García Santiago
DOCENTE ESPECIALISTA**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**NATIVIDAD LEONOR
GARCIA TRONCOSO**

**PhD. Garcia Troncoso Natividad
DOCENTE ESPECIALISTA**



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**MARIA MARGARITA
RIVERA GONZALEZ**

**Ab. María Rivera González, Mgtr.
SECRETARIA GENERAL
UPSE**



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN

Certifico que luego de haber dirigido científica y técnicamente el desarrollo y estructura final del trabajo, este cumple y se ajusta a los estándares académicos, razón por el cual apruebo en todas sus partes el presente trabajo de titulación que fue realizado en su totalidad por ING. DANNY PAUL SÁNCHEZ DUCHICELA, como requerimiento para la obtención del título de Magíster en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción

TUTOR



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**JORGE JAVIER
GUEVARA ROBALINO**

PhD. Guevara Robalino Jorge Javier

28 días del mes de agosto del año 2026



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD

Yo, **SANCHEZ DUCHICELA DANNY PAUL**

DECLARO QUE:

El trabajo de Titulación, OPTIMIZACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE UCI, HOSPITAL EUGENIO ESPEJO APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION previo a la obtención del título en Magíster en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción, ha sido desarrollado respetando derechos intelectuales de terceros conforme las citas que constan en el documento, cuyas fuentes se incorporan en las referencias o bibliografías. Consecuentemente este trabajo es de mi total autoría.

En virtud de esta declaración, me responsabilizo del contenido, veracidad y alcance del Trabajo de Titulación referido.

La Libertad, a los 05 días del mes de Octubre del año 2026

EL AUTOR



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:

**DANNY PAUL SANCHEZ
DUCHICELA**

Ing. Danny Paul Sánchez Duchicela



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO

Certifico que después de revisar el documento final del trabajo de titulación denominado “OPTIMIZACIÓN PARA LA AMPLIACIÓN DE UCI, HOSPITAL EUGENIO ESPEJO APLICANDO LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION”, presentado por el estudiante, ING. SÁNCHEZ DUCHICELA DANNY PAUL fue enviado al Sistema Anti-plagio COMPILATIO, presentando un porcentaje de similitud correspondiente al 9%, por lo que se aprueba el trabajo para que continúe con el proceso de titulación.



Certificado de análisis
Compilatio Magister+ | UPSE-ECU

FORMATO INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA 21-8-2026-1

ID : 860eb971d9a12ec76b7118c434dad78d64e14095



9%

Textos sospechosos

Nombre del fichero : FORMATO INFORME DE INVESTIGACIÓN CIENCIAS DE LA INGENIERÍA 21-8-2026-1.txt
Tamaño del archivo original : 6,11 MB
Número de palabras : 15.769

Depositante : Jorge Javier Guevara Robalino
Fecha de depósito : 21 de agosto de 2026
Tipo de carga : interface
fecha de fin de análisis : 21 de agosto de 2026

TUTOR



Validar únicamente en FirmaEC.
Firmado electrónicamente por:
**JORGE JAVIER
GUEVARA ROBALINO**

PhD. Guevara Robalino Jorge Javier



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA
DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
INSTITUTO DE POSTGRADO**

AUTORIZACIÓN

Yo, SANCHEZ DUCHICELA DANNY PAUL

Autorizo a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, para que haga de este trabajo de titulación o parte de él, un documento disponible para su lectura consulta y procesos de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de informe de investigación con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este artículo académico dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor

La Libertad, a los 05 días del mes de Octubre del año 2026

EL AUTOR



Validar únicamente en FirmaBC.
Firmado electrónicamente por:
**DANNY PAUL SANCHEZ
DUCHICELA**

Ing. Sánchez Duchicela Danny Paul

AGRADECIMIENTO

A mi madre, Lucía Duchicela, y a mi padre, Gonzalo
Sánchez, por su invaluable apoyo a lo largo de mi
formación personal y profesional.

Su dedicación, esfuerzo y confianza inquebrantable
han sido fundamentales para alcanzar este hito
académico.

Gracias por brindarme siempre su respaldo, por
motivarme a superar cada desafío y por inculcarme
los valores que hoy guían mi vida. Este logro es
también de ustedes, pues sin su acompañamiento y
fortaleza no habría sido posible culminar esta etapa de
maestría.

Con sincera gratitud y profundo cariño, les dedico
este trabajo.

Danny Paul Sánchez Duchicela

DEDICATORIA

Dedico este trabajo a mis padres, Lucía Duchicela y Gonzalo Sánchez, quienes con su amor, esfuerzo y valores han guiado cada paso de mi vida. Su apoyo incondicional, sus enseñanzas y su confianza en mí han sido la fuerza que me impulsó a culminar este desafío académico.

A ellos, por ser mi mayor motivación y por demostrarme que la perseverancia y el sacrificio siempre abren caminos, les ofrezco con profundo cariño y gratitud este logro.

Y de igual manera a una persona que se encuentra en estos momentos apoyándome día a día K.V. quien está en este momento especial para mí.

Danny Paul Sánchez Duchicela

ÍNDICE GENERAL

TÍTULO DEL TRABAJO DE TITULACIÓN	I
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	II
CERTIFICACIÓN.....	III
DECLARACIÓN DE RESPONSABILIDAD	IV
DECLARO QUE:	IV
CERTIFICACIÓN DE ANTIPLAGIO	V
AUTORIZACIÓN	VI
AGRADECIMIENTO	VII
DEDICATORIA.....	VIII
ÍNDICE GENERAL	IX
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS	XIII
RESUMEN	XIV
ABSTRACT.....	XV
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL.....	6
1.1. Revisión de literatura	6
1.2. Desarrollo teórico y conceptual	8
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA.....	11
2.1. Contexto de la investigación	11
2.2. Diseño y alcance de la investigación	12
2.3. Tipo y métodos de investigación.....	12
2.4. Población y muestra	14
2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos.....	15
Técnica e instrumento de recolección de datos	17

2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.	19
Validez y confiabilidad del instrumento	20
Matriz para resumir la validación	22
CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	31
3.1. Resultados de la encuesta aplicada a profesionales	31
3.1.1. Planificación, desperdicios y restricciones	31
3.1.2 Viabilidad de las herramientas Lean Construction	32
3.2. Resultados del análisis del estado actual de la planificación constructiva	34
3.2.1. Diagnóstico de la planificación tradicional del proyecto.....	34
3.3. Resultados de la implementación de herramientas Lean Construction	43
3.3.1. Resultados del Value Stream Mapping (VSM)	43
3.3.2. VSM del estado futuro	44
3.3.3 Aplicación del Last Planner System	47
3.4 Evaluación de resultados: productividad, plazos, costos y sostenibilidad	57
3.4.1 Evaluación de la productividad proyectada	57
3.4.2 Evaluación del cumplimiento de plazos	58
3.4.3 Evaluación económica proyectada.....	61
3.4.4 Evaluación de sostenibilidad y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)..	63
3.4.5 Discusión de los resultados proyectados	64
CONCLUSIONES	67
RECOMENDACIONES	68
REFERENCIAS.....	69
ANEXOS.....	79

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Distribución de los profesi	15
Tabla 2 Matriz de restricciones de planificación (formato del instrumento).....	16
Tabla 3 Estructura de la lista de verificación 5S.....	17
Tabla 4 Opciones de respuestas	18
Tabla 5 Formato para aplicar la encuesta	19
Tabla 6 Resultados del juicio de expertos.....	22
Tabla 7 Indicadores de evaluación de la aplicación simulada de Lean Construction....	30
Tabla 8 Resultados de la dimensión planificación, desperdicios y restricciones	31
Tabla 9 Resultados de la dimensión viabilidad de las herramientas Lean Construction	32
Tabla 10 Diagnóstico de la planificación tradicional del proyecto.....	34
Tabla 11 Matriz de identificación de desperdicios potenciales en la planificación del proyecto	35
Tabla 12 Frecuencia de desperdicios potenciales identificados en la planificación del proyecto	36
Tabla 13 Restricciones identificadas en la planificación del proyecto	38
Tabla 14 Clasificación de las restricciones identificadas	38
Tabla 15 Trazabilidad general de las actividades reclasificadas	40
Tabla 16 Clasificación de las actividades mediante Value Stream Mapping	45
Tabla 17 Comparación del flujo de valor antes y después de la aplicación simulada de Lean Construction.....	45
Tabla 18 Planificación Look Ahead de cuatro semanas	50
Tabla 19 Plan semanal de actividades	50
Tabla 20 Matriz de restricciones de planificación	51

Tabla 21	Causas potenciales de incumplimiento de las actividades programadas	52
Tabla 22	Porcentaje del Plan Completado proyectado	53
Tabla 23	Liberación de restricciones durante la planificación semanal	54
Tabla 24	Cálculo del porcentaje de cumplimiento de la metodología 5S.....	55
Tabla 25	Participación de las fases en la duración acumulada de las actividades	57
Tabla 26	Evaluación del plazo proyectado	59
Tabla 27	Trazabilidad de la reducción proyectada del plazo.....	60
Tabla 28	Evaluación económica proyectada de la propuesta Lean	62
Tabla 29	Relación entre la propuesta Lean y los Objetivos de Desarrollo Sostenible ..	64

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Ubicación geográfica	11
Figura 2: Distribución de los desperdicios potenciales identificados en la planificación del proyecto.....	37
Figura 3: Distribución de las restricciones identificadas en la planificación del proyecto.	39
Figura 4 Value Stream Mapping del estado actual del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos.	43
Figura 5 Value Stream Mapping del estado futuro del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos.	44
Figura 6 Clasificación de las actividades del proyecto mediante Value Stream Mapping.	45
Figura 7 Comparación del flujo de valor antes y después de la aplicación simulada de Lean Construction.....	46
Figura 8 Aplicación del Last Planner System en la planificación del proyecto	49
Figura 9 Porcentaje del Plan Completado (PPC) durante la planificación semanal.....	53
Figura 10 Comparación del cumplimiento proyectado de la metodología 5S entre el escenario base y el escenario optimizado	56

RESUMEN

La presente investigación tuvo como objetivo aplicar la metodología Lean Construction para optimizar los procesos constructivos durante la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Eugenio Espejo, con el propósito de mejorar la productividad, el cumplimiento de plazos y la sostenibilidad del proyecto. El estudio se desarrolló mediante un enfoque mixto, con alcance descriptivo y aplicado, bajo un diseño no experimental. La información se recopiló a través de observación directa, entrevistas estructuradas y análisis documental del cronograma, planos y matrices de planificación.

La aplicación simulada del Value Stream Mapping, Last Planner System y metodología 5S permitió formular un escenario optimizado. Los resultados proyectaron una reducción del plazo de 270 a 240 días, equivalente al 11,11 %, un PPC estimado del 94,7 % y un incremento del cumplimiento proyectado de 5S del 68,2 % al 92,6 %. Estos valores corresponden a una evaluación *ex ante* y no a resultados comprobados durante la ejecución física de la obra.

Palabras clave: Lean Construction, productividad, planificación colaborativa.

ABSTRACT

The aim of this research was to apply the Lean Construction methodology to optimize construction processes during the expansion of the Intensive Care Unit of the Eugenio Espejo Hospital, with the purpose of improving productivity, schedule compliance, and project sustainability. The study was conducted using a mixed approach with a descriptive and applied scope under a non-experimental design. Data were collected through direct observation, structured interviews, and documentary analysis of schedules, plans, and planning matrices.

The methodology incorporated tools such as Value Stream Mapping (VSM), the Last Planner System (LPS), and the 5S technique, which made it possible to identify waste, constraints, and opportunities for improvement. The results showed a projected reduction in the execution period from 270 to 240 days, equivalent to 11.11%, as well as improvements in coordination, resource utilization, and project sustainability.

Keywords: Lean Construction, productivity, collaborative planning.

INTRODUCCIÓN

La gestión moderna de la construcción ha evolucionado hacia enfoques que priorizan la eficiencia, la coordinación entre actores y la optimización de recursos, considerando la necesidad de generar procesos más sostenibles y controlados. En obras de infraestructura hospitalaria, caracterizadas por su alta complejidad técnica, elevados estándares de calidad y exigencias de continuidad operativa, los métodos tradicionales, centrados únicamente en el control del cronograma y del presupuesto, resultan insuficientes frente a la variabilidad diaria de las actividades en obra (Ballard & Howell, 2003). Las demoras en la toma de decisiones, la fragmentación entre los distintos actores y la ausencia de flujos de trabajo estables suelen traducirse en sobrecostos, retrasos y baja productividad (Alarcón, 1997; Koskela, 1992)

En los últimos años, el sector de la construcción ha incorporado nuevas filosofías de gestión que buscan reducir la variabilidad y el desperdicio, incrementando la productividad y la confiabilidad de los procesos. Una de las metodologías más destacadas es Lean Construction, la cual, mediante la mejora continua y la eliminación de actividades que no agregan valor, ha transformado la forma en que se planifican y ejecutan los proyectos (Alarcón, 1997; Chen, 2024). Esta metodología propone una visión sistémica, donde la planificación, la ejecución y el control se integran en un flujo continuo orientado al valor.

Según el (Lean Construction Institute (LCI), 2020), la implementación de esta metodología permite obtener incrementos de productividad superiores al 30 % y reducciones de tiempo del 20 % en proyectos complejos, gracias a la estabilización de los flujos de trabajo y a la planificación colaborativa. Estos beneficios se han comprobado en sectores como la infraestructura hospitalaria, donde la eficiencia constructiva incide directamente en la operatividad y capacidad de atención médica (Alarcón; Calderón, 2018; Dulanto Cam et al., 2025). En particular, la integración de Lean con Building Information Modeling (BIM) ha permitido mejorar la gestión de activos hospitalarios y reducir los desperdicios asociados al rediseño y la improvisación (Luna et al., 2025; Mitera-Kielbasa & Zima, 2025)

La ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital Eugenio Espejo busca incrementar la capacidad hospitalaria y mejorar las condiciones de atención médica especializada, sin embargo, su ejecución enfrenta desafíos particulares: limitaciones de espacio, interferencias con áreas críticas en funcionamiento, disponibilidad restringida de horarios laborales y exigencias normativas de asepsia. Estos factores incrementan el riesgo de retrasos y sobrecostos si no se implementa una metodología de gestión moderna que asegure la eficiencia en todas las etapas del proceso constructivo, por lo que la aplicación de la metodología Lean Construction se plantea como una estrategia efectiva para optimizar este proyecto, mediante una gestión integral basada en la planificación colaborativa, la eliminación de desperdicios y la mejora continua.

De esta manera, la obra puede desarrollarse con un mayor control sobre el tiempo, el costo y la calidad e impulsa la participación activa de todos los actores —contratista, fiscalizador y administración pública— mediante un proceso de gestión visual, trabajo en equipo y retroalimentación constante. Esta cultura colaborativa mejora la comunicación, fortalece la toma de decisiones y genera un entorno de responsabilidad compartida orientado al cumplimiento de los objetivos del proyecto. (Ballard & Howell, 2003).

La ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo constituye una obra de alta complejidad debido a que debe desarrollarse dentro de una institución sanitaria en funcionamiento. Esta condición exige coordinar las actividades constructivas con la circulación de pacientes, personal médico, equipos, materiales y residuos, además de cumplir medidas relacionadas con el control de polvo, ruido, contaminación y acceso a las áreas intervenidas. La planificación convencional del proyecto presenta limitaciones para responder a estas condiciones, debido a que se fundamenta en una programación general que no permite controlar de forma continua las restricciones operativas ni las variaciones que pueden surgir durante la ejecución.

La revisión de la documentación técnica y de la planificación del proyecto permitió identificar fragmentación en la comunicación entre contratistas, fiscalizadores, diseñadores y representantes institucionales. Esta situación puede ocasionar interpretaciones incorrectas de los planos, duplicidad de actividades, respuestas tardías ante inconvenientes técnicos y dificultades para coordinar los diferentes frentes de trabajo. Además, la falta de un procedimiento colaborativo para revisar las actividades

antes de su ejecución limita la identificación oportuna de materiales, equipos, permisos, personal y espacios requeridos.

En la planificación inicial se identificaron 18 restricciones: 6 de carácter técnico, equivalentes al 33,3 %; 5 logísticas, correspondientes al 27,8 %; 4 asociadas con la disponibilidad de recursos, que representaron el 22,2 %; y 3 normativas, equivalentes al 16,7 %. Las restricciones técnicas y logísticas concentraron el 61,1 % del total, lo que evidencia que la coordinación entre especialidades, el acceso a las áreas de trabajo y el abastecimiento de materiales constituyen los principales puntos críticos del proyecto.

El análisis del flujo constructivo identificó 36 actividades que no agregaban valor dentro del estado inicial. Entre ellas se encontraron esperas ocasionadas por interferencias entre especialidades, movimientos innecesarios de materiales, reprocesos derivados de inconsistencias técnicas y periodos de inactividad asociados con restricciones no liberadas. Estas condiciones podrían reducir la productividad, incrementar el uso de recursos y afectar el cumplimiento del plazo previsto si no se incorporan mecanismos de planificación y seguimiento.

Las limitaciones señaladas adquieren mayor importancia debido a que la intervención se realiza en un entorno hospitalario activo. Una coordinación deficiente podría interferir con los servicios médicos, aumentar los riesgos de contaminación o accidentes y generar interrupciones en las áreas cercanas a la obra. Por esta razón, se requiere una metodología que permita organizar el flujo de actividades, anticipar las restricciones, reducir los tiempos improductivos y fortalecer la comunicación entre los participantes.

El problema central se relaciona con la ausencia de un sistema integral de planificación colaborativa que permita controlar las restricciones y disminuir las actividades que no agregan valor en la ampliación de la UCI. Ante esta situación, se propone aplicar herramientas de Lean Construction, específicamente Value Stream Mapping, Last Planner System y la metodología 5S, para formular un escenario optimizado durante la fase de planificación. La propuesta será evaluada de manera *ex ante*, por lo que sus resultados representan mejoras proyectadas que deberán comprobarse durante la ejecución física de la obra.

Delimitación del problema

La investigación se delimita al análisis y optimización de la planificación constructiva de la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades

Eugenio Espejo, ubicado en Quito, Ecuador. El estudio considera la documentación técnica y la información disponible del proyecto durante 2026. Participan en el análisis los actores vinculados con la planificación y el control de la obra, entre ellos contratistas, fiscalizadores, supervisores y representantes institucionales. El trabajo se concentra en la identificación de desperdicios y restricciones, así como en la aplicación proyectada del Value Stream Mapping, Last Planner System y la metodología 5S. No incluye la comprobación de resultados mediante la ejecución física completa ni la medición de ahorros económicos reales.

Formulación del problema de investigación

¿De qué manera la aplicación proyectada de las herramientas de Lean Construction permite optimizar la planificación, reducir las actividades que no agregan valor y controlar las restricciones identificadas en la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo?

Objetivo General:

Diseñar una propuesta de optimización de los procesos constructivos para la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, mediante la aplicación simulada de herramientas de la metodología Lean Construction en la fase de planificación.

Objetivos Específicos:

OE.1. Diagnosticar el estado de la planificación constructiva de la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, mediante la identificación y clasificación de los desperdicios y las restricciones presentes en el proyecto.

OE.2. Diseñar un escenario optimizado de planificación mediante la aplicación simulada del Value Stream Mapping, Last Planner System y la metodología 5S, adaptados a las condiciones operativas de la ampliación hospitalaria.

OE.3. Evaluar los resultados proyectados del escenario optimizado en términos de productividad, cumplimiento del plazo, estimación económica y sostenibilidad, mediante la comparación con el escenario base.

Planteamiento hipotético

La contrastación se realizará mediante la comparación entre el escenario inicial y el escenario optimizado simulado, utilizando indicadores relacionados con el número de actividades que no agregan valor, las restricciones liberadas, el Porcentaje del Plan Completado, el nivel de cumplimiento de la metodología 5S y la duración proyectada del proyecto. Los cambios identificados se interpretarán como efectos estimados y no como resultados comprobados durante la ejecución física de la obra.

Se plantea que el diseño de un escenario simulado basado en las herramientas de Lean Construction permitirá proyectar mejoras en la planificación de la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. En comparación con el escenario inicial, la aplicación simulada del Value Stream Mapping, Last Planner System y la metodología 5S favorecerá la reorganización del flujo de trabajo, la identificación de actividades que no agregan valor, el control de restricciones y el fortalecimiento de la planificación colaborativa.

La contrastación se desarrollará mediante la comparación de los indicadores obtenidos en el escenario inicial con los valores estimados para el escenario optimizado. Se considerarán el número de actividades que no agregan valor, la clasificación y liberación de restricciones, el Porcentaje del Plan Completado, el nivel de cumplimiento de la metodología 5S y la duración prevista del proyecto. Debido a que no existe una intervención física ni una medición posterior en la obra, las variaciones se interpretarán como mejoras proyectadas dentro de una evaluación ex ante y no como resultados comprobados empíricamente.

CAPÍTULO 1. MARCO TEÓRICO REFERENCIAL

1.1. Revisión de literatura

De acuerdo con **Koskela (1992)**, la industria de la construcción presenta deficiencias estructurales relacionadas con la fragmentación de procesos, la alta variabilidad y la escasa integración entre las etapas de planificación y ejecución. El autor propone un nuevo enfoque basado en la filosofía Lean, en el cual la construcción debe entenderse como un sistema de flujo y generación de valor, orientado a la eliminación de desperdicios y a la mejora continua de los procesos productivos, sentando las bases teóricas de la metodología Lean Construction.

Ballard y Howell (2003) desarrollan el concepto del Last Planner System (LPS) como una herramienta fundamental dentro de Lean Construction, orientada a mejorar la confiabilidad de la planificación en obra. En su estudio, los autores concluyen que la planificación colaborativa reduce la variabilidad de las actividades, incrementa el cumplimiento de los compromisos semanales y mejora la productividad, especialmente en proyectos complejos donde intervienen múltiples especialidades técnicas.

Alarcón (1997) sostiene que Lean Construction no debe considerarse únicamente como un conjunto de herramientas operativas, sino como una filosofía de gestión que promueve el aprendizaje organizacional, la participación activa de los equipos de trabajo y la responsabilidad compartida. El autor enfatiza que la eficiencia en la construcción depende en gran medida de la coordinación, la comunicación y la eliminación sistemática de actividades que no agregan valor al proceso constructivo.

Salem et al. (2006) analizan la aplicación práctica de herramientas Lean en proyectos de construcción, concluyendo que la implementación conjunta del Last Planner System y la metodología 5S permite mejorar el orden, la seguridad y la confiabilidad de la planificación en obra. Los resultados evidencian una reducción significativa de retrabajos y tiempos improductivos, así como un incremento en el cumplimiento de los cronogramas establecidos.

Alarcón y Calderón (2018) estudian la aplicación de Lean Construction en proyectos hospitalarios en Chile, determinando que esta metodología contribuye a optimizar la coordinación entre áreas operativas y zonas de obra, reduciendo interferencias y

mejorando la eficiencia constructiva. Los autores destacan que, en entornos hospitalarios, Lean Construction permite garantizar la continuidad de los servicios médicos durante la ejecución de obras de ampliación o remodelación.

Chen (2024) señala que la integración de Lean Construction con enfoques de construcción sostenible genera beneficios significativos en términos de eficiencia, reducción de desperdicios y optimización del uso de recursos. El estudio concluye que la aplicación de principios Lean favorece una gestión más controlada y responsable, especialmente en proyectos de infraestructura pública que demandan altos estándares de calidad y sostenibilidad.

Dulanto Cam et al. (2025) realizan una revisión sistemática sobre la aplicación de Lean Construction y BIM en la gestión de activos hospitalarios, evidenciando que la planificación colaborativa y el control visual permiten reducir errores de diseño, reprocesos y costos asociados a improvisaciones en obra. Los autores resaltan que estas metodologías resultan particularmente efectivas en áreas críticas como las Unidades de Cuidados Intensivos.

Garcés et al. (2025) analizan la implementación de Lean Construction en proyectos de infraestructura pública en América Latina, identificando como principales beneficios la mejora de la productividad, la reducción de tiempos de ejecución y el fortalecimiento de la coordinación entre los actores del proyecto. No obstante, señalan que las principales barreras para su adopción están relacionadas con la resistencia al cambio y la falta de capacitación en planificación colaborativa.

Mitera-Kielbasa y Zima (2025) concluyen que el uso del Value Stream Mapping (VSM) permite identificar cuellos de botella y desperdicios en los procesos constructivos, facilitando la toma de decisiones basada en datos reales. Su estudio demuestra que la aplicación de esta herramienta mejora la eficiencia operativa y la confiabilidad de los flujos de trabajo en proyectos complejos.

Wu et al. (2023) estudian el rol de los flujos de información Lean en proyectos hospitalarios desarrollados durante la emergencia sanitaria por COVID-19, concluyendo que la gestión visual y la comunicación estructurada fueron factores determinantes para cumplir plazos críticos y garantizar la operatividad de las instalaciones médicas. Los autores destacan la relevancia de Lean Construction en contextos de alta incertidumbre y presión operativa.

En síntesis, la literatura revisada evidencia que la metodología Lean Construction constituye un enfoque eficaz para optimizar la gestión de proyectos de construcción, particularmente en infraestructura hospitalaria. Su aplicación permite mejorar la planificación, reducir desperdicios, incrementar la productividad y garantizar la calidad y seguridad en la ejecución de obras, sustentando teóricamente la pertinencia de su aplicación en la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Eugenio Espejo.

1.2. Desarrollo teórico y conceptual

Análisis crítico de Lean Construction y Last Planner System

Los estudios revisados coinciden en que Lean Construction permite reducir desperdicios, controlar restricciones y fortalecer la planificación colaborativa. Koskela (1992) desarrolla la base conceptual de esta filosofía desde la gestión del flujo y la generación de valor, mientras que Ballard y Howell (2003) trasladan esos principios a la planificación operativa mediante el Last Planner System. Alarcón (1997) amplía esta perspectiva al señalar que la efectividad del enfoque Lean no depende únicamente de las herramientas utilizadas, sino de la comunicación, la participación de los equipos y el aprendizaje organizacional.

Aunque estos aportes presentan coincidencias conceptuales, existen diferencias en el alcance de sus propuestas. Koskela (1992) aborda la transformación general del sistema productivo de la construcción, mientras que Ballard y Howell (2003) se concentran en la confiabilidad de la programación semanal. Alarcón (1997), por su parte, otorga mayor importancia a los componentes organizacionales y culturales. Esta comparación evidencia que la optimización de un proyecto no puede sustentarse en una sola herramienta, pues requiere integrar el análisis del flujo, el control de restricciones y la coordinación entre los participantes.

Una limitación de estos antecedentes corresponde a su antigüedad y a las diferencias entre los contextos en los que fueron desarrollados. Sus principios continúan siendo relevantes, pero no consideran de forma específica las condiciones sanitarias, logísticas y operativas presentes en una ampliación hospitalaria ejecutada dentro de una institución en funcionamiento. Por esta razón, sus planteamientos deben complementarse con estudios recientes vinculados con infraestructura hospitalaria y evaluación digital o simulada de procesos.

Comparación de herramientas Lean

Salem et al. (2006) analizan la aplicación conjunta del Last Planner System y la metodología 5S, mientras que otros estudios se concentran en herramientas individuales. El Last Planner System se orienta al cumplimiento de compromisos, la identificación de restricciones y el seguimiento del Porcentaje del Plan Completado. La metodología 5S se enfoca en la clasificación, el orden, la limpieza, la estandarización y la disciplina dentro del espacio de trabajo. El Value Stream Mapping permite representar el flujo constructivo, distinguir las actividades que agregan valor y detectar tiempos de espera, movimientos innecesarios o reprocesos.

Las tres herramientas presentan funciones complementarias. El Value Stream Mapping permite diagnosticar el flujo inicial y formular un escenario futuro; el Last Planner System organiza la planificación colaborativa y controla las restricciones; la metodología 5S contribuye a mejorar las condiciones del área de trabajo. La integración de estos instrumentos ofrece una visión más amplia del proceso constructivo, aunque exige información suficiente, participación de los actores y seguimiento continuo de los indicadores.

La mayoría de las investigaciones revisadas evalúa las herramientas Lean durante la ejecución de obras reales. Esta característica dificulta comparar sus resultados con estudios desarrollados en una fase previa, debido a que los resultados medidos después de una intervención física no son equivalentes a los valores obtenidos mediante una simulación. En el proyecto del Hospital Eugenio Espejo, los indicadores representan estimaciones construidas a partir de la documentación técnica y del escenario inicial de planificación.

Análisis de estudios sobre proyectos hospitalarios

Alarcón y Calderón (2018) señalan que la aplicación de Lean Construction en proyectos hospitalarios mejora la coordinación entre las zonas de obra y las áreas operativas. Este contexto presenta mayores restricciones que otras edificaciones, debido a la necesidad de mantener los servicios médicos, controlar el polvo y el ruido, gestionar residuos y limitar el ingreso a espacios sensibles. Chen (2024) complementa esta perspectiva al relacionar los principios Lean con la sostenibilidad y el uso eficiente de los recursos.

Ambos estudios reconocen los beneficios de reducir desperdicios y organizar los procesos, aunque desarrollan énfasis diferentes. Alarcón y Calderón (2018) se concentran en la coordinación operativa de proyectos hospitalarios, mientras que Chen (2024) aborda la relación entre eficiencia constructiva y sostenibilidad. Sin embargo, los antecedentes no explican con suficiente detalle cómo comparar un escenario inicial con otro optimizado cuando la obra todavía se encuentra en fase de planificación.

Los resultados de investigaciones desarrolladas en otros países tampoco pueden trasladarse de forma directa al contexto ecuatoriano. Las diferencias normativas, contractuales, presupuestarias y organizacionales influyen en la disponibilidad de recursos, la liberación de restricciones y el cumplimiento de la programación. Esta condición exige adaptar las herramientas Lean a las características específicas de la ampliación de la UCI del Hospital Eugenio Espejo.

La revisión bibliográfica evidencia que existen investigaciones sobre Lean Construction, Last Planner System, Value Stream Mapping y metodología 5S. También se han documentado aplicaciones en proyectos hospitalarios y obras de infraestructura pública. Sin embargo, se observa una limitada cantidad de estudios centrados en la integración de estas tres herramientas para evaluar, mediante una simulación *ex ante*, la planificación de una ampliación hospitalaria en Ecuador.

El vacío de conocimiento se relaciona con la falta de un procedimiento que permita comparar el escenario inicial y un escenario optimizado antes de ejecutar físicamente la intervención. Los antecedentes revisados se orientan principalmente a aplicaciones reales o al análisis individual de una herramienta, sin integrar indicadores de actividades que agregan valor, restricciones, Porcentaje del Plan Completado, metodología 5S y duración proyectada.

La investigación se diferencia de los estudios precedentes al formular una propuesta integrada para la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. El análisis combina el Value Stream Mapping, el Last Planner System y la metodología 5S dentro de una evaluación simulada en fase de planificación. El aporte consiste en establecer un escenario de referencia que permita anticipar restricciones, reorganizar el flujo constructivo y estimar posibles mejoras antes de la ejecución.

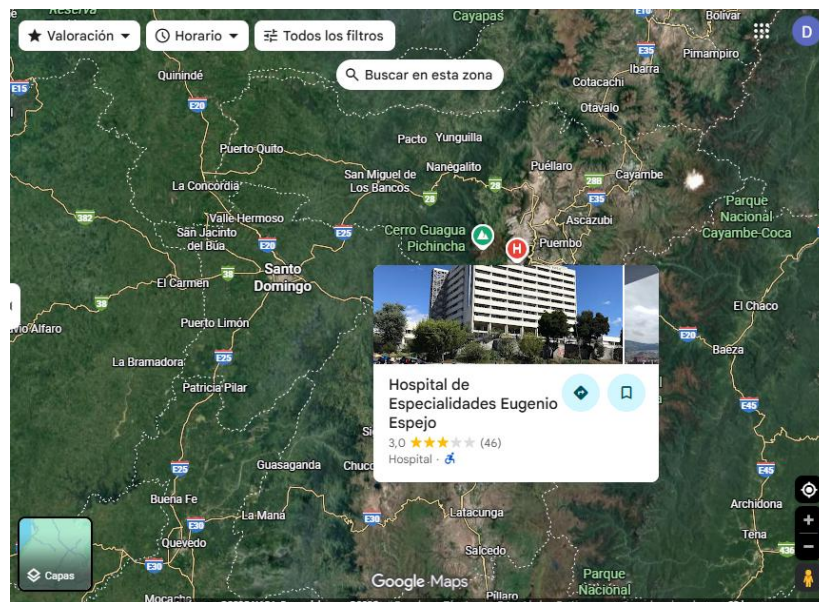
CAPÍTULO 2. METODOLOGÍA

2.1. Contexto de la investigación

La presente investigación se desarrolló en el Hospital de Especialidades Eugenio Espejo, ubicado en la ciudad de Quito, provincia de Pichincha, Ecuador, institución de salud pública de alta complejidad y centro de referencia nacional. El hospital atiende a una población proveniente de diversas provincias del país, lo que genera una alta demanda de servicios especializados, particularmente en áreas críticas como la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI).

El estudio se enmarca específicamente en el proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos, el cual se ejecuta dentro de un hospital en pleno funcionamiento. Esta condición convierte al entorno de investigación en un escenario constructivo altamente sensible, caracterizado por restricciones de espacio, exigencias sanitarias estrictas, limitaciones horarias y la necesidad de mantener la continuidad operativa de los servicios médicos.

Figura 1: *Ubicación geográfica*



Nota: Tomado de Google Maps

2.2. Diseño y alcance de la investigación

El diseño de la investigación es no experimental, debido a que no se manipulan deliberadamente las variables ni se ejecuta una intervención física en la obra. El análisis se desarrolla a partir de la documentación técnica del proyecto base y de la formulación de escenarios de planificación, considerando las condiciones, restricciones y características previstas para la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

El alcance es descriptivo, puesto que permite caracterizar el estado de la planificación constructiva del proyecto e identificar los desperdicios, las restricciones y las deficiencias presentes en los flujos de trabajo.

Asimismo, corresponde a una investigación aplicada, ya que formula una propuesta de optimización mediante el uso simulado del Last Planner System (LPS), el Value Stream Mapping (VSM) y la metodología 5S. Estas herramientas permiten estimar sus posibles efectos en la organización del flujo constructivo, el cumplimiento de los plazos, la utilización de los recursos y la productividad proyectada.

La evaluación se desarrolla mediante un análisis ex ante de los resultados proyectados, a partir de la comparación entre el escenario inicial y el escenario optimizado simulado en la fase de planificación. Por esta razón, los valores obtenidos corresponden a estimaciones técnicas y no a efectos comprobados durante la ejecución física de la obra.

2.3. Tipo y métodos de investigación

La investigación adopta un enfoque mixto, debido a que integra procedimientos cuantitativos y cualitativos para analizar la planificación del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. El componente cuantitativo comprende el cálculo y la comparación de indicadores proyectados relacionados con la productividad, la duración, los costos, el cumplimiento de la planificación, el porcentaje de actividades que agregan valor y el nivel de cumplimiento de la metodología 5S. El componente cualitativo incluye el análisis documental, la identificación de restricciones, la clasificación de desperdicios potenciales y la valoración técnica de las oportunidades de mejora asociadas con el uso de herramientas Lean Construction.

La propuesta se desarrolla mediante una evaluación ex ante en la fase de planificación. Este tipo de evaluación permite estimar los posibles efectos de una intervención antes de su ejecución física, utilizando como referencia la información disponible del proyecto base. Para este análisis se emplearon el cronograma valorado, el presupuesto referencial, los planos arquitectónicos y de ingeniería, las especificaciones técnicas, las memorias del proyecto y las condiciones operativas previstas para la ampliación hospitalaria.

A partir de estos insumos se establecieron dos escenarios de análisis. El primero corresponde al escenario base, representado por la planificación tradicional contenida en la documentación original del proyecto. El segundo corresponde al escenario optimizado simulado, elaborado mediante la aplicación técnica del Value Stream Mapping (VSM), el Last Planner System (LPS) y la metodología 5S. La comparación entre ambos escenarios permitió estimar posibles variaciones en la productividad, la duración, los costos, la generación de desperdicios, la liberación de restricciones y la confiabilidad de la planificación.

La simulación desarrollada no constituye una intervención experimental ni una medición efectuada después de la ejecución física de la obra. Los resultados corresponden a estimaciones técnicas derivadas de la reorganización del cronograma, la optimización de las secuencias constructivas, la gestión anticipada de restricciones y la formulación de supuestos sustentados en la información del proyecto base. Por esta razón, los valores obtenidos deben interpretarse como resultados proyectados y no como efectos comprobados durante la construcción.

El método empleado es hipotético-deductivo, puesto que parte del supuesto de que la incorporación simulada de herramientas Lean Construction puede contribuir a optimizar la planificación de proyectos hospitalarios. La hipótesis se examina mediante el análisis del escenario base, la formulación de un escenario Lean optimizado y la comparación de los indicadores proyectados para ambos escenarios. Esta contrastación permite estimar la viabilidad de la propuesta sin atribuirle resultados empíricos derivados de una intervención física.

El procedimiento metodológico se organizó en tres fases:

1. Diagnóstico del escenario base: Se realizó la revisión de la documentación técnica, la caracterización de la planificación tradicional y la identificación de desperdicios y restricciones potenciales presentes en el proyecto.

2. Diseño del escenario Lean optimizado: Se aplicaron de manera simulada el Value Stream Mapping, el Last Planner System y la metodología 5S durante la fase de planificación, con el fin de reorganizar los procesos, controlar las restricciones y plantear mejoras en el flujo constructivo.
3. Evaluación ex ante de la propuesta: Se compararon los indicadores del escenario base y del escenario optimizado simulado en términos de productividad, plazo, costos, confiabilidad de la planificación, organización del área de trabajo y sostenibilidad. Las diferencias identificadas se interpretaron como variaciones proyectadas sujetas a comprobación durante la ejecución física del proyecto.

2.4. Población y muestra

La población accesible estuvo conformada por 12 profesionales vinculados con la planificación, supervisión, control de recursos y seguridad del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. Debido al número reducido de integrantes y a la posibilidad de acceder a la totalidad del personal que cumplía los criterios establecidos, se aplicó un criterio censal. Por esta razón, no se realizó un cálculo de muestra ni se emplearon procedimientos de selección probabilística.

Los 12 profesionales participaron en calidad de informantes técnicos, debido a su conocimiento de la documentación, las condiciones operativas y los procesos previstos para el proyecto. La información proporcionada permitió identificar dificultades de planificación, desperdicios potenciales, restricciones técnicas, logísticas, normativas y relacionadas con los recursos, además de valorar las condiciones de seguridad y organización del área de trabajo.

Para la selección de los participantes se consideraron los siguientes criterios de inclusión: desempeñar funciones relacionadas con la planificación, supervisión, fiscalización, control o seguridad de obras; contar con experiencia en proyectos de construcción o infraestructura hospitalaria; conocer las condiciones técnicas u operativas del proyecto; y aceptar participar en la recopilación de información. Se excluyó al personal sin funciones relacionadas con los procesos analizados o que no disponía de información pertinente sobre el proyecto.

Tabla 1 *Distribución de los profesionales participantes*

Cargo o función	Cantidad	Criterio de selección
Ingeniero residente	2	Participación en la planificación y control directo de la obra
Fiscalizador	2	Seguimiento técnico y verificación del cumplimiento contractual
Supervisor de obra	3	Control de actividades, recursos y avances constructivos
Contratista	3	Intervención directa en la ejecución de los procesos constructivos
Responsable de seguridad	2	Control de riesgos, accesos y condiciones de trabajo
Total	12	

Nota. Elaboración propia con base en la selección intencional de profesionales vinculados con la planificación y ejecución del proyecto.

La participación de los 12 profesionales permitió obtener información desde diferentes funciones relacionadas con la obra. Los ingenieros residentes y supervisores aportaron criterios sobre la programación de actividades, mientras que los fiscalizadores proporcionaron información sobre el control técnico y contractual. Los contratistas contribuyeron con datos relacionados con la ejecución y disponibilidad de recursos, mientras que los responsables de seguridad permitieron identificar restricciones vinculadas con los protocolos hospitalarios y las condiciones operativas del área intervenida.

2.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

Las técnicas de recolección de datos utilizadas en la investigación son la observación directa, la entrevista estructurada y la medición de indicadores de desempeño Lean. La observación directa se emplea para identificar desperdicios, analizar flujos de trabajo y registrar tiempos improductivos en obra. Las entrevistas se dirigen a los responsables de planificación y ejecución, con el fin de conocer las prácticas actuales de gestión y evaluar la percepción sobre la aplicación de la metodología Lean.

Como instrumentos se emplean fichas de observación, guías de entrevista, formatos de planificación semanal del Last Planner System, matrices de Value Stream Mapping y

hojas de control de indicadores, tales como el Porcentaje de Plan Completado (PPC). La información recopilada se procesa mediante hojas de cálculo y software de análisis estadístico descriptivo, permitiendo representar gráficamente la evolución de los indicadores antes y después de la intervención.

La matriz de restricciones constituyó el instrumento utilizado para identificar, registrar y dar seguimiento a los factores que podían afectar el cumplimiento de la planificación del proyecto. La elaboración se fundamentó en los principios del Last Planner System, permitiendo clasificar las restricciones de acuerdo con su naturaleza y establecer las acciones necesarias para su liberación antes del inicio de las actividades programadas.

La información registrada en esta matriz permitió organizar las restricciones técnicas, logísticas, de recursos y normativas, asignando responsables y fechas de seguimiento para garantizar la continuidad del flujo de trabajo durante la planificación del proyecto.

Los formatos utilizados para el registro de esta información se presentan en el **Anexo 8**.

Tabla 2 *Matriz de restricciones de planificación (formato del instrumento)*

Actividad	Restricción	Tipo	Responsable	Acción	Fecha	Estado
Instalaciones	Interferencia entre planos	Técnica	Fiscalizador	Compatibilizar diseños	Semana 1	Proyectada
Ingreso de materiales	Acceso limitado	Logística	Contratista	Establecer rutas y horarios	Semana 1	Proyectada
Acabados	Falta de materiales	Recursos	Residente	Realizar compra anticipada	Semana 2	Proyectada
Demoliciones	Protocolos de asepsia	Normativa	Responsable de seguridad	Aislar el área de trabajo	Semana 1	Proyectada

Nota. Elaboración propia.

Lista de verificación de la metodología 5S

La evaluación de la metodología 5S se realizó mediante una lista de verificación diseñada para valorar las condiciones de orden, limpieza y organización presentes en el proyecto antes y después de la propuesta de mejora. El instrumento permitió registrar el nivel de cumplimiento de cada uno de los principios de las 5S mediante criterios previamente definidos.

Cada criterio fue evaluado con una puntuación máxima de diez puntos. La suma de los puntajes obtenidos permitió calcular el porcentaje de cumplimiento general de la metodología, facilitando la comparación entre la situación inicial y la propuesta de mejora.

La estructura del instrumento se presenta en la Tabla 3 y su versión completa puede consultarse en el Anexo 9.

Tabla 3 Estructura de la lista de verificación 5S

Dimensión	Criterio evaluado	Puntaje máximo
Seiri	Eliminación de materiales innecesarios	10
Seiri	Clasificación adecuada de herramientas	10
Seiton	Organización del área de trabajo	10
Seiton	Identificación de materiales	10
Seiso	Limpieza de las áreas de trabajo	10
Seiso	Eliminación de residuos	10
Seiketsu	Estandarización de procedimientos	10
Seiketsu	Señalización del área	10
Shitsuke	Cumplimiento de normas establecidas	10
Shitsuke	Disciplina del personal	10
Total		100 puntos

Nota. Elaboración propia.

Cálculo del porcentaje de cumplimiento

El porcentaje de cumplimiento de la metodología 5S se obtuvo mediante la siguiente expresión:

$$\text{Cumplimiento \%} = \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje máximo}} \times 100$$

- Puntaje obtenido = suma de los criterios evaluados.
- Puntaje máximo = 100 puntos.

Técnica e instrumento de recolección de datos

La técnica empleada fue la encuesta, aplicada a 12 profesionales vinculados con la planificación, supervisión, fiscalización, control y seguridad de proyectos constructivos.

Como instrumento se utilizó un cuestionario estructurado de 12 preguntas cerradas, organizadas mediante una escala de Likert de cinco categorías.

El cuestionario permitió recopilar información sobre las condiciones de la planificación tradicional, la presencia de desperdicios, las restricciones operativas, la coordinación entre especialidades y la valoración técnica de las herramientas Lean Construction. La encuesta se utilizó para fortalecer el diagnóstico del escenario base y conocer la percepción de los participantes sobre la viabilidad de la propuesta. Sus respuestas no representan resultados obtenidos mediante la ejecución física de la obra.

Las opciones de respuesta fueron:

Tabla 4 *Opciones de respuestas*

Valor	Categoría
1	Totalmente en desacuerdo
2	En desacuerdo
3	Ni de acuerdo ni en desacuerdo
4	De acuerdo
5	Totalmente de acuerdo

Dimensión 1. Planificación, desperdicios y restricciones

- La planificación base define con claridad la secuencia de las actividades constructivas.
- El cronograma permite identificar oportunamente las restricciones que podrían afectar el desarrollo del proyecto.
- Existe una coordinación adecuada entre contratistas, fiscalizadores, supervisores y responsables institucionales.
- La planificación considera los tiempos de espera, las interferencias entre especialidades y los posibles reprocesos.

Dimensión 2. Viabilidad de las herramientas Lean Construction

- El Value Stream Mapping podría facilitar la identificación de actividades que agregan valor y de aquellas que generan desperdicios.
- El Last Planner System podría fortalecer la coordinación, el control de restricciones y la confiabilidad de la planificación.
- La metodología 5S podría mejorar el orden, la limpieza y la seguridad en las áreas previstas para el trabajo.

- La integración del Value Stream Mapping, Last Planner System y la metodología 5S constituye una alternativa viable para formular un escenario optimizado de planificación.

Tabla 5 *Formato para aplicar la encuesta*

N.º	Enunciado	1	2	3	4	5
1	La planificación base define con claridad la secuencia de las actividades constructivas.	☐	☐	☐	☐	☐
2	El cronograma permite identificar oportunamente las restricciones que podrían afectar el desarrollo del proyecto.	☐	☐	☐	☐	☐
3	Existe una coordinación adecuada entre los participantes del proyecto.	☐	☐	☐	☐	☐
4	La planificación considera los tiempos de espera, las interferencias y los posibles reprocesos.	☐	☐	☐	☐	☐
5	El VSM podría facilitar la identificación de actividades que agregan valor y desperdicios.	☐	☐	☐	☐	☐
6	El LPS podría fortalecer la coordinación, el control de restricciones y la confiabilidad de la planificación.	☐	☐	☐	☐	☐
7	La metodología 5S podría mejorar el orden, la limpieza y la seguridad.	☐	☐	☐	☐	☐
8	La integración de VSM, LPS y 5S constituye una alternativa viable para optimizar la planificación.	☐	☐	☐	☐	☐

2.6. Procesamiento de la evaluación: Validez y confiabilidad de los instrumentos aplicados para el levantamiento de información.

La validez de los instrumentos se garantiza mediante juicio de expertos, quienes evalúan la pertinencia, claridad y coherencia de los instrumentos con los objetivos de la investigación. Adicionalmente, se realiza una aplicación piloto en un frente de trabajo específico, con el fin de ajustar los formatos y verificar su comprensión.

La confiabilidad de los resultados se asegura a través de la triangulación de métodos y fuentes, contrastando la información obtenida mediante observación, entrevistas y

mediciones cuantitativas. Este procedimiento permite reducir sesgos y fortalecer la consistencia de los hallazgos.

Finalmente, los resultados proyectados se comparan con referencias y estándares internacionales de desempeño Lean Construction, lo que permite evaluar el nivel de optimización alcanzado en términos de productividad, tiempo y costos en el proyecto hospitalario analizado.

Validez y confiabilidad del instrumento

El cuestionario de ocho preguntas será sometido a juicio de tres expertos con formación o experiencia en metodología de la investigación, gestión de la construcción o Lean Construction. La revisión permitirá valorar la claridad, pertinencia, coherencia y suficiencia de los enunciados respecto a los objetivos y las dimensiones del estudio.

Los expertos evaluarán cada pregunta mediante una escala de cuatro categorías: 1 = no cumple el criterio, 2 = nivel bajo, 3 = nivel moderado y 4 = nivel alto. Las observaciones emitidas serán utilizadas para corregir expresiones ambiguas, mejorar la redacción y comprobar la correspondencia entre los ítems, las dimensiones y los objetivos de la investigación.

La validez de contenido se calculará mediante el coeficiente V de Aiken. Se considerarán aceptables los ítems que alcancen un valor igual o superior a 0,70. Las preguntas con valores inferiores deberán revisarse de acuerdo con las observaciones formuladas por los expertos.

Después del juicio de expertos se realizará una prueba piloto con profesionales que posean características similares a las de la población estudiada, pero que no formen parte de la muestra definitiva. Esta aplicación permitirá verificar la comprensión de los enunciados, el funcionamiento de la escala y el tiempo requerido para completar el cuestionario.

La confiabilidad interna se calculará mediante el coeficiente alfa de Cronbach. Se considerará aceptable un valor igual o superior a 0,70. El cuestionario definitivo será aplicado a las 12 profesionales unas veces incorporadas las correcciones derivadas del juicio de expertos y de la prueba piloto.

Ficha para validación por expertos

Coloca esta ficha en los anexos y entrega una copia a cada experto.

Ficha de validación del cuestionario

Título de la investigación: Optimización para la ampliación de la UCI del Hospital Eugenio Espejo mediante Lean Construction.

Objetivo del instrumento: Recopilar información sobre la planificación, los desperdicios, las restricciones y la viabilidad de las herramientas Lean Construction.

Datos del experto

- Nombres y apellidos: _____
- Título académico: _____
- Área de especialización: _____
- Años de experiencia: _____
- Institución: _____
- Fecha: _____

Escala de valoración: 1 = no cumple; 2 = nivel bajo; 3 = nivel moderado; 4 = nivel alto.

Ítem	Claridad	Pertinencia	Coherencia	Suficiencia	Observaciones
1					
2					
3					
4					
5					

Valoración general

- El instrumento puede aplicarse sin modificaciones: ☐
- El instrumento puede aplicarse después de incorporar correcciones: ☐
- El instrumento requiere una revisión amplia: ☐

Firma del experto: _____

Matriz para resumir la validación

Cuando recibas las tres fichas, prepara esta tabla:

Tabla 6 *Resultados del juicio de expertos*

Criterio	Experto 1	Experto 2	Experto 3	Resultado
Claridad				
Pertinencia				
Coherencia				
Suficiencia				

Nota. Los valores deberán calcularse a partir de las fichas de validación. Elaboración propia.

2.6.1. Análisis del estado actual de la gestión constructiva en la ampliación de la UCI del Hospital Eugenio Espejo, identificando y clasificando los principales desperdicios y restricciones presentes en los procesos, para establecer oportunidad de mejora.

Análisis del estado actual de la gestión constructiva en la ampliación de la UCI del Hospital Eugenio Espejo, identificando y clasificando los principales desperdicios y restricciones presentes en los procesos, para establecer oportunidad de mejora.

1. Revisión y análisis de la información de diseño

Se analizó la documentación técnica disponible del proyecto, correspondiente a la etapa de diseño, que incluye:

I) Planos arquitectónicos, estructurales y de instalaciones. II) Especificaciones técnicas preliminares. III) Presupuesto referencial. IV) Cronograma base de ejecución propuesto. V) Memorias técnicas del proyecto. VI) Esta información permitió definir el escenario base de planificación constructiva.

2. Modelación del proceso constructivo planificado

A partir de la información de diseño, se modeló el proceso constructivo teórico del proyecto, descomponiéndolo en actividades y subactividades constructivas, tales como:

I) Obras preliminares II) Intervenciones estructurales III) Acabados hospitalarios IV) Instalaciones técnicas especiales.

Para cada actividad se definieron:

I) Secuencia constructiva II) Duración estimada III) Recursos requeridos IV) Dependencias técnicas

Esta modelación permitió representar el flujo planificado del proyecto.

3. Identificación de desperdicios potenciales (MUDAS)

Sobre el proceso constructivo modelado, se identificaron desperdicios potenciales, propios de una planificación tradicional, clasificándolos según los principios de Lean Construction:

I) Esperas por interferencias entre especialidades. II) Reprocesos por inconsistencias de diseño III) Transporte innecesario por mala logística planificada IV) Inventarios excesivos por compras no sincronizadas. V) Movimientos innecesarios por secuencias ineficientes. VI) Subutilización de recursos por mala programación.

La identificación se realizó mediante análisis crítico del cronograma, de las secuencias y de la compatibilidad entre diseños

4. Identificación de restricciones en la etapa de planificación

Se analizaron las restricciones que podrían afectar la ejecución futura del proyecto, clasificándolas en:

I) Restricciones técnicas: interferencias entre planos, incompatibilidad de sistemas constructivos, limitaciones estructurales. II) Restricciones logísticas: accesos, circulación interna, áreas hospitalarias en operación. III) Restricciones de recursos: disponibilidad futura de materiales, equipos especializados y mano de obra calificada. IV) Restricciones normativas: cumplimiento de normas hospitalarias, bioseguridad y reglamentación técnica.

Estas restricciones fueron registradas en una matriz de restricciones de planificación.

5. Análisis del flujo de valor del proceso planificado

Se elaboró un Value Stream Mapping (VSM) del proceso constructivo planificado, identificando:

I) Actividades que agregan valor II) Actividades que no agregan valor III) Tiempos muertos proyectados IV) Puntos críticos de interrupción del flujo

Este análisis permitió evaluar la eficiencia del flujo antes de la construcción.

6. Determinación de oportunidades de mejora en planificación

A partir del diagnóstico realizado, se establecieron oportunidades de mejora orientadas a:

I) Optimización de secuencias constructivas II) Reducción de interferencias técnicas III) Mejora en la programación de actividades IV) Mejor coordinación entre disciplinas V) Reducción de riesgos constructivos

Estas oportunidades constituyen la base para la propuesta Lean desarrollada en los siguientes objetivos.

Técnicas e instrumentos

Técnicas:

I) Análisis documental II) Modelación de procesos III) Análisis crítico de cronogramas IV) Simulación de escenarios de planificación.

Instrumentos:

I) Cronograma base (MS Project / Primavera) II) Matriz de desperdicios potenciales III) Matriz de restricciones IV) Diagramas de procesos V) Value Stream Mapping (VSM).

2.6.2. Implementación de herramientas de la metodología Lean Construction, tales como Last Planner System (LPS), 5S y Value Stream Mapping (VSM), adaptadas al contexto hospitalario, con el propósito de optimizar la productividad, reducir desperdicios y mejorar la eficiencia de los procesos constructivos.

La formulación de una propuesta basada en las herramientas de la metodología Lean Construction se desarrollará bajo un enfoque técnico–propositivo, propio de la ingeniería civil en fase de planificación, orientado a optimizar los procesos constructivos proyectados para la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital Eugenio Espejo.

1. Definición del escenario base de planificación

Se establecerá un escenario base correspondiente a la planificación tradicional del proyecto, a partir de:

I) El cronograma general propuesto. II) El presupuesto referencial. III) La secuencia constructiva definida en los diseños. IV) La organización preliminar de recursos.

Este escenario servirá como punto de partida para la aplicación y comparación de las herramientas Lean Construction.

2. Implementación del Value Stream Mapping (VSM)

Se elaborará el **Value Stream Mapping (VSM)** del estado actual planificado, representando el flujo teórico de los procesos constructivos desde la planificación hasta la entrega proyectada de la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI). El propósito de esta herramienta es visualizar de manera integral la secuencia de actividades, el flujo de información y los puntos donde se generan desperdicios o restricciones que afectan el desempeño del proyecto.

El VSM permitirá identificar:

- I) Actividades que agregan valor.
- II) Actividades que no agregan valor.
- III) Tiempos de espera proyectados.
- IV) Puntos críticos de interrupción del flujo.
- V) Interferencias entre disciplinas técnicas.

Con base en este análisis, se desarrollará un VSM del estado futuro, optimizado mediante la eliminación o reducción de actividades que no agregan valor.

El Value Stream Mapping se construyó a partir de las actividades registradas en el cronograma del proyecto. Cada actividad fue examinada según su aporte al flujo constructivo y clasificada como actividad que agrega valor (VA), actividad necesaria que no agrega valor (NNVA) o actividad que no agrega valor (NVA). Después se identificaron las restricciones, esperas, movimientos, interferencias y posibles reprocesos. A partir de este diagnóstico se formuló un escenario futuro simulado mediante la reorganización de secuencias y la liberación anticipada de restricciones. Los mapas resultantes se presentan en el capítulo de resultados.

3. Aplicación del Last Planner System (LPS) en planificación

El Last Planner System (LPS) se aplicará como una herramienta de planificación colaborativa y predictiva, adaptada a la etapa de diseño, considerando las siguientes instancias:

3.1 Plan Maestro Lean

Se definirá un Plan Maestro Lean que incluirá:

I) La determinación de hitos constructivos. II) La secuencia lógica optimizada de actividades. III) La integración de las diferentes especialidades técnicas.

3.2 Planificación Look Ahead (4 a 6 semanas)

Se desarrollará una planificación Look Ahead con el fin de:

I) Identificar anticipadamente restricciones. II) Liberar progresivamente actividades constructivas. III) Simular distintos escenarios de ejecución.

3.3 Planificación semanal simulada

Se establecerá una planificación semanal simulada, mediante la cual se:

I) Definirán compromisos teóricos de ejecución. II) Evaluará la confiabilidad del plan. III) Calculará el Porcentaje de Plan Completado (PPC) como indicador de confiabilidad del cronograma proyectado.

4. Implementación de la metodología 5S en planificación hospitalaria

La metodología 5S se aplicará de manera conceptual y técnica en la planificación de:

I) La organización de áreas de trabajo. II) Los flujos de circulación de materiales. III) El almacenamiento temporal planificado. IV) El orden y limpieza proyectados.

Su aplicación considerará las restricciones sanitarias y de bioseguridad propias de un entorno hospitalario activo, con el propósito de reducir movimientos innecesarios y riesgos operativos.

5. Integración de herramientas Lean y optimización del proceso

Los resultados proyectados de la aplicación del VSM, LPS y 5S fueron integrados para generar un modelo de planificación optimizado, el cual permitirá:

I) Reducir los desperdicios identificados. II) Mejorar la productividad proyectada. III) Disminuir interferencias técnicas. IV) Incrementar la confiabilidad del cronograma. V) Optimizar el uso de recursos.

6. Evaluación de la mejora en la planificación

Se realizará una evaluación comparativa entre:

I) El escenario base (planificación tradicional). II) El escenario optimizado (planificación con Lean Construction).

Dicha evaluación se efectuará mediante indicadores técnicos como:

I) Variación de plazos de ejecución. II) Reducción de actividades que no agregan valor. III) Confiabilidad del plan (PPC). IV) Fluidez del proceso constructivo.

2.6.3 La productividad fue evaluada mediante la comparación de la duración total del cronograma, el porcentaje de actividades que agregan valor, el Porcentaje del Plan Completado (PPC), la reducción de tiempos improductivos y la variación de costos indirectos entre el escenario base y el escenario optimizado.

La evaluación de los resultados proyectados tras la aplicación de las herramientas Lean Construction se realizó bajo un enfoque técnico-comparativo y cuantitativo, propio de la ingeniería civil en fase de planificación, considerando escenarios simulados de ejecución del proyecto de ampliación de la UCI del Hospital Eugenio Espejo.

La evaluación se basará en la comparación entre la planificación tradicional y la planificación optimizada mediante Lean Construction, sin ejecución física de obra.

1. Definición de escenarios de análisis

Se definirán dos escenarios de planificación:

Escenario base: planificación tradicional del proyecto, obtenida a partir del cronograma y presupuesto referencial.

Escenario optimizado: planificación resultante de la aplicación de VSM, LPS y 5S.

Estos escenarios permitirán evaluar objetivamente el impacto de la metodología Lean Construction.

2. Evaluación de la productividad proyectada

La productividad se evaluará mediante indicadores técnicos propios de la ingeniería civil, tales como:

Rendimiento teórico de mano de obra (HH/unidad).

Relación tiempo productivo / tiempo total planificado.

Reducción de actividades sin valor agregado.

Los valores serán comparados entre ambos escenarios para determinar el nivel de mejora proyectado.

3. Evaluación del cumplimiento de plazos

El cumplimiento de plazos se analizará mediante:

Comparación de la duración total del proyecto.

Variación del cronograma crítico.

Índices de confiabilidad del plan (PPC proyectado).

Este análisis permitirá cuantificar la reducción de riesgos de retrasos en la ejecución futura

4. Análisis financiero de la planificación optimizada

El análisis financiero se realizará a partir de:

Comparación de costos directos proyectados.

Estimación de reducción de costos por eliminación de reprocesos.

Optimización de costos indirectos asociados al plazo de ejecución.

Los resultados serán expresados en términos de ahorro porcentual y eficiencia económica.

5. Evaluación de sostenibilidad del proyecto

La sostenibilidad se evaluará considerando criterios técnicos asociados a:

Uso eficiente de recursos materiales.

Reducción de desperdicios constructivos.

Optimización de procesos constructivos.

Disminución de impactos operativos en el entorno hospitalario.

Estos criterios se alinearán con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), principalmente:

ODS 3: Salud y bienestar.

ODS 9: Industria, innovación e infraestructura.

ODS 12: Producción y consumo responsables.

6. Integración de resultados y contribución a la gestión hospitalaria

Los resultados proyectados serán integrados en un análisis global que permitirá demostrar:

La mejora en la gestión constructiva hospitalaria.

La reducción de riesgos técnicos y operativos.

El aporte de la planificación Lean al cumplimiento de los ODS.

El fortalecimiento de la toma de decisiones en proyectos hospitalarios.

2.6.4 Software empleado

Durante el desarrollo de la investigación se utilizaron diferentes herramientas informáticas para apoyar la planificación, el análisis y la evaluación del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Eugenio Espejo.

Microsoft Project se empleó para elaborar y analizar el cronograma de obra, identificar la ruta crítica, las relaciones de precedencia entre actividades y evaluar diferentes escenarios de planificación.

PresUP versión 2.0 se utilizó para revisar el presupuesto referencial del proyecto, identificar los rubros constructivos y analizar el impacto económico de las mejoras propuestas. Este presupuesto corresponde al proyecto de consultoría para la ampliación del segundo piso de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

Microsoft Excel permitió organizar la información, calcular indicadores de desempeño, elaborar tablas comparativas y representar gráficamente los.

Cuando fue necesario revisar la información gráfica del proyecto, se utilizaron los planos arquitectónicos y documentos técnicos disponibles como apoyo para el análisis de la secuencia constructiva.

2.6.5 Indicadores de evaluación

Los indicadores de evaluación constituyen las métricas empleadas para valorar el impacto de la aplicación de la metodología Lean Construction en la planificación del proyecto. Su utilización permitió comparar el escenario de planificación tradicional con la propuesta optimizada, considerando aspectos relacionados con el tiempo de ejecución, la

confiabilidad del cronograma, la productividad, la reducción de desperdicios y el comportamiento de los costos indirectos.

Tabla 7 *Indicadores de evaluación de la aplicación simulada de Lean Construction*

Indicador	Fórmula	Objetivo
Duración del proyecto	Días programados	Evaluar la reducción del plazo de ejecución del proyecto.
Porcentaje de Plan Completado (PPC)	$\frac{\text{Actividades cumplidas}}{\text{Actividades programadas}} \times 100$	Determinar la confiabilidad de la planificación.
Productividad	Producción / Tiempo	Medir la eficiencia de los procesos constructivos.
Actividades sin valor agregado	Número de actividades identificadas	Evaluar la reducción de desperdicios en el proceso constructivo.
Costo indirecto	Valor total de costos indirectos (USD)	Analizar el ahorro generado mediante la optimización de la planificación.

Nota. Los indicadores permitieron evaluar el desempeño de la planificación antes y después de la aplicación de la metodología Lean Construction en el proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Eugenio Espejo.

CAPÍTULO 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

En el presente capítulo se presentan y analizan los resultados proyectados a partir de la aplicación de la metodología propuesta, orientada a la planificación de la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos (UCI) del Hospital Eugenio Espejo mediante la metodología Lean Construction.

Los resultados se estructuran en correspondencia directa con los objetivos específicos de la investigación, permitiendo su discusión progresiva y su contrastación con los fundamentos teóricos desarrollados en el marco teórico.

Asimismo, la propuesta de planificación optimizada forma parte integral de este capítulo, sustentada en criterios técnicos, normativos y teóricos propios de la ingeniería civil y la gestión hospitalaria.

3.1. Resultados de la encuesta aplicada a profesionales

Para complementar el diagnóstico del escenario base, se estructuró de las respuestas de 12 profesionales vinculados con la planificación, supervisión, fiscalización, control y seguridad de proyectos constructivos. El cuestionario estuvo compuesto por ocho preguntas organizadas en dos dimensiones. Los valores presentados tienen carácter referencial y deberán sustituirse por los datos reales obtenidos mediante la aplicación del instrumento.

3.1.1. Planificación, desperdicios y restricciones

Tabla 8 Resultados de la dimensión planificación, desperdicios y restricciones

N.º	Enunciado	TD	ED	N	DA	TA	Total
1	La planificación base define con claridad la secuencia de las actividades constructivas.	2	5	2	2	1	12
2	El cronograma permite identificar oportunamente las restricciones del proyecto.	3	5	2	2	0	12
3	Existe una coordinación adecuada entre los participantes del proyecto.	3	6	2	1	0	12
4	La planificación considera tiempos de espera, interferencias y posibles reprocesos.	2	6	2	2	0	12

Nota. TD: totalmente en desacuerdo; ED: en desacuerdo; N: ni de acuerdo ni en desacuerdo; DA: de acuerdo; TA: totalmente de acuerdo. Resultados simulados con fines de estructuración metodológica. Elaboración propia.

Los resultados evidencian una valoración poco favorable de la planificación base. En la primera pregunta, 7 profesionales, equivalentes al 58,33 %, se ubicaron entre “en desacuerdo” y “totalmente en desacuerdo” respecto a la claridad de la secuencia constructiva. Tres participantes, correspondientes al 25,00 %, manifestaron una valoración favorable, mientras que dos adoptaron una posición neutral.

En relación con la capacidad del cronograma para identificar restricciones, 8 participantes, equivalentes al 66,67 %, expresaron desacuerdo. Dos profesionales mantuvieron una respuesta neutral y otros dos seleccionaron “de acuerdo”. Esta distribución sugiere limitaciones para anticipar situaciones que podrían afectar el desarrollo de las actividades.

La coordinación entre los participantes recibió la valoración más desfavorable, 9 profesionales, correspondientes al 75,00 %, se ubicaron entre “en desacuerdo” y “totalmente en desacuerdo”. Solo una persona manifestó estar de acuerdo, mientras que dos seleccionaron la alternativa neutral. Este resultado permite reconocer la coordinación entre especialidades y responsables como uno de los principales aspectos que deberían fortalecerse.

Respecto a la consideración de tiempos de espera, interferencias y posibles reprocesos, 8 participantes, equivalentes al 66,67 %, registraron una percepción desfavorable. Dos mantuvieron una posición neutral y dos estuvieron de acuerdo. La tendencia observada coincide con la necesidad de analizar el flujo de actividades e identificar procesos que podrían no agregar valor.

3.1.2 Viabilidad de las herramientas Lean Construction

Tabla 9 Resultados de la dimensión viabilidad de las herramientas Lean Construction

N.º	Enunciado	TD	ED	N	DA	TA	Total
5	El VSM podría facilitar la identificación de actividades que agregan valor y desperdicios.	0	0	1	7	4	12

6	El LPS podría fortalecer la coordinación, el control de restricciones y la confiabilidad de la planificación.	0	1	1	6	4	12
7	La metodología 5S podría mejorar el orden, la limpieza y la seguridad.	0	0	2	6	4	12
8	La integración de VSM, LPS y 5S constituye una alternativa viable para optimizar la planificación.	0	0	1	6	5	12

Nota. TD: totalmente en desacuerdo; ED: en desacuerdo; N: ni de acuerdo ni en desacuerdo; DA: de acuerdo; TA: totalmente de acuerdo. Resultados simulados con fines de estructuración metodológica. Elaboración propia.

La valoración proyectada del Value Stream Mapping fue favorable, 11 participantes, equivalentes al 91,67 %, se ubicaron entre “de acuerdo” y “totalmente de acuerdo” con la utilidad de esta herramienta para identificar actividades que agregan valor y procesos asociados con desperdicios. Una persona, correspondiente al 8,33 %, mantuvo una posición neutral.

Respecto al Last Planner System, 10 profesionales, equivalentes al 83,33 %, expresaron una valoración favorable. Un participante manifestó desacuerdo y otro seleccionó la alternativa neutral. Esta tendencia permite considerar el LPS como una herramienta técnicamente pertinente para formular mecanismos de coordinación, control anticipado de restricciones y seguimiento de la planificación.

La posible contribución de la metodología 5S obtuvo 10 respuestas favorables, equivalentes al 83,33 %, mientras que dos participantes mantuvieron una posición neutral. La distribución muestra una percepción positiva sobre su utilidad para formular medidas relacionadas con el orden, la limpieza y la seguridad de las áreas de trabajo.

En la última pregunta, 11 participantes, equivalentes al 91,67 %, consideraron viable integrar VSM, LPS y 5S dentro de una propuesta de optimización. Solo una persona seleccionó la alternativa neutral. Esta valoración respalda la pertinencia técnica de diseñar el escenario Lean; sin embargo, no demuestra que las mejoras proyectadas hayan sido alcanzadas durante la ejecución física de la obra.

3.2. Resultados del análisis del estado actual de la planificación constructiva

3.2.1. Diagnóstico de la planificación tradicional del proyecto

El diagnóstico de la planificación tradicional se realizó mediante la revisión del cronograma valorado, el presupuesto referencial y la documentación técnica del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. El análisis permitió establecer las principales características de la planificación inicial y definir el escenario base para la posterior aplicación de la metodología Lean Construction.

Tabla 10 *Diagnóstico de la planificación tradicional del proyecto*

Aspecto evaluado	Resultado obtenido
Proyecto analizado	Ampliación del segundo piso de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.
Tipo de planificación	Cronograma valorado con programación convencional de las actividades constructivas.
Horizonte de planificación	12 meses de ejecución.
Presupuesto referencial	USD 4 013 760,07.
Base de precios	Año 2025.
Componentes considerados	Arquitectura, estructura, instalaciones hidrosanitarias, eléctricas, electrónicas y mecánicas.
Herramientas identificadas en la planificación inicial	Lean No se evidenció la aplicación de Last Planner System, Value Stream Mapping ni metodología 5S.

Nota. El diagnóstico se elaboró con base en el cronograma valorado, el presupuesto referencial y la documentación técnica del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

El diagnóstico evidenció que la planificación del proyecto se desarrolló mediante un esquema convencional sustentado en un cronograma valorado con un horizonte de

ejecución de doce meses y un presupuesto referencial de USD 4 013 760,07. La documentación técnica contempla la ejecución de actividades correspondientes a arquitectura, estructura e instalaciones, organizadas de forma secuencial para el desarrollo de la obra. Durante la revisión no se identificó la incorporación de herramientas propias de Lean Construction orientadas a la planificación colaborativa, la gestión de restricciones o la eliminación de actividades que no agregan valor, situación que justificó el planteamiento de una propuesta de optimización basada en esta metodología.

3.1.2 Identificación de desperdicios potenciales en la planificación

La revisión del cronograma valorado, el presupuesto referencial y la documentación técnica permitió identificar los principales desperdicios potenciales asociados a la planificación tradicional del proyecto. La identificación se realizó mediante una matriz de análisis basada en la clasificación de desperdicios propuesta por la metodología Lean Construction, considerando las actividades previstas para la ejecución de la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

Las restricciones identificadas mediante la matriz de planificación fueron clasificadas de acuerdo con su naturaleza y frecuencia. El formato completo utilizado para el registro de la información se presenta en el Anexo 8.

Tabla 11 *Matriz de identificación de desperdicios potenciales en la planificación del proyecto*

Actividad analizada	Esperas	Retrabajos	Transporte	Inventarios	Movimientos	Desperdicio identificado
Obras preliminares	X					Esperas por liberación del área de trabajo.
Movimiento de tierras	X		X			Esperas y transporte de materiales.
Estructura	X	X				Interferencias entre especialidades.
Mampostería		X			X	Ajustes constructivos.

Instalaciones hidrosanitarias	X	X				Coordinación entre disciplinas.
Instalaciones eléctricas	X	X				Modificación de recorridos.
Instalaciones mecánicas	X	X	X			Esperas por disponibilidad de equipos.
Acabados		X		X	X	Retrabajos y almacenamiento temporal.
Equipamiento hospitalario	X		X	X		Logística de suministro.
Limpieza y entrega			X	X	X	Transporte y movimientos finales.

Nota. La identificación de desperdicios se realizó mediante el análisis del cronograma, el presupuesto referencial y la secuencia constructiva del proyecto, tomando como referencia la clasificación de desperdicios de Lean Construction.

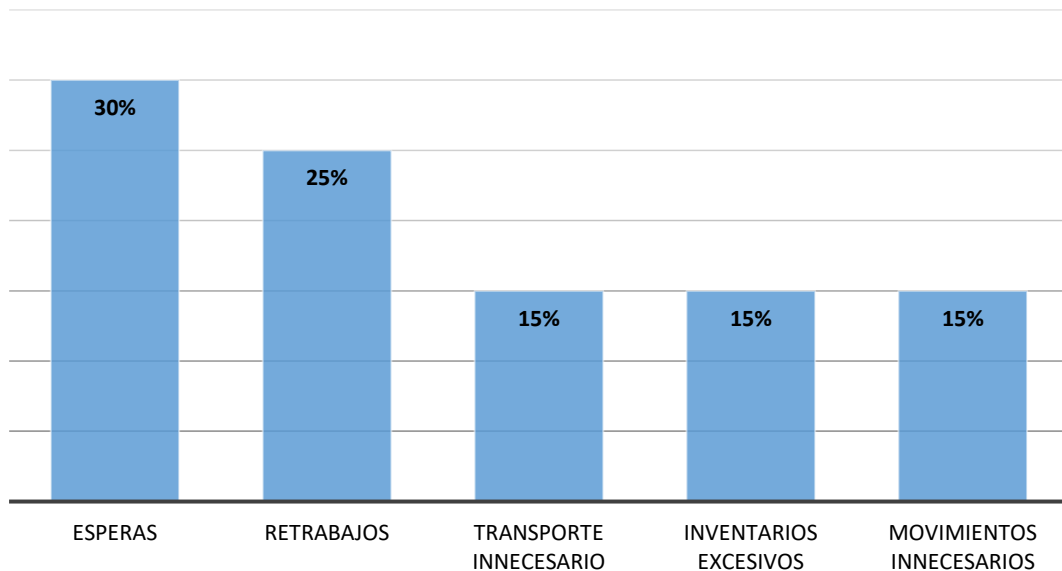
La información obtenida se consolidó para determinar la frecuencia de cada tipo de desperdicio identificado durante el diagnóstico de la planificación.

Tabla 12 *Frecuencia de desperdicios potenciales identificados en la planificación del proyecto*

Tipo de desperdicio	Frecuencia	Porcentaje
Esperas	6	30 %
Retrabajos	5	25 %
Transporte innecesario	3	15 %
Inventarios excesivos	3	15 %
Movimientos innecesarios	3	15 %
Total	20	100 %

Nota. La frecuencia corresponde al número de desperdicios potenciales identificados durante el diagnóstico de la planificación del proyecto.

Figura 2: *Distribución de los desperdicios potenciales identificados en la planificación del proyecto.*



El análisis evidencia que las esperas constituyen el desperdicio potencial con mayor frecuencia, representando el 30 % del total identificado. Esta situación se relaciona con la coordinación entre especialidades, la disponibilidad de recursos y la liberación de frentes de trabajo. Los retrabajos ocuparon el segundo lugar con el 25 %, asociados a posibles interferencias entre disciplinas y ajustes durante la ejecución. El transporte innecesario, los inventarios excesivos y los movimientos innecesarios registraron el 15 % cada uno, reflejando oportunidades de mejora en la logística, el almacenamiento de materiales y la organización de las actividades constructivas. Estos resultados respaldan la necesidad de implementar herramientas Lean Construction para optimizar la planificación y reducir los desperdicios presentes en el proyecto.

3.1.3 Identificación de restricciones en la planificación

La revisión de la documentación técnica permitió identificar las principales restricciones que pueden afectar el cumplimiento del cronograma durante la ejecución del proyecto. Estas restricciones fueron clasificadas de acuerdo con su origen para determinar aquellos factores que requieren ser gestionados antes del inicio de las actividades, de conformidad con los principios del Last Planner System.

Tabla 13 *Restricciones identificadas en la planificación del proyecto*

Tipo de restricción	Descripción	Impacto esperado
Técnica	Interferencias entre instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y estructurales.	Retrasos en la ejecución y necesidad de ajustes constructivos.
Logística	Limitación de accesos para ingreso de materiales y equipos debido a la operación del hospital.	Demoras en el abastecimiento y en la secuencia de actividades.
Recursos	Disponibilidad limitada de mano de obra especializada y equipos.	Disminución del rendimiento y posibles retrasos.
Normativa	Cumplimiento de protocolos de bioseguridad y normas hospitalarias.	Restricción de horarios y control de actividades constructivas.

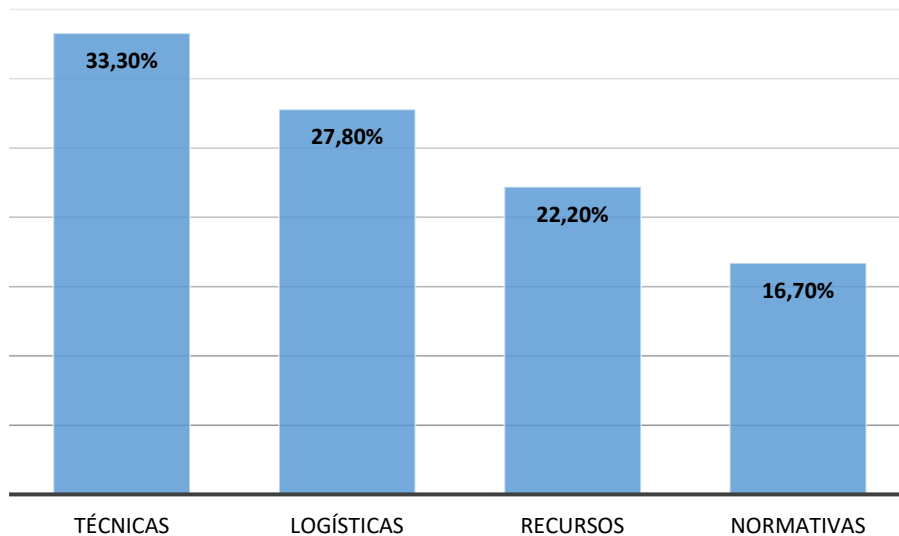
Nota. Las restricciones fueron identificadas mediante el análisis de la documentación técnica y las condiciones operativas del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo.

Tabla 14 *Clasificación de las restricciones identificadas*

Tipo de restricción	Cantidad	Porcentaje
Técnicas	6	33,3 %
Logísticas	5	27,8 %
Recursos	4	22,2 %
Normativas	3	16,7 %
Total	18	100 %

Nota. La frecuencia corresponde al número de restricciones identificadas durante el análisis de la planificación del proyecto.

Figura 3: *Distribución de las restricciones identificadas en la planificación del proyecto.*



Los resultados muestran que las restricciones técnicas constituyeron la categoría de mayor incidencia, representando el 33,3 % del total identificado. Estas se relacionan principalmente con la coordinación entre las diferentes especialidades y la compatibilidad de los sistemas constructivos. Las restricciones logísticas alcanzaron el 27,8 %, debido a las limitaciones de acceso y circulación propias de una obra ejecutada en un hospital en funcionamiento. Las restricciones de recursos representaron el 22,2 %, asociadas a la disponibilidad de personal especializado, materiales y equipos, las restricciones normativas correspondieron al 16,7 %, vinculadas con el cumplimiento de protocolos de bioseguridad y requisitos técnicos exigidos para este tipo de infraestructura. La identificación de estas condiciones permitió establecer las acciones que deberán ser consideradas durante la implementación de la metodología Lean Construction para reducir su impacto sobre la planificación del proyecto.

Trazabilidad de la reclasificación de actividades

La comparación del Value Stream Mapping muestra que el escenario inicial estuvo conformado por 838 actividades que agregaban valor (VA), 44 actividades necesarias que no agregaban valor (NNVA) y 36 actividades que no agregaban valor (NVA). En el escenario optimizado se registraron 874 actividades VA, 34 NNVA y 10 NVA. El total se mantuvo en 918 actividades en ambos escenarios.

La conservación del total se explica porque la propuesta no eliminó partidas ni actividades del cronograma base. La optimización se concentró en modificar las condiciones en las que se desarrollarían determinadas actividades. Para ello, se planteó la liberación anticipada de restricciones, la coordinación entre especialidades, la disponibilidad previa de materiales y equipos, la reorganización de secuencias, la definición de rutas de acceso y el cumplimiento anticipado de los protocolos hospitalarios.

Las 36 actividades reclasificadas estuvieron compuestas por 10 registros identificados inicialmente como NNVA y 26 registros clasificados como NVA. En el escenario optimizado, estos registros fueron considerados VA debido a que la intervención propuesta eliminó o redujo el componente improductivo que justificaba su clasificación inicial. Las actividades no fueron suprimidas del cronograma; se modificó su condición operativa para que su ejecución se vinculara de forma directa con el avance del proceso constructivo.

La reclasificación no significa que una espera, un transporte innecesario o un reproceso se conviertan por sí mismos en una actividad de valor. Significa que el registro del cronograma fue reorganizado para retirar el desperdicio asociado y conservar únicamente el componente productivo. Por ejemplo, la coordinación previa entre especialidades evita que una actividad de instalaciones permanezca detenida por incompatibilidades de planos; la compra anticipada permite que una actividad de acabados se ejecute sin espera por materiales; la programación de equipos evita interrupciones durante el movimiento de tierras.

Tabla 15 *Trazabilidad general de las actividades reclasificadas*

Cambio de clasificación	Cantidad	Condición identificada en el escenario inicial	Intervención propuesta	Criterio aplicado en el escenario optimizado
NNVA a VA	10	Actividades necesarias afectadas por verificaciones, traslados, preparación o	Integración de controles, coordinación anticipada y reorganización de secuencias	El registro se vinculó con una actividad productiva sin tiempos

		coordinación		adicionales
		previa		evitables
NVA a VA	26	Actividades afectadas por esperas, interferencias, movimientos innecesarios o posibles reprocesos	Liberación de restricciones, compatibilización de planos, programación de recursos y definición de accesos	de Se eliminó el componente improductivo y se conservó la ejecución que contribuye al avance físico
Permanecen NNVA	34	Controles, inspecciones, traslados y protocolos obligatorios	Estandarización y programación anticipada	Continúan siendo necesarios, aunque no producen una transformación física directa
Permanecen NVA	10	Restricciones o interrupciones que no pudieron eliminarse en el escenario propuesto	Medidas de control y seguimiento	Se mantienen como desperdicios potenciales sujetos a reducción durante la ejecución
Total, actividades reclasificadas	de 36	10 NNVA y 26 NVA	Aplicación simulada de VSM y control anticipado de restricciones	Incorporación proyectada a la categoría VA

Nota. VA: actividades que agregan valor; NNVA: actividades necesarias que no agregan valor; NVA: actividades que no agregan valor. La reclasificación corresponde al escenario optimizado simulado y deberá comprobarse durante la ejecución física del proyecto. Elaboración propia.

Explicación de las intervenciones identificadas

La revisión del proyecto permitió reconocer diferentes condiciones asociadas con la generación de desperdicios. En las obras preliminares se identificaron esperas vinculadas con la liberación del área de trabajo. La propuesta plantea coordinar previamente la entrega del espacio con la administración hospitalaria, evitando que las actividades programadas comiencen sin disponibilidad del área.

En el movimiento de tierras se observaron posibles esperas relacionadas con la disponibilidad de maquinaria y el transporte de materiales. La programación anticipada de equipos y rutas de ingreso permitiría disminuir interrupciones durante la actividad. En la estructura se identificaron interferencias entre los planos estructurales y las instalaciones, por lo que se propuso revisar y compatibilizar los diseños antes del inicio de los trabajos.

En las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y mecánicas se reconocieron riesgos de reprocesos, modificaciones de recorridos y espera por equipos. La coordinación entre especialistas, la actualización previa de planos y la adquisición anticipada de equipos permitirían reducir estos desperdicios. En el escenario optimizado, las actividades se programaron después de verificar la liberación de sus restricciones técnicas y de recursos.

En los acabados se identificaron posibles reprocesos, movimientos innecesarios y almacenamiento temporal de materiales. La propuesta consideró organizar las áreas de almacenamiento, establecer horarios de ingreso y aplicar criterios de orden asociados con la metodología 5S. En el equipamiento hospitalario se planteó coordinar el suministro, los accesos y los protocolos de bioseguridad. Para la limpieza y entrega se propuso reorganizar los movimientos finales y programar la salida de residuos.

Las modificaciones descritas explican la posible reducción de las actividades NNVA y NVA. Sin embargo, los cambios representan una proyección construida en la fase de planificación. La comprobación de la reclasificación requerirá medir durante la obra los tiempos de espera, los desplazamientos, los reprocesos y el cumplimiento de las actividades programadas.

3.3. Resultados de la implementación de herramientas Lean Construction

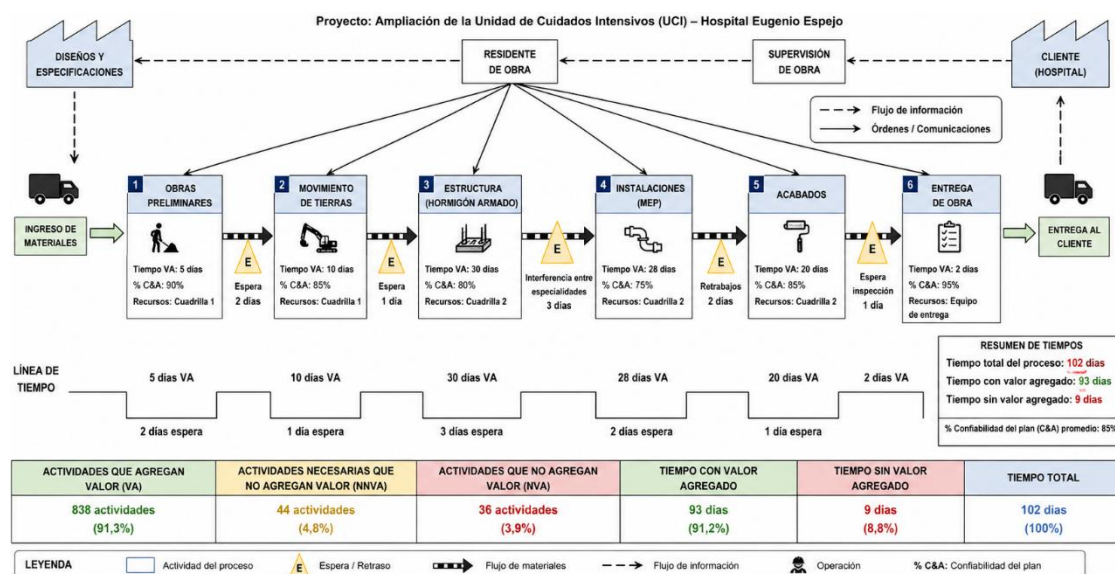
3.3.1. Resultados del Value Stream Mapping (VSM)

La construcción del mapa del estado actual se realizará a partir del cronograma valorado, el presupuesto referencial, los planos del proyecto y la secuencia de actividades establecida para la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Eugenio Espejo. La información recopilada permitirá representar el flujo de trabajo previsto desde el inicio de las obras preliminares hasta la entrega final del proyecto.

Durante esta etapa se identificarán las actividades que agregan valor al proceso constructivo, las actividades necesarias que no agregan valor y aquellas que representan desperdicios, de acuerdo con los principios de Lean Construction. De igual forma, se registrarán los tiempos de procesamiento, los tiempos de espera, las interferencias entre especialidades, las restricciones logísticas y los puntos donde se producen interrupciones en el flujo de trabajo.

La representación gráfica del estado actual permitirá visualizar la situación inicial de la planificación, facilitando la identificación de oportunidades de mejora relacionadas con la secuencia constructiva, la coordinación entre disciplinas y la utilización de los recursos disponibles.

Figura 4 Value Stream Mapping del estado actual del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos.

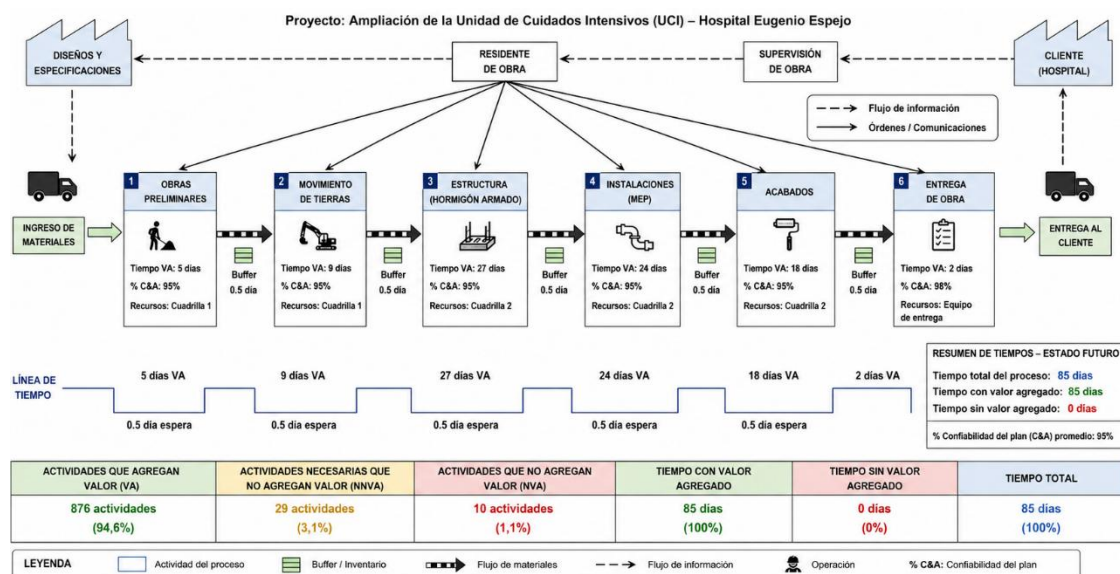


3.3.2. VSM del estado futuro

Una vez identificadas las oportunidades de mejora, se elaborará el mapa del estado futuro incorporando los principios de Lean Construction. Esta propuesta considerará la reorganización de la secuencia de actividades, la reducción de tiempos de espera, la eliminación de actividades que no agregan valor, la gestión anticipada de restricciones y una mejor coordinación entre las diferentes especialidades involucradas en el proyecto.

El mapa del estado futuro permitirá representar el flujo optimizado de los procesos constructivos, mostrando la disminución de desperdicios y la mejora en la continuidad de las actividades. Asimismo, servirá como base para la aplicación del Last Planner System y de las demás herramientas Lean propuestas en la investigación, facilitando una planificación más confiable y orientada al incremento de la productividad.

Figura 5 Value Stream Mapping del estado futuro del proyecto de ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos.



Para analizar el flujo de valor del proyecto, se aplicó la herramienta Value Stream Mapping (VSM) a 918 rubros identificados en el presupuesto referencial y relacionados con las actividades previstas en el cronograma de la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. En este estudio, cada rubro presupuestario fue considerado una unidad de análisis del VSM, debido a que contiene una descripción específica del trabajo, una cantidad, una unidad de medida, recursos asociados y una relación con una fase del proceso constructivo.

Tabla 16 Clasificación de las actividades mediante Value Stream Mapping

Clasificación	Número de rubros analizados	Porcentaje
Rubros que agregan valor (VA)	838	91,3 %
Rubros necesarios que no agregan valor (NNVA)	44	4,8 %
Rubros que no agregan valor (NVA)	36	3,9 %
Total	918	100,0 %

Nota. La clasificación se realizó sobre las actividades registradas en el cronograma y el presupuesto del proyecto, considerando los principios del Value Stream Mapping y la metodología Lean Construcción.

Figura 6 Clasificación de las actividades del proyecto mediante Value Stream Mapping.

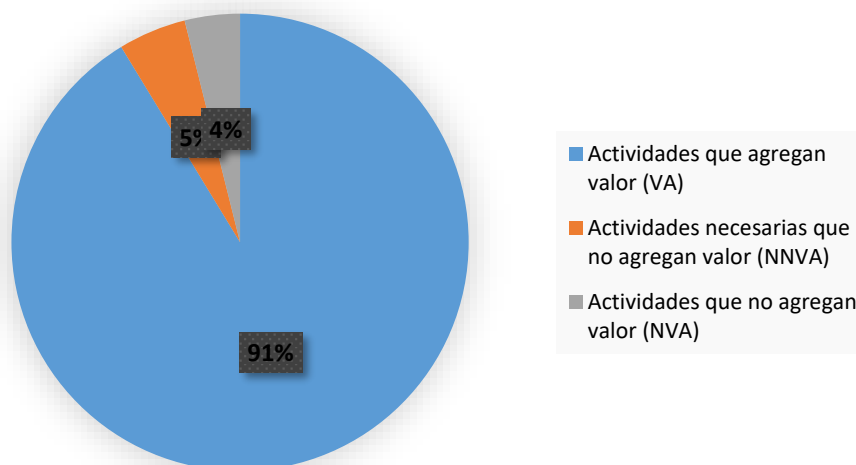
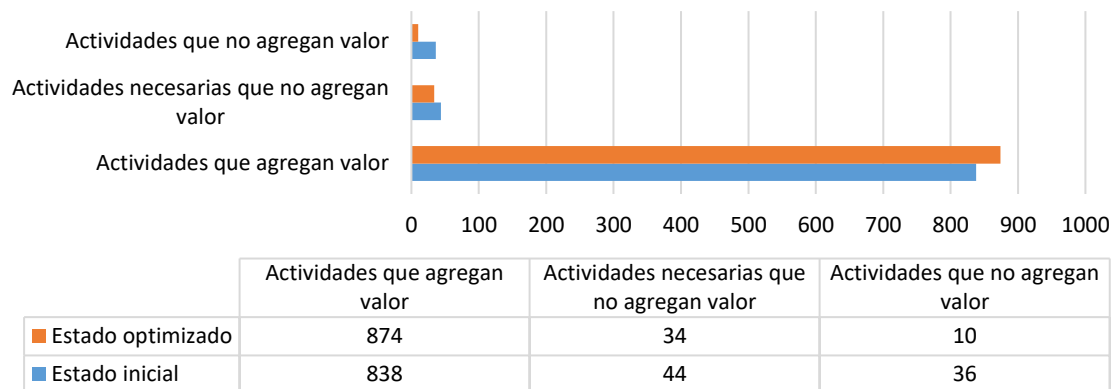


Tabla 17 Comparación del flujo de valor antes y después de la aplicación simulada de Lean Construction

Indicador	Estado inicial	Estado optimizado
Rubros que agregan valor	838	874
Rubros necesarios que no agregan valor	44	34
Rubros que no agregan valor	36	10
Total de rubros analizados	918	918

Nota. El estado optimizado representa la reducción de actividades sin valor agregado mediante la reorganización de la planificación, la eliminación de desperdicios y la gestión de restricciones propuesta por Lean Construction.

Figura 7 Comparación del flujo de valor antes y después de la aplicación simulada de Lean Construction.



El análisis del Value Stream Mapping mostró que 838 de los 918 rubros presupuestarios utilizados como unidades de análisis, equivalentes al 91,3 %, se relacionan directamente con la transformación física requerida para la ampliación hospitalaria y fueron clasificados como rubros que agregan valor (VA). Este porcentaje representa la composición del presupuesto según la función de los rubros, pero no constituye un indicador de eficiencia, productividad o cumplimiento del proyecto.

Un rubro clasificado como VA puede estar expuesto a esperas, interrupciones, restricciones, movimientos innecesarios o reprocesos durante su ejecución. Por esta razón, la elevada proporción de rubros vinculados con la transformación física no contradice la existencia de dificultades relacionadas con la coordinación entre especialidades, la liberación de frentes, la disponibilidad de recursos y las restricciones propias de un hospital en funcionamiento.

Los 44 rubros clasificados como NNVA representaron el 4,8 % y correspondieron a actividades necesarias de control, seguridad, traslado o cumplimiento normativo. Los 36 rubros NVA constituyeron el 3,9 % y se asociaron con componentes potencialmente evitables dentro del flujo planificado. En total, ambas categorías concentraron el 8,7 % de los rubros analizados y permitieron localizar oportunidades de mejora. La eficiencia del escenario base no se determinó únicamente mediante esta distribución, sino mediante

el análisis complementario de las restricciones, los tiempos de espera, la secuencia constructiva, el plazo y la confiabilidad de la planificación.

3.3.3 Aplicación del Last Planner System

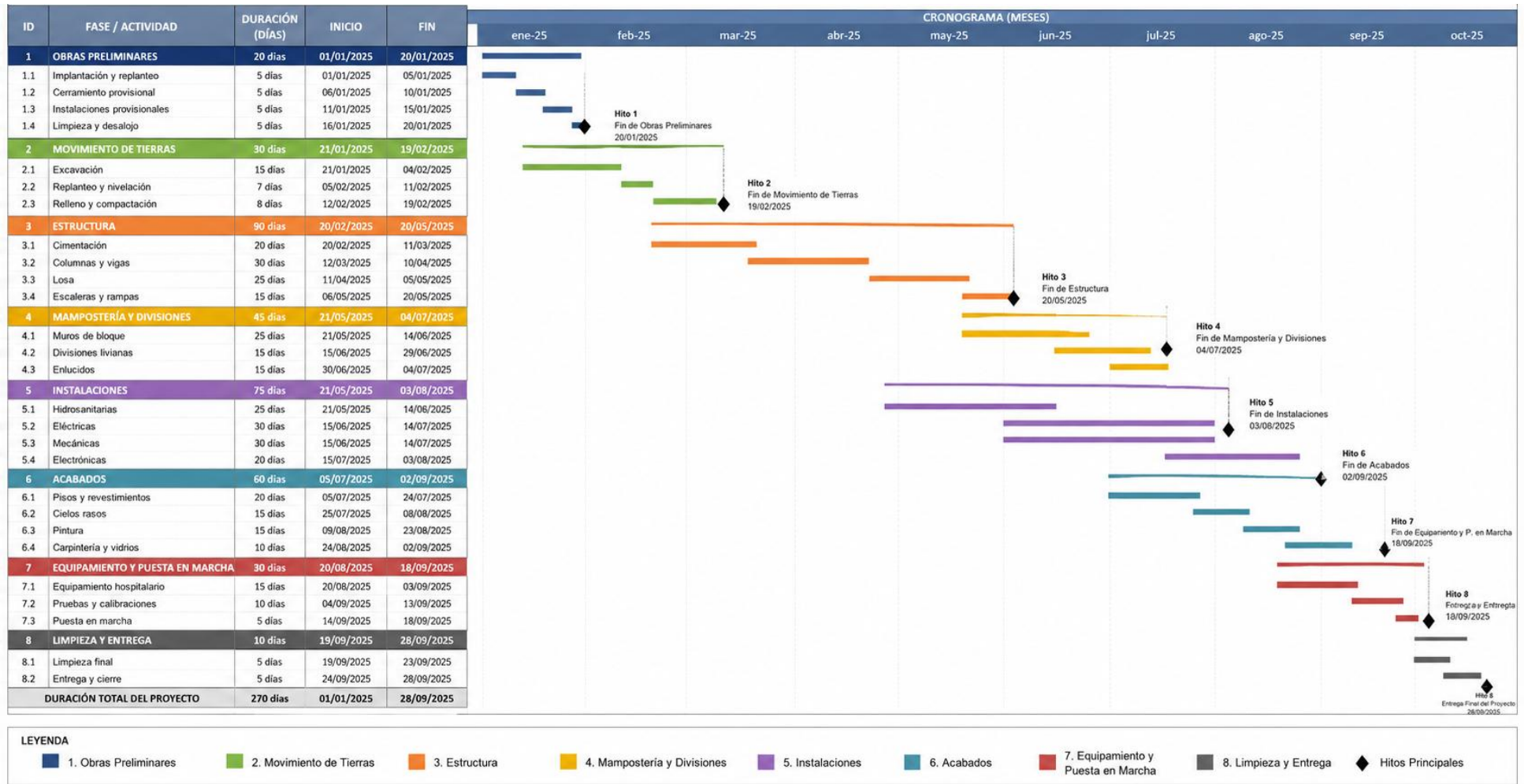
La implementación del Last Planner System (LPS) se desarrolló como una herramienta de planificación colaborativa orientada a mejorar la confiabilidad del cronograma y reducir la variabilidad de las actividades previstas para la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Eugenio Espejo. La aplicación del sistema comprendió la elaboración del Plan Maestro, la planificación intermedia mediante el Look Ahead, la programación semanal de las actividades, la gestión de restricciones y la evaluación del Porcentaje del Plan Completado (PPC). Estas etapas permitieron estructurar una propuesta de planificación más organizada y alineada con los principios de Lean Construction.

Los indicadores del Last Planner System corresponden a una evaluación ex ante desarrollada durante la fase de planificación. Las actividades programadas, los porcentajes del Plan Completado y las causas potenciales de incumplimiento fueron establecidos mediante un escenario optimizado proyectado, construido a partir del cronograma base, las restricciones identificadas y los supuestos técnicos definidos para la propuesta.

Los valores presentados no proceden del seguimiento físico de la obra ni representan actividades ejecutadas. Su función consiste en estimar la confiabilidad que podría alcanzar la planificación mediante la liberación anticipada de restricciones, la coordinación entre especialidades y la programación de actividades consideradas ejecutables. La validación de estos indicadores requerirá su aplicación y seguimiento durante la construcción.

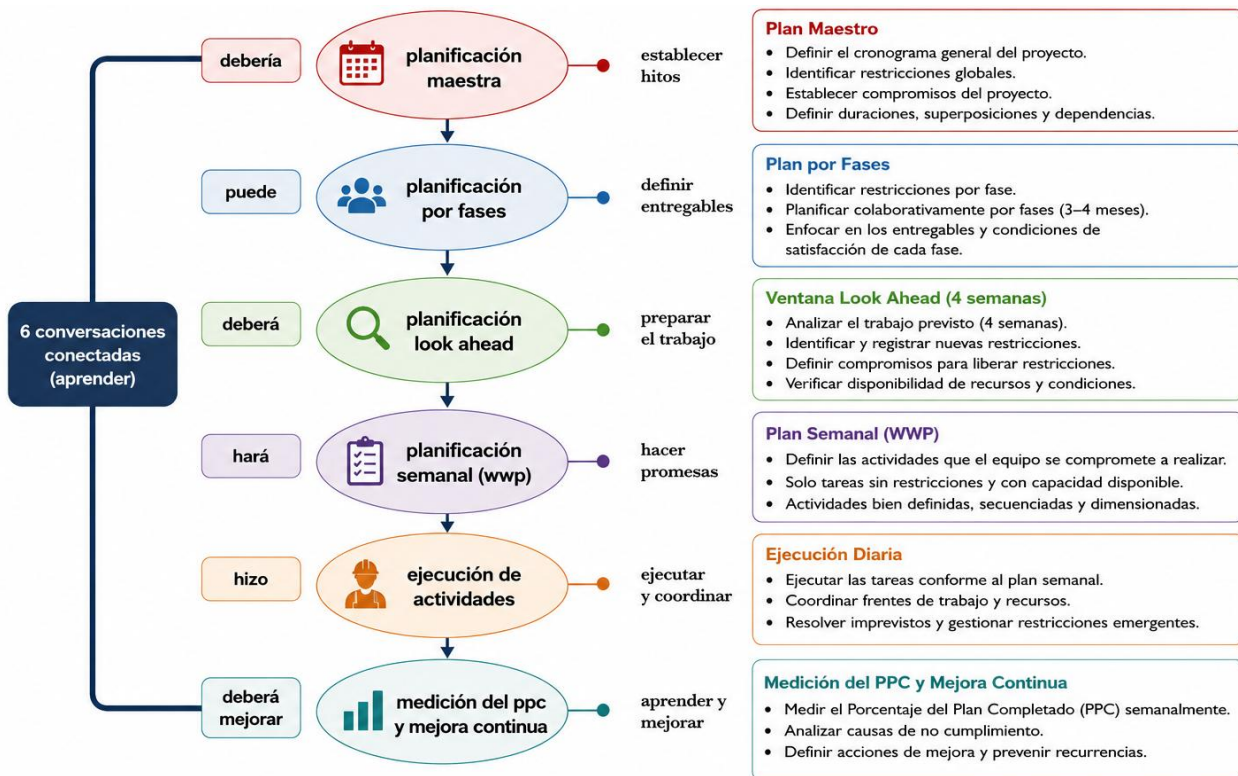
3.2.3.1. Elaboración del Plan Maestro

El Plan Maestro constituyó el punto de partida para la aplicación del Last Planner System, la elaboración se realizó con base en el cronograma valorado y en la documentación técnica del proyecto, definiendo la secuencia general de las actividades constructivas necesarias para la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos. En esta etapa se establecieron los principales hitos del proyecto, la duración estimada de las actividades y la relación de precedencia entre ellas, permitiendo disponer de una planificación global que sirvió de referencia para las etapas posteriores.



La aplicación del Last Planner System se modeló mediante un escenario de planificación de corto plazo organizado en cuatro semanas. Las actividades, restricciones y porcentajes de cumplimiento corresponden a valores simulados a partir del cronograma base y de los criterios de optimización adoptados.

Figura 8 Aplicación del Last Planner System en la planificación del proyecto



Nota. Elaboración propia con base en los principios del Last Planner System aplicados a la planificación del proyecto.

3.2.3.2. Desarrollo del Look Ahead

En base en el Plan Maestro se elaboró la planificación intermedia mediante la herramienta Look Ahead, considerando un horizonte de cuatro semanas. Este procedimiento permitió revisar anticipadamente las actividades próximas a ejecutarse, verificar la disponibilidad de recursos e identificar las restricciones que debían resolverse antes de su programación definitiva.

Tabla 18 *Planificación Look Ahead de cuatro semanas*

Actividad	Semana 1	Semana 2	Semana 3	Semana 4	Restricción identificada
Obras preliminares	X				Liberación del área
Movimiento de tierras	X	X			Disponibilidad de maquinaria
Estructura		X	X		Compatibilidad entre especialidades
Instalaciones			X	X	Coordinación técnica
Acabados				X	Disponibilidad de materiales

Nota. Elaboración propia.

3.2.3.3 Elaboración del Plan Semanal

La programación semanal se desarrolló únicamente con aquellas actividades que cumplieran las condiciones necesarias para su ejecución. En cada semana se definieron los responsables, los recursos requeridos y las fechas de cumplimiento, permitiendo controlar el avance de la planificación de corto plazo y fortalecer el compromiso de los participantes.

Tabla 19 *Plan semanal de actividades*

Actividad	Responsable	Fecha programada	Estado
Obras preliminares	Residente de obra	Semana 1	Cumplimiento proyectado
Movimiento de tierras	Contratista	Semana 1	Cumplimiento proyectado
Estructura	Supervisor	Semana 2	Cumplimiento proyectado
Instalaciones	Especialista	Semana 3	Cumplimiento proyectado
Acabados	Contratista	Semana 4	Programada

Nota. Elaboración propia.

3.2.3.4 Matriz de restricciones

Durante la planificación se identificaron las restricciones que podían afectar el cumplimiento del cronograma. Estas fueron clasificadas según su naturaleza y posteriormente consideradas para la programación semanal, permitiendo reducir posibles interrupciones durante la ejecución de las actividades.

Tabla 20 *Matriz de restricciones de planificación*

Restricción	Tipo	Acción propuesta	Responsable
Interferencia entre instalaciones	Técnica	Coordinación de planos	Fiscalización
Acceso restringido	Logística	Programación de horarios	Contratista
Disponibilidad de materiales	Recursos	Compra anticipada	Residente
Protocolos hospitalarios	Normativa	Coordinación institucional	Administración

Nota. Elaboración propia.

3.2.3.5 Cálculo del Porcentaje del Plan Completado (PPC)

El desempeño de la planificación semanal se evaluó mediante el indicador Porcentaje del Plan Completado (PPC), el cual permite medir el grado de cumplimiento de las actividades programadas durante un periodo determinado.

La expresión utilizada fue la siguiente:

$$PPC = \frac{\text{Número de actividades ejecutadas}}{\text{Número de actividades programadas}} \times 100$$

Este indicador permitió evaluar la confiabilidad de la planificación propuesta y verificar el nivel de cumplimiento alcanzado en cada semana de seguimiento. Valores elevados del

PPC reflejan una adecuada coordinación entre las actividades programadas y las realmente ejecutadas, favoreciendo la continuidad del proceso constructivo.

3.2.3.6 Causas potenciales de incumplimiento

Las actividades que no alcanzaron el cumplimiento proyectado fueron examinadas para identificar los factores que podrían afectar la planificación. Debido a que la propuesta no fue aplicada físicamente, estos factores se interpretan como causas potenciales de incumplimiento y no como eventos registrados durante la ejecución de la obra.

La identificación se sustentó en las restricciones técnicas, logísticas, normativas y de recursos detectadas durante la revisión del proyecto base. El análisis permitió formular acciones preventivas destinadas a disminuir el riesgo de interrupciones dentro del escenario optimizado.

Tabla 21 Causas potenciales de incumplimiento de las actividades programadas

Causa	Frecuencia
Restricciones técnicas	3
Disponibilidad de materiales	2
Coordinación entre especialidades	2
Restricciones logísticas	1
Requerimientos hospitalarios	1
Total	9

Nota. Elaboración propia.

Las principales causas potenciales de incumplimiento se relacionaron con incompatibilidades técnicas, coordinación insuficiente entre especialidades, disponibilidad tardía de materiales y restricciones de acceso derivadas del funcionamiento del hospital. En el escenario optimizado se plantearon medidas preventivas relacionadas con la compatibilización de planos, la programación anticipada de recursos, la definición de horarios de ingreso y la liberación previa de los frentes de trabajo.

Estos resultados no indican que las causas se hayan producido durante la construcción. Representan riesgos identificados en la fase de planificación que podrían afectar el cumplimiento semanal si no se aplican las acciones preventivas formuladas.

Tabla 22 *Porcentaje del Plan Completado proyectado*

Semana	Actividades planificadas	Actividades con cumplimiento proyectado	PPC proyectado
1	18	17	94,4
2	19	18	94,7
3	20	19	95,0
4	19	18	94,7
Promedio	19	18	94,7

Nota. Los valores corresponden a una simulación ex ante elaborada a partir del cronograma base, la disponibilidad prevista de recursos y la liberación proyectada de restricciones, no representan actividades verificadas durante la ejecución física de la obra.

El PPC proyectado presentó valores entre 94,4 % y 95,0 %, con un promedio de 94,7 %. Este porcentaje representa la confiabilidad estimada del escenario optimizado, suponiendo la liberación oportuna de las restricciones y la disponibilidad de los recursos requeridos. El indicador no corresponde a un cumplimiento registrado durante la ejecución, puesto que fue calculado mediante una simulación de cuatro semanas.

La diferencia entre las actividades planificadas y aquellas con cumplimiento proyectado permitió identificar posibles compromisos que podrían verse afectados por restricciones técnicas, logísticas, normativas o relacionadas con los recursos. El valor deberá contrastarse con los PPC semanales obtenidos durante la ejecución física de la obra.

Figura 9 *Porcentaje del Plan Completado (PPC) durante la planificación semanal*

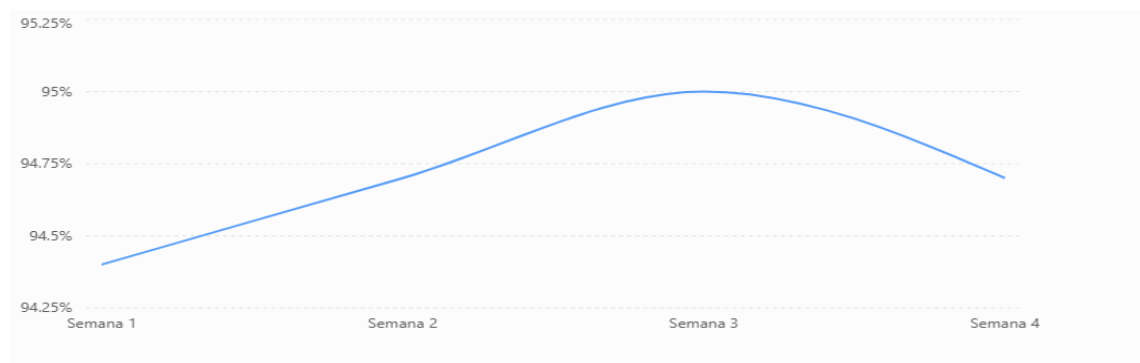


Tabla 23 *Liberación de restricciones durante la planificación semanal*

Tipo de restricción	Casos gestionados
Técnicas	7
Logísticas	6
Recursos	4
Normativas	3
Total	20

Nota. Las restricciones corresponden a las identificadas durante el diagnóstico inicial y fueron consideradas para la programación semanal del proyecto.

La aplicación simulada del Last Planner System permitió estructurar una propuesta de planificación de corto plazo mediante el Plan Maestro, el Look Ahead, el Plan Semanal y la matriz de restricciones. El PPC promedio proyectado fue del 94,7 %, valor que representa la confiabilidad estimada del escenario optimizado durante las cuatro semanas analizadas.

La gestión anticipada de restricciones técnicas, logísticas, normativas y de recursos permitió formular condiciones orientadas a reducir posibles interrupciones. Estos resultados complementan el análisis efectuado mediante el Value Stream Mapping; sin embargo, corresponden a una evaluación proyectada y deberán comprobarse mediante el seguimiento físico de la obra.

3.2.3 Resultados de la aplicación de la metodología 5S

Aplicación de la metodología 5S

La metodología 5S se incorporó de forma simulada como complemento del Value Stream Mapping y del Last Planner System, con el propósito de proyectar mejoras en la organización del entorno de trabajo, la utilización de los recursos y las condiciones previstas para la ejecución de las actividades programadas. La evaluación ex ante permitió

comparar el escenario base con el escenario optimizado, considerando los cinco principios de la metodología. Los resultados corresponden a estimaciones realizadas durante la fase de planificación y no a una implementación física en obra.

Para valorar las condiciones proyectadas de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina, se utilizó una lista de verificación basada en los principios de la metodología 5S. El instrumento estuvo compuesto por diez criterios distribuidos entre las dimensiones Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu y Shitsuke. Cada criterio recibió una valoración máxima de diez puntos, para un total de cien puntos. La lista se aplicó al escenario base y al escenario optimizado simulado, lo que permitió estimar la variación potencial en el nivel de cumplimiento de la metodología.

El porcentaje de cumplimiento se determinó mediante la relación entre el puntaje obtenido y el puntaje máximo establecido para la evaluación, utilizando la siguiente expresión:

$$\text{Cumplimiento \%} = \frac{\text{Puntaje obtenido}}{\text{Puntaje máximo}} \times 100$$

La lista de verificación utilizada para esta evaluación se presenta en el Anexo 9.

Los porcentajes de cumplimiento proyectados de la metodología 5S se estimaron mediante una lista de verificación compuesta por diez criterios, distribuidos entre sus cinco dimensiones. Cada criterio se valoró en una escala de 0 a 10 puntos, con un puntaje máximo total de 100 puntos. El porcentaje de cumplimiento se calculó dividiendo el puntaje estimado para cada escenario entre el puntaje máximo y multiplicando el valor obtenido por cien. Este procedimiento permitió comparar el escenario base con el escenario optimizado simulado. Las listas de verificación empleadas para efectuar los cálculos se presentan en los Anexos 9 y 10.

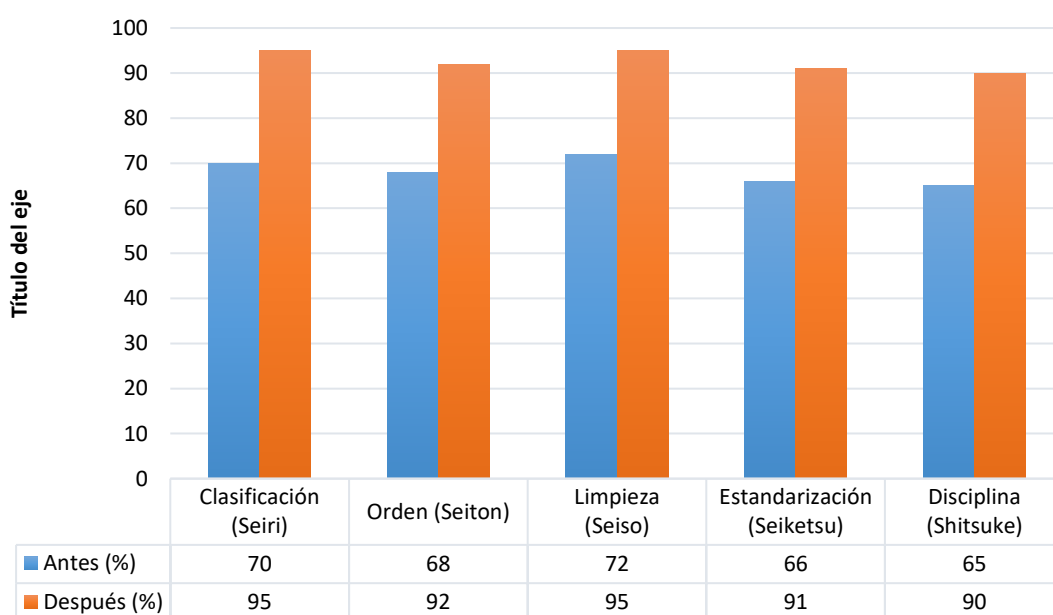
Tabla 24 *Cálculo del porcentaje de cumplimiento de la metodología 5S*

Dimensión	Escenario base	Escenario optimizado
Clasificación (Seiri)	70	95
Orden (Seiton)	68	92
Limpieza (Seiso)	72	95

Estandarización (Seiketsu)	66	91
Disciplina (Shitsuke)	65	90
Promedio	68,2	92,6

Nota. Elaboración propia.

Figura 10 Comparación del cumplimiento proyectado de la metodología 5S entre el escenario base y el escenario optimizado



La comparación proyectó mejoras en los cinco principios de la metodología 5S. La clasificación (Seiri) pasó del 70 % en el escenario base al 95 % en el escenario optimizado; el orden (Seiton), del 68 % al 92 %; la limpieza (Seiso), del 72 % al 95 %; la estandarización (Seiketsu), del 66 % al 91 %; y la disciplina (Shitsuke), del 65 % al 90 %.

El promedio general pasó del 68,2 % al 92,6 %, lo que representa un incremento proyectado de 24,4 puntos porcentuales. Esta diferencia refleja las condiciones estimadas al incorporar acciones de clasificación, organización, limpieza y control dentro del escenario optimizado. Los porcentajes no corresponden a mediciones efectuadas antes y después de una intervención física.

3.4 Evaluación de resultados: productividad, plazos, costos y sostenibilidad

La evaluación de los resultados proyectados permitió comparar el escenario base con el escenario optimizado simulado. El análisis consideró indicadores relacionados con la productividad, el plazo, los costos, la confiabilidad de la planificación y la sostenibilidad. Las diferencias identificadas representan efectos estimados de la propuesta y no mejoras comprobadas durante la ejecución física de la obra.

3.4.1 Evaluación de la productividad proyectada

La productividad proyectada se evaluó mediante el análisis de la duración individual de las fases incluidas en el cronograma general del proyecto. Este procedimiento permitió identificar las actividades con mayor participación en la duración acumulada y reconocer los principales puntos de intervención para formular el escenario optimizado.

Las mayores oportunidades de mejora se localizaron en las fases de estructura, instalaciones y acabados, debido a su duración y complejidad técnica. Estas fases requieren coordinación entre especialidades, disponibilidad oportuna de recursos y liberación progresiva de frentes de trabajo. La aplicación simulada de herramientas Lean permitió proponer una reorganización de las secuencias constructivas y una reducción de los tiempos improductivos.

Tabla 25 *Participación de las fases en la duración acumulada de las actividades*

Fase	Duración individual (días)	Participación en la duración acumulada
Obras preliminares	20	5,56 %
Movimiento de tierras	30	8,33 %
Estructura	90	25,00 %
Mampostería y divisiones	45	12,50 %
Instalaciones	75	20,83 %
Acabados	60	16,67 %
Equipamiento y puesta en marcha	30	8,33 %
Limpieza y entrega	10	2,78 %
Total acumulado	360	100,00 %

Nota. La duración acumulada corresponde a la suma de las duraciones individuales de las fases. Este valor no representa el plazo global del proyecto, debido a que algunas actividades se desarrollan de forma simultánea. El plazo del escenario base es de 270 días y se determina mediante las relaciones de precedencia y la ruta crítica del cronograma. Elaboración propia a partir del cronograma del proyecto.

Las duraciones individuales de las fases sumaron 360 días. Este valor no corresponde al plazo global del proyecto, debido a que varias fases se superponen o comienzan antes de la terminación completa de su predecesora. El plazo del escenario base se mantiene en 270 días y está determinado por las relaciones de precedencia, los solapamientos y la secuencia de actividades pertenecientes a la ruta crítica.

La participación porcentual se calculó utilizando como denominador los 360 días acumulados. Este criterio permite mostrar el peso relativo de cada fase sin interpretar sus porcentajes como componentes aditivos del plazo contractual. La estructura presentó la mayor participación, con el 25,00 %, seguida de las instalaciones, con el 20,83 %, y los acabados, con el 16,67 %.

Las tres fases concentraron el 62,50 % de la duración acumulada:

$$25,00\% + 20,83\% + 16,67\% = 62,50\%$$

Esta concentración permite justificar que la propuesta de optimización priorice la estructura, las instalaciones y los acabados. En estas fases se plantearon medidas asociadas con la compatibilización previa de diseños, la liberación progresiva de sectores, la coordinación entre especialidades, la programación anticipada de materiales y la superposición controlada de actividades compatibles.

3.4.2 Evaluación del cumplimiento de plazos

El cronograma inicial estableció una duración total de 270 días para la ejecución del proyecto. La aplicación simulada de Lean Construction permitió plantear un escenario optimizado mediante la reorganización de actividades, la reducción de interferencias y la liberación anticipada de restricciones.

Tabla 26 *Evaluación del plazo proyectado*

Indicador	Escenario inicial	Escenario optimizado	Variación
Duración total del proyecto	270 días	240 días	-11,11 %
Tiempo reducido	—	30 días	—

La disminución de treinta días representa una reducción del 11,11 % respecto al cronograma inicial. La optimización fortalece la confiabilidad de la planificación y disminuye las interferencias con las actividades hospitalarias.

Justificación de la reducción proyectada del plazo

La reducción proyectada de 270 a 240 días no corresponde a una disminución proporcional aplicada sobre la duración total del proyecto. La variación se sustenta en la reorganización simulada de las relaciones de precedencia, la superposición controlada de actividades compatibles, la liberación anticipada de restricciones y la reducción de tiempos de espera asociados con las actividades críticas.

En el escenario base, las fases de estructura, instalaciones y acabados fueron organizadas mediante relaciones predominantemente secuenciales. Esta configuración implicaba que ciertas actividades debían esperar la terminación total de su predecesora, incluso cuando existía la posibilidad de liberar sectores parciales. En el escenario optimizado se propuso dividir los frentes de trabajo y establecer relaciones de inicio a inicio con desfases controlados entre actividades compatibles.

La propuesta consideró el inicio anticipado de las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y mecánicas en sectores estructurales liberados. Asimismo, se planteó comenzar determinadas actividades de acabados después de concluir y verificar las instalaciones de cada sector, sin esperar la terminación completa de todas las especialidades en la totalidad del proyecto. Esta reorganización permitiría reducir periodos de inactividad sin alterar las especificaciones técnicas ni los protocolos aplicables al entorno hospitalario.

La liberación anticipada de restricciones incluyó la compatibilización de planos, la programación de materiales y equipos, la definición de rutas y horarios de acceso, la coordinación entre especialidades y la entrega progresiva de frentes de trabajo. Estas

acciones permitieron formular una reducción acumulada de 30 días dentro de la ruta crítica simulada.

El plazo de 240 días representa un escenario proyectado construido durante la fase de planificación. La reducción deberá validarse mediante un cronograma detallado que contenga las actividades críticas, sus duraciones, relaciones de precedencia y holguras, el cumplimiento también deberá verificarse durante la ejecución física de la obra.

Tabla 27 *Trazabilidad de la reducción proyectada del plazo*

Código	Actividad de la ruta crítica	Duración inicial	Predeceso inicial	Modificación propuesta	Restricción liberada	Efecto optimizado	Reducción atribuible
RC-01	Obras preliminares	20 días	Inicio del proyecto	Coordinación anticipada de la entrega y aislamiento del área hospitalaria	Liberación del área de trabajo y protocolos de asepsia	Inicio oportuno del frente de trabajo	5 días
RC-02	Estructura	90 días	Movimiento de tierras	División de la estructura por sectores y liberación progresiva de frentes	Interferencias entre planos estructurales e instalaciones	Inicio anticipado de las instalaciones en sectores liberados	8 días
RC-03	Instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y mecánicas	75 días	Estructura	Superposición controlada con la estructura mediante relaciones de inicio a inicio y coordinación por sectores	Compatibilidad entre especialidades y disponibilidad de equipos	Desarrollo paralelo de instalaciones en áreas estructurales terminadas	10 días
RC-04	Acabados	60 días	Instalaciones	Inicio progresivo de acabados en sectores con instalaciones terminadas y verificadas	Disponibilidad de materiales y acceso restringido al área hospitalaria	Inicio anticipado sin esperar la terminación total de todas las instalaciones	7 días
Total de reducción proyectada							30 días

Nota. La reducción se estableció a partir de la reorganización simulada de las actividades críticas, la superposición controlada de fases compatibles y la liberación anticipada de restricciones.

La reducción proyectada de 30 días se distribuyó entre cuatro actividades críticas del proyecto. En las obras preliminares se estimó una reducción de cinco días mediante la coordinación anticipada de la entrega, el aislamiento y la liberación del área hospitalaria. Esta acción permitiría evitar demoras al inicio de las actividades constructivas.

En la fase estructural se proyectó una reducción de ocho días mediante la división del trabajo por sectores y la compatibilización previa de los planos estructurales con los diseños de instalaciones. La liberación progresiva de frentes permitiría iniciar actividades sucesoras sin esperar la terminación completa de toda la estructura.

La mayor reducción se concentró en las instalaciones hidrosanitarias, eléctricas y mecánicas, con diez días. La propuesta planteó una superposición controlada con la fase estructural en sectores liberados, acompañada de la coordinación técnica entre especialidades y la programación anticipada de equipos.

En los acabados se estimó una reducción de siete días mediante el inicio progresivo de los trabajos en áreas cuyas instalaciones hubieran sido terminadas y verificadas. La adquisición anticipada de materiales y la coordinación de los horarios de acceso contribuirían a evitar esperas asociadas con las condiciones operativas del hospital.

La suma de las reducciones atribuibles alcanza 30 días, lo que permite explicar la variación del plazo entre el escenario base de 270 días y el escenario optimizado de 240 días.

3.4.3 Evaluación económica proyectada

La evaluación económica proyectada se desarrolló a partir del análisis de los beneficios derivados de la aplicación de la metodología Lean Construction en la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Eugenio Espejo. Debido a que la investigación corresponde a una propuesta de optimización en fase de planificación, el análisis se centró en la reducción de desperdicios, la disminución de tiempos improductivos y la optimización de los recursos disponibles.

Reducción de desperdicios

La aplicación del Value Stream Mapping permitió identificar actividades que no agregan valor al proceso constructivo, entre las que se encuentran las esperas generadas por interferencias entre especialidades, los movimientos innecesarios de materiales, los reprocesos asociados a inconsistencias técnicas y la subutilización de recursos. La

eliminación o reducción de estos desperdicios favorece una secuencia de trabajo más eficiente y disminuye las pérdidas operativas durante la ejecución del proyecto.

Disminución de tiempos muertos

La implementación del Last Planner System contribuyó a mejorar la planificación semanal y el control de restricciones, permitiendo anticipar posibles inconvenientes relacionados con la disponibilidad de materiales, equipos y áreas de trabajo. La optimización del cronograma permitió reducir la duración proyectada del proyecto de 270 a 240 días, lo que representa una disminución del 11,11 % en el tiempo total de ejecución.

Mejor utilización de recursos

La metodología Lean favoreció una distribución más eficiente de la mano de obra, los equipos y los materiales, mediante la reorganización de actividades y la coordinación entre las diferentes especialidades involucradas en la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos. La planificación colaborativa permitió disminuir interrupciones y mejorar el aprovechamiento de los recursos técnicos disponibles.

Efecto económico proyectado

La reducción proyectada de desperdicios y del plazo podría generar beneficios económicos asociados con menores gastos administrativos, costos de supervisión y periodos de utilización de maquinaria. Debido a que no se dispone de un presupuesto ejecutado ni de mediciones posteriores a la intervención, no se establece un ahorro monetario comprobado. Los valores económicos representan estimaciones derivadas del escenario optimizado y deberán verificarse durante la ejecución del proyecto.

Tabla 28 *Evaluación económica proyectada de la propuesta Lean*

Indicador	Escenario inicial	Escenario optimizado	Variación
Duración del proyecto	270 días	240 días	-11,11 %
Actividades sin valor agregado	Alto	Medio	Reducción
Tiempos muertos	Alto	Bajo	Reducción

Indicador	Escenario inicial Escenario optimizado Variación		
	Convencional	Optimizada	Mejora
Utilización de recursos			
Coordinación entre especialidades	Media	Alta	Mejora

Nota. La evaluación económica proyectada se fundamenta en la optimización de procesos y en la reducción de desperdicios identificados mediante la metodología Lean Construction.

3.4.4 Evaluación de sostenibilidad y Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

La evaluación de sostenibilidad permitió analizar la contribución de la metodología Lean Construction en la optimización de los procesos constructivos proyectados para la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital Eugenio Espejo. La aplicación del Value Stream Mapping, el Last Planner System y la metodología 5S favoreció la reducción de desperdicios, la optimización del uso de recursos y el fortalecimiento de la planificación colaborativa, aspectos que contribuyen al desarrollo sostenible del proyecto.

La identificación de actividades que no agregan valor permitió disminuir tiempos improductivos, optimizar la utilización de materiales y reducir interferencias entre las diferentes especialidades involucradas en la construcción. Del mismo modo, la reorganización de las actividades contribuyó a mejorar la eficiencia operativa y el aprovechamiento de los recursos humanos y técnicos.

La propuesta desarrollada mantiene una relación directa con diversos Objetivos de Desarrollo Sostenible, debido a que busca fortalecer la infraestructura hospitalaria, promover la innovación en la gestión constructiva y fomentar prácticas responsables en el uso de recursos.

Tabla 29 *Relación entre la propuesta Lean y los Objetivos de Desarrollo Sostenible*

Objetivo de Desarrollo Sostenible	Aporte de la propuesta
ODS 3. Salud y bienestar	Fortalecimiento de la infraestructura hospitalaria y mejora de la capacidad de atención médica.
ODS 9. Industria, innovación e infraestructura	Incorporación de herramientas Lean para optimizar la planificación y la gestión constructiva.
ODS 11. Ciudades y comunidades sostenibles	Desarrollo de infraestructura pública más eficiente y resiliente.
ODS 12. Producción y consumo responsables	Reducción de desperdicios y optimización del uso de materiales y recursos.

La aplicación simulada de Lean Construction favorece la sostenibilidad del proyecto mediante la mejora de la productividad, la disminución de actividades innecesarias y la promoción de una gestión más eficiente. La optimización del cronograma y la reducción de desperdicios contribuyen al uso racional de los recursos disponibles, fortaleciendo la sostenibilidad técnica y operativa de la ampliación hospitalaria.

En términos sociales, la propuesta busca garantizar la continuidad de los servicios médicos durante el desarrollo de las actividades constructivas, minimizando las interferencias con el funcionamiento del hospital y promoviendo espacios adecuados para la atención de pacientes.

3.4.5 Discusión de los resultados proyectados

La reducción proyectada del plazo de 270 a 240 días representa una disminución de 30 días, equivalente al 11,11 %. Este resultado se relaciona con los planteamientos de Ballard y Howell (2003), quienes sostienen que Last Planner System contribuye a mejorar la confiabilidad de la planificación mediante la revisión anticipada de restricciones, la preparación de actividades ejecutables y el análisis de las causas de incumplimiento. En proyectos latinoamericanos analizados por Alarcón et al. (2008), la adopción de herramientas Lean produjo mejoras de desempeño comprendidas entre el 7 % y el 48 %.

Por tanto, la reducción proyectada del 11,11 % se encuentra dentro del intervalo informado en experiencias regionales, aunque debe interpretarse como una estimación ex ante y no como una reducción comprobada en la fase de planificación del proyecto.

El PPC promedio proyectado alcanzó el 94,7 %, resultado superior a los promedios registrados en 77 proyectos chilenos, cuyos valores evolucionaron aproximadamente del 63 % al 71 % durante el periodo analizado por Alarcón et al. (2008). La diferencia de 23,7 puntos porcentuales respecto al valor regional más alto podría explicarse porque el escenario del Hospital Eugenio Espejo fue construido mediante una simulación que presupone la liberación oportuna de restricciones. En una aplicación real, el PPC podría disminuir debido a retrasos en la disponibilidad de materiales, dificultades de coordinación, cambios técnicos y restricciones operativas no previstas. Ballard y Howell (2003) explican que el PPC mide la confiabilidad del plan semanal, pero su interpretación debe acompañarse del análisis de las causas de incumplimiento y no limitarse al porcentaje alcanzado.

Los proyectos hospitalarios presentan condiciones más restrictivas que otras edificaciones, debido a la necesidad de mantener la continuidad de los servicios médicos, controlar el polvo, ruido y residuos, restringir la circulación de trabajadores y evitar interferencias con áreas sensibles. En el proyecto analizado se identificaron 18 restricciones iniciales: 6 técnicas, equivalentes al 33,3 %; 5 logísticas, correspondientes al 27,8 %; 4 relacionadas con recursos, que representaron el 22,2 %; y 3 normativas, equivalentes al 16,7 %. Las restricciones técnicas y logísticas concentraron el 61,1 % del total, lo que demuestra que la coordinación entre especialidades y las limitaciones de acceso constituyen los principales factores que podrían reducir el margen de mejora durante la ejecución.

La comparación con experiencias latinoamericanas permite señalar que la reducción proyectada del plazo y el PPC estimado guardan coherencia con los beneficios atribuidos a Lean Construction. Sin embargo, las diferencias entre proyectos impiden establecer una equivalencia directa, especialmente porque los estudios hospitalarios regionales no siempre presentan valores numéricos comparables de plazo y PPC. Los resultados del Hospital Eugenio Espejo deben entenderse como metas de desempeño del escenario optimizado, cuya verificación requerirá el seguimiento del cronograma, el cálculo semanal del PPC y el registro de restricciones durante la ejecución física del proyecto.

La fuente regional verificable señala mejoras de desempeño entre el 7 % y el 48 %, además de PPC promedio entre 63 % y 71 % en proyectos chilenos. Alarcón et al. (2008). Ballard y Howell explican la función del PPC y del control de restricciones dentro de Last Planner System. Ballard y Howell (2003).

CONCLUSIONES

El diagnóstico realizado sobre la planificación de la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos permitió identificar restricciones de carácter técnico, logístico, normativo y relacionadas con la disponibilidad de recursos. La información obtenida facilitó la formulación de una propuesta orientada a fortalecer la organización de las actividades constructivas y mejorar la coordinación entre los participantes del proyecto.

La aplicación del Value Stream Mapping permitió representar el flujo del proceso constructivo, diferenciando las actividades que aportan valor de aquellas que generan tiempos de espera o interrupciones. Esta herramienta sirvió de base para plantear un estado futuro enfocado en mejorar la secuencia de las actividades y disminuir procesos que no contribuyen al cumplimiento de la planificación.

La propuesta basada en el Last Planner System integró el Plan Maestro, el Look Ahead, el Plan Semanal, la matriz de restricciones y el seguimiento del Porcentaje del Plan Completado como instrumentos de planificación colaborativa. La articulación de estas herramientas favorece una programación más organizada, facilita la identificación anticipada de restricciones y fortalece el control de las actividades previstas para el proyecto.

La evaluación de la metodología 5S mostró una mejora proyectada en los indicadores de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina. El porcentaje promedio de cumplimiento pasó de 68,2 % a 92,6 %, evidenciando que la propuesta contribuye a generar condiciones de trabajo más organizadas y acordes con los principios de Lean Construction.

La integración de las herramientas Lean Construction permitió estructurar una propuesta metodológica aplicable a la ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo. La propuesta constituye una alternativa para fortalecer la planificación, optimizar el uso de los recursos disponibles y apoyar el desarrollo ordenado de las actividades constructivas.

RECOMENDACIONES

Se recomienda incorporar las herramientas Lean Construction desde las primeras etapas de planificación de proyectos hospitalarios, promoviendo la participación coordinada de residentes, fiscalizadores, supervisores y contratistas durante la programación de las actividades.

Se sugiere utilizar el Last Planner System durante el desarrollo del proyecto mediante la elaboración del Plan Maestro, el Look Ahead, el Plan Semanal, la matriz de restricciones y el seguimiento periódico del Porcentaje del Plan Completado, facilitando el control de la planificación y la identificación anticipada de posibles restricciones.

Conviene mantener actualizada la matriz de restricciones durante todo el proceso constructivo, registrando las acciones previstas, los responsables y el estado de liberación de cada restricción, favoreciendo una programación más estable y una mejor coordinación entre las diferentes especialidades involucradas.

Se recomienda aplicar listas de verificación de la metodología 5S en distintas fases del proyecto para evaluar la evolución de los indicadores de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina, fortaleciendo las condiciones de organización del área de trabajo.

Resulta pertinente considerar la aplicación de la propuesta desarrollada en proyectos hospitalarios con características similares, valorando indicadores relacionados con la productividad, el cumplimiento de la planificación y la utilización de los recursos, con el fin de disponer de información que contribuya al perfeccionamiento de futuras intervenciones constructivas.

REFERENCIAS

- Acle Mena, R. S., Santos Díaz, J. Y., & Herrera López, B. (2020). La gastronomía tradicional como atractivo turístico de la ciudad de Puebla, México. *Rev.investig.desarro.innov.*, 10(2), 237-248.
doi:10.19053/20278306.v10.n2.2020.10624237
- Araújo Pereira, G., & de Sevilha Gosling, M. (2017). LOS VIAJEROS Y SUS MOTIVACIONES Un estudio exploratorio sobre quienes aman viajar. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 26(1), 62-85. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180749182004>
- Arbolea, J. C.-b. (2014). Arbolea, J. C. *Board*. Obtenido de <http://www.gastronomyfoodscience.com/editorial-board/>
- Arias Gómez, J., Villasís Keever, M. Á., & Miranda Novales, M. G. (abril-junio de 2016). El protocolo de investigación III: la población de estudio. *Revista Alergia México*, 63(2), 201-206. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=486755023011>
- Armijos, Bustamante, & Iñiguez, C. (2019). Percepción del turista sobre el servicio de alimentos y bebidas. Sitio, Playa Bajoalto, Cantón El Guabo, El Oro, Ecuador. *Revista Interamericana de Ambiente y Turismo*, 15(1), 93-101.
- Arnandis, R. (2019). ¿Qué es el desarrollo Turístico? Un análisis Delphi a la Academia Hispana. *Cuadernos de Turismo*(43), 39-68.
doi:http://dx.doi.org/10.6018/turismo.43.02
- Asencio, P. L. (2017). *El Turismo Gastronómico como generador de empleos en la Comuna Libertador Bolívar, Cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, año 2016*. Recuperado el 20 de 11 de 2020, de repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/4121/1/UPSE-THT-2017-0002.pdf
- Banco Central del Ecuador. (2018). *Rendición de cuentas 2018*. Obtenido de <https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2019/02/Informe-Rendici%C3%B3n-de-Cuentas-2018-MINTUR.pdf>

- Bedregal, P., Besoain, C., Reinoso, A., & Zubarew, T. (2017). La investigación cualitativa: un aporte para mejorar los servicios de salud. *Rev Med Chile*(145), 373-379. Obtenido de <https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-98872017000300012&lng=es&nrm=iso>
- Beltrán Bueno, M. Á., & Parra Meroño, M. C. (enero-junio de 2017). Perfiles turísticos en función de las motivaciones para viajar. *Cuadernos de Turismo*(39), 41-65. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=39851043002>
- Bormann, A. (1930). Doctrina del turismo: un plano de planta. Sociedad de ayudas para la enseñanza de las ciencias del transporte en d. Reichsbahn alemán. . *Deutschen Reichsbahn*.
- Boullón, R. (2006). Planificación del espacio Turístico. 3ra.ed. México: Trillas.
- Cadena Iñiguez, P., Rendón Medel, R., Aguilar Ávila, J., Salinas Cruz, E., de la Cruz Morales, F. d., & Sangerman Jarquín, D. M. (septiembre-noviembre de 2017). Métodos cuantitativos, métodos cualitativos o su combinación en la investigación: un acercamiento en las ciencias sociales. *Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas*, 8(7), 1603-1617. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=263153520009>
- Carvache Franco, M., Carvache Franco, W., & Torres Naranjo, M. (2017). ANÁLISIS DE SATISFACCIÓN. La gastronomía de Samborondón - Ecuador. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 26(3), 731-745. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180752116013>
- Castillo Canalejo, A. M., & Sánchez Cañizares, S. M. (2017). DESARROLLO TURÍSTICO EN CABO VERDE EN BASE AL TURISMO COMUNITARIO. Actitudes de los residentes. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 26(3), 644-661. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=180752116008>
- Castro Rodríguez, C., González Roca, I., Marsinyach Ros, M. I., Sánchez Luna, M., & Pescador Chamorro, M. I. (2020). Encuesta de satisfacción sobre atención hospitalaria tras el nacimiento y seguimiento al alta del recién nacido sano. *An Pediatr*. doi:<https://doi.org/10.1016/j.anpedi.2020.08.006>

- Castro, T., & Marcano. (2016). Ecoturismo y Geoturismo: alternativas estratégicas para la promoción del turismo ambiental sustentable venezolano. *de Investigación*, 40(88), 202-228. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/3761/376147131011.pdf>
- Corona Lisboa, J. (febrero de 2016). Apuntes sobre métodos de investigación. *Medisur*, 14(1). Obtenido de http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1727-897X2016000100016&lng=es&nrm=iso
- de la Cuesta Benjumea, C. (Jul-Sep de 2015). LA CALIDAD DE LA INVESTIGACIÓN CUALITATIVA: DE EVALUARLA A LOGRARLA. *Florianópolis*, 24(3), 883-890. doi:<http://dx.doi.org/10.1590/0104-070720150001150015>
- Espinoza, Martínez, Ortiz, & Vizcarra. (2016). Motives for food choice of consumers in Central México Br Food J., 1(18), 2744-2760. doi:<http://dx.doi.org/10.1108/BFJ-04-2016-0143>
- Fernández Sánchez, L., Rodríguez Cotilla, Z., Pozo Rodríguez, J. M., & Espinosa Manfugás, J. M. (2016). Estrategias para el Fortalecimiento del Turismo Gastronómico en el Cantón Pastaza, Ecuador. *Revista Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(2), 118-136.
- Fernández, Rodríguez, Pozo, & Espinosa. (2016). Estrategias para el fortalecimiento del Turismo Gastronómico en el Cantón Pastaza, Ecuador. *Amazónica Ciencia y Tecnología*, 5(2), 118-136. Obtenido de Dialnet- [EstrategiasParaElFortalecimientoDelTurismoGastrono-5761082%20\(1\).pdf](#)
- Franco Jubete, F. (2018). PATRIMONIO GASTRONÓMICO Y TURISMO. *PITTM*(89), 303-309.
- Fusté Forné, F., Medina, F. X., & Mundet i Cerdan, L. (2020). La Proximidad de los Productos Alimentarios: Turismo Gastronómico y Mercados de Abastos en la Costa Daurada (Cataluña, España). *Revista de Geografía Norte Grande*, 76, 213-231. doi:<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-34022020000200213>.
- Gabriel Ortega, J. (2017). Cómo se genera una investigación científica que luego sea motivo de publicación°. *J. Selva Andina Res. Soc.* , 8(2). Obtenido de

<http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2072-92942017000200008&lng=es&nrm=iso>.

García, S. C. (2006). *Cocina casera*. Obtenido de <https://cocina-casera.com/cocina-criolla-que-es-y-platos/>

Gómez, M. B. (2017). Retos del turismo español ante el cambio climático. *Investigaciones Geográficas*, 31-47.
doi:[HTTPS://doi.org/10.14198/INGEO2017.67.02](https://doi.org/10.14198/INGEO2017.67.02)

Guelmes Valdés., E. L., & Nieto Almeida, L. E. (2015). Algunas reflexiones sobre el enfoque mixto de la investigación pedagógica en el contexto cubano. *Revista Universidad y Sociedad* , 7(2), 23-29. Obtenido de <http://rus.ucf.edu.cu/>

Gutiérrez, C. (2016). La cocina tradicional kumiai de ensenada, México: un análisis teórico sobre globalización y cultura alimentaria. *Multidisciplina*(23), 100-119. Obtenido de <http://revistas.unam.mx/index.php/multidisciplina/art>

Hernán García, M., Lineros González, C., & Ruiz Azarola, A. (2020). Cómo adaptar una investigación cualitativa a contextos de confinamiento. *Gac Sanit*.
doi:<https://doi.org/10.1016/j.gaceta.2020.06.007>

Hernández, & Dancausa. (2018). Turismo Gastronómico La gastronomía tradicional de Córdoba (España) Estudios y Perspectivas en Turismo,. *Estudios y Perspectivas en Turismo*, 27(2). Obtenido de <https://www.redalyc.org/jatsRepo/1807/180755394013/html/index.html>

Hernández, Di-Clemente, & López. (2015). El turismo gastronómico como experiencia cultural. El caso práctico de la ciudad de Cáceres (España). *Boletín de la Asociación de Geógrafos Españoles*(68), 407-427. doi:ISSN: 0212-9426

Hernández, Tamayo, Castro, & Muñoz. (2016). Tendencias gastronómicas predominantes en la producción de revistas científicas de Iberoamérica. *Ciencia Ergo Sum*, 23(1), 76-84. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=10444319009>

Hernández; Tamayo; Castro; Iberoamérica, Muñoz. (2016). Tendencias gastronómicas predominantes en la producción de revistas científicas de Iberoamérica. *Científicas de Iberoamérica*, 23(1), 76-84. doi:ISSN: 1405-0269

- Hjalager, A. M., & Richard, G. (2002). Demand for the gastronomy tourism product. Motivacional factors. In: *Tourism and Gastronomy. Routledge*, 36-50.
- Huertas López, T. E., Pilco Segovia, E. A., Suárez García, E., Salgado Cruz, M., & Jiménez Valero, B. (2020). Acercamiento conceptual acerca de las modalidades del turismo y sus nuevos enfoques. *Universidad y Sociedad*, 12(2), 70-81. Obtenido de <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2218-36202020000200070&lng=es&nrm=iso>
- Huilcapi, Castro, & Jácome. (2017). Motivación: las teorías y su relación en el ámbito empresarial. *Dominio de las Ciencias*, 3(2), 311-333. doi:<http://dx.doi.org/10.23857/dom.cien.pocaip.2017.3.2.311-333>
- Hunziker, & Krapf. (1942). Plano de la educación turística general. *Universidad de Berna*.
- INEC. (2010). *Instituto Nacional de Estadística y Censos*. Obtenido de INEC: https://www.ecuadorencifras.gob.ec/wp-content/descargas/Manualateral/Resultados-provinciales/santa_elena.pdf
- Iturralde Durán, C. (2019). Los paradigmas del desarrollo y su evolución: Del enfoque económico al multidisciplinario. *Revista de Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 7-23. doi:<https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.01>.
- Iturralde, D. C. (2019). Los paradigmas del desarrollo y su evolución: Del enfoque económico al multidisciplinario. . *Ciencias de la Administración y Economía*, 9(17), 7-23. doi:<https://doi.org/10.17163/ret.n17.2019.01>
- Kowszyk, & Rajiv. (2018). Estudios de caso sobre modelos de Economía Circular e integración de los Objetivos de Desarrollo Sostenible en estrategias empresariales en la UE y ALC . *Perspectivas Económicas Birregionales*, 162-175. doi:10.12858.1018ES
- Larousse. (2021). *Cocina criolla*. Obtenido de <https://laroussecocina.mx/palabra/cocina-criolla/>
- Lemoine, Castellanos, Hernández, Zambrano, & Carvajal. (2018). Análisis de los atractivos y recursos turísticos del cantón San Vicente, Ecuador,. *Retos de la dirección*, 12(2), 133-148. Recuperado el 27 de 11 de 2020, de <http://scielo.sld.cu/pdf/rdir/v12n2/rdir07218.pdf>

- León, S. L. (2019). Tendencias actuales de la economía y su influencia sobre la teoría del consumidor. *100-cS*, 1-33. Obtenido de <http://100cs.cl/gallery/4%20v%205%20n%201%202019%20100cs.pdf>
- Llano, F. A. (2017). Gastronomía, turismo y potencialidades territoriales: el plato minero y la salazón, bases para el turismo alimentario en Nemocón. *Cuadernos de Geografía - Revista Colombiana de Geografía*, 26(2), 295-306. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=281852304016>
- Loaiza, T. J. (2018). Del ciclo de vida del producto al ciclo de vida del cliente: Una aproximación hacia una construcción teórica del ciclo de vida del cliente,. *Investigación & Negocios*, 11(18), 100-110. doi:2521-2737
- Lopez, Carabias, & Díaz. (2017). Ofertas gastronómicas. Madrid, España: Paraninfo S.A.
- Madrazo Miranda, M. (2005). Algunas consideraciones en torno al significado de la tradición. *Coatepec*(9), 115-132. Obtenido de <http://www.redalyc.org:9081/home.oa?cid=18176018> ,
- Maslow, A. H. (1943). A theory of human motivation". *Psychological Review*, 50, 370-396.
- Mejía, J. (2015). CRECIMIENTO ECONÓMICO DE LARGO PLAZO EN ANTIOQUIA, COLOMBIA: ESTIMACIÓN DEL PIB, 1800-1913. *Cuadernos de Economía*, XXXIV(66), 507-544. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=282138247003>
- Mejía, M. O., Franco, W. C., Franco, M. C., & Flores, F. Z. (2017). Perfil y Preferencias de los Visitantes en Destinos Con Potencial Gastronómico: Caso ‘Las Huecas’ de Guayaquil [Ecuador]. *Rosa dos Ventos*, 9(2). doi:<https://doi.org/10.18226/21789061.v9i2p200>
- Ministerio de Turismo Ministerio de Turismo (MINTUR). (2019). *Programas y Servicios: Direccion de Inversión Turística*. Obtenido de <https://ecuadorec.com/ministerio-de-turismo-www-turismo-gob-ec/>
- MINTUR. (2018). *Turismo ecuatoriano creció un 11 por ciento en 2018*. Obtenido de www.turismo.gob.ec:https://www.turismo.gob.ec/el-turismo-ecuatoriano-crecio-un-11-en-2018

- MINTUR. (2019). *Ministerio de Turismo del Ecuador. El Plan Nacional de turismo 2030*. Obtenido de https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2020/03/PLAN-NACIONAL-DE-TURISMO-2030-v.-final-Registro-Oficial-sumillado-comprimido_compressed.pdf
- MINTUR. (2018). *Mapa gastronómico del Ecuador*. Obtenido de <https://files.goraymi.com/2020/04/01/60d71579ff1651d857a1a6c8f25af41c.pdf>
- Molina, S. (1994). El marco del turismo: hacia una definición de turismo, turismo e industria turística. *Annals of Tourism Research*,, 390-407. doi:[https://doi.org/10.1016/0160-7383\(79\)90003-3](https://doi.org/10.1016/0160-7383(79)90003-3)
- Monroy Ceseña, M. A., & Urcádiz Cázares, F. J. (2019). Calidad en el servicio y su incidencia en la satisfacción del comensal en restaurantes de La Paz, México. *Investigación administrativa*, 48(123). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=456057665005>
- Mora Pisco, L. L., Díaz Rodríguez, N. P., & Vergara Cevallos, D. A. (octubre-diciembre de 2018). El turismo en la matriz productiva de Ecuador: resultados y retos actuales. *Universidad y Sociedad*, 10(5), 255-262. Obtenido de <http://rus.ucf.edu.cu/index>
- Moratt, Zapata, & Messenger. (2015). Conceptualización de ciclo vital familiar: una mirada a la producción durante el período comprendido entre los años 2002 a 2015. *CES Psicología*,, 8(2), 103-121. doi:2011-3080
- Mordecki, G., & Ramírez, L. (enero-marzo de 2018). ¿Qué es lo primero: el crecimiento del PIB o la inversión? El caso de una economía pequeña y abierta. *EL TRIMESTRE ECONÓMICO*, LXXXV (1)(137), 115-136. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-718X2018000100115
- Muñoz Fernández, G. A., Uribe Lotero, C. P., Pérez Gálvez, J. C., & Ríos Rivera, I. C. (jul-sep de 2017). Festivales Gastronómicos y Turismo en Latinoamérica. El Festival Raíces de Guayaquil, Ecuador. *Revista Rosa dos Ventos – Turismo e Hospitalidade*, 9(3), 356-376. doi:<http://dx.doi.org/10.18226/21789061.v9i3p356>

- Naranjo, A. N., & Leones. (2018). La Gastronomía. Atractivo Turístico en Crecimiento en la ciudad de Colombia. *Original*, 24(65), 105-115. Obtenido de <https://revistas.ujat.mx/index.php/hitos/article/view/2509/1921>
- Navarrete Torres, M. d., & Muñoz Aparicio, C. G. (2018). TURISMO GASTRONÓMICO: SABOR Y TRADICIÓN. *Journal of Tourism and Heritage Research* , 1(3), 23-40. Obtenido de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7400807>
- Navarro, D. (2015). Recursos turísticos y atractivos turísticos: conceptualización, clasificación y valoración. *Cuadernos de Turismo*, (35), 335-357. Obtenido de <https://www.redalyc.org/pdf/398/39838701014.pdf>
- Oliveira, S. (2012). La gastronomía como atractivo turístico primario de un destino. El Turismo Gastronómico en Mealhada-Portugal,. *Estudios y Perspectivas en Turismo*,, 20(3), 738-752. Obtenido de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_nlinks&pid=S1870-9036201800020015100021&lng=en
- Orlandini González, I. E., Paco Janco, P. L., & Torricos Ponce, P. F. (2019). CRECIMIENTO ECONÓMICO Y LA INDUSTRIA HOTELERA UN ANÁLISIS EN DOS CIUDADES PATRIMONIALES DEL SUR DE BOLIVIA. *Revista Investigación y Negocios*, 12(19), 36-45. Obtenido de http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2521-27372019000100005
- Ortiz, & Peralta. (2019). El Turismo de sol y playa: Impacto turístico en los ecosistemas de la comuna Ayangue, para mejorar la gestión de la actividad turística en la provincia de Santa Elena. *Científica y Tecnológica*, 6(2), 82-90. doi:10.26423/10.26423/rctu.v6i2.4
- Ortiz; Peralta. (2019). El Turismo de sol y playa: Impacto turístico en los ecosistemas de la comuna Ayangue, para mejorar la gestión de la actividad turística en la provincia de Santa Elena. *Revista Científica y Tecnológica UPSE*,, 6(2), 82-90. Recuperado el 21 de 10 de 2020, de <https://incyt.upse.edu.ec/ciencia/revistas/index.php/rctu/article/view/494/447>

- Panosso, & Lohman. (2012). Epistemología del turismo. Teoría del Turismo: Conceptos, modelos y sistemas. México : Trillas. .
- Piza Burgos, N. D., Amaiquema Marquez, F. A., & Beltrán Baquerizo, G. (2019). Métodos y técnicas en la investigación cualitativa. Algunas precisiones necesarias. *Revista Conrado*, 15(70), 455-459. Obtenido de <http://conrado.ucf.edu.cu/index.php/conrado>
- Prada Trigo, J., & Pesántez Loyola, S. (2017). SATISFACCIÓN Y MOTIVACIÓN EN DESTINOS CULTURALES: TIPOLOGÍA DE LOS TURISTAS ATRAÍDOS POR EL PATRIMONIO INMATERIAL EN CUENCA (ECUADOR). *Diálogo Andino - Revista de Historia, Geografía y Cultura Andina*(52), 77-91. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=371351097008>
- Quintero, S. J. (2016). Sostenibilidad sociocultural del turismo: propuestas para el cantón Playas. Provincia del Ecuador. *Revista Espiga*, 15(31), 31-43. Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=467846264003>
- Ramírez, R. D. (07 de 03 de 2019). *Gastronomía*. Recuperado el 10 de 11 de 2020, de Santa Elena, destino gastronómico: <https://ecuador.gastronomia.com/noticia/8754/santa-elena-destino-gastronomico>
- Reglamento Turístico de Alimentos y Bebidas. (2018). *Acuerdo Ministerial 53 Registro Oficial Edición Especial 575 de octubre 5 del 2018 Estado: Vigente*. Recuperado el 26 de 11 de 2020, de https://www.turismo.gob.ec/wp-content/uploads/2018/11/Reglamento-de-alimentos-y-bebidas_OCTUBRE.pdf
- Reyes Pérez, O., Rivera González, J. G., & Castañeda Camacho, X. (2017). Destinos turísticos potenciales en el litoral del Pacífico Sur Occidental Mexicano: un diseño construido desde abajo. *El periplo sustentable*(32). Obtenido de <http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1870-90362017000100003&lng=es&nrm=iso>
- Reyes, Guerra, & Quintero. (2017). Educación en gastronomía: su vínculo con la identidad cultural y el turismo. *El periplo sustentable*, . *Scielo.*, 9(32). doi:ISSN 1870-9036

- Romero, C. J. (2018). La gastronomía como atractivo turístico primario en el centro histórico de Quito. 3(11), 194-203.
doi:<https://doi.org/10.33890/innova.v3.n11.2018.813>
- Sánchez, & Ruano. (2018). Diseño de Productos y servicios turísticos locales HOTI0108. IC .
- Santiago Chávez, N. I., Romero Fernández, A. J., & Álvarez Gómez, G. A. (julio-septiembre de 2017). Actualidad y proyecciones de desarrollo del turismo internacional en Ecuador. *UNIANDES EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 4(3).
- Sosa Argaez, L. I., & Silvestre Campos, M. A. (Julio / Diciembre de 2018). Evaluación de la calidad de los servicios turísticos gastronómicos en los establecimientos de alimentos y bebidas de comida tradicional regional Colimota en Manzanillo, Colima. *El Periplo Sustentable*(35), 151 - 179. Obtenido de <http://rperiplo.uaemex.mx/>
- Torres Oñate, F., Romero Fierro, J., & Viteri M., F. (2017). DIVERSIDAD GASTRONÓMICA Y SU APOORTE A LA IDENTIDAD CULTURAL. *Revista de Comunicación de la SEECI*.(44), 1-13.
doi:<http://dx.doi.org/10.15198/seeci.2017.44.01-17>
- Troncoso Pantoja, C., & Amaya Placencia, A. (2017). Entrevista: guía práctica para la recolección de datos cualitativos en investigación de salud. *Rev. Fac. Med.* , 65 (2), 329-332. doi:<http://dx.doi.org/10.15446/revfacmed.v65n2.60235>
- Troncoso, P. C. (2011). Nutrición. *Educación*, 2(8), 124-136.
doi:10.17533/udea.penh.v21n1a08
- Turismo, O. M. (2020). Guía para el desarrollo del turismo gastronómico. *OMT*, 54.
doi:<https://www.e-unwto.org/doi/book/10.18111/9789284420995>
- VENTURA LEÓN, J. L., & BARBOZA PALOMINO, M. (2017). El tamaño de la muestra: ¿Cuántos participantes son necesarios en estudios cualitativos? *Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud*, 28(3). Obtenido de <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=377653383009>

ANEXOS

Anexo 1: Ficha de observación

Objetivo

Registrar las condiciones de la planificación tradicional del proyecto e identificar desperdicios y restricciones durante el proceso constructivo.

Datos generales

Proyecto: _____

Fecha: _____

Observador: _____

Área evaluada: _____

Aspectos observados

Aspecto	Sí	No	Observaciones
Existen tiempos de espera			
Existen retrabajos			
Existe coordinación entre especialidades			
Hay disponibilidad de materiales			
Existen restricciones técnicas			
Existen restricciones logísticas			
Existen restricciones de recursos			

Observaciones generales

Anexo 2: Guía de entrevista

Datos del entrevistado

Cargo

Años de experiencia

Fecha

Preguntas

1. ¿Cómo se realiza actualmente la planificación del proyecto?
2. ¿Cuáles son las principales dificultades durante la ejecución?
3. ¿Qué actividades generan mayores retrasos?
4. ¿Qué restricciones afectan el cumplimiento del cronograma?
5. ¿Considera que la aplicación de Lean Construction mejoraría la planificación?
6. ¿Qué beneficios tendría el Last Planner System en este proyecto?
7. ¿Qué actividades considera que no agregan valor?

Anexo 3: Formato Last Planner System (Plan Semanal)

Actividad	Responsable	Fecha programada	Restricción	Estado

Anexo 4: Formato PPC

Semana	Actividades programadas	Actividades ejecutadas	PPC (%)
1			
2			
3			
4			

Anexo 5: Matriz de restricciones

Restricción	Tipo	Acción correctiva	Responsable	Estado

Anexo 6: Matriz Value Stream Mapping (VSM)

Actividad	Tiempo de ciclo	Espera	Agrega valor (VA)	NNVA	NVA

Anexo 7: Lista de verificación 5S

Criterio	Cumple	No cumple	Observaciones
Seiri			
Seiton			
Seiso			
Seiketsu			
Shitsuke			

Anexo 8: Matriz de restricciones de planificación aplicada

Proyecto: Ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos del Hospital de Especialidades Eugenio Espejo

Objetivo: Registrar y controlar las restricciones identificadas durante la planificación del proyecto para facilitar su liberación antes de la ejecución de las actividades programadas.

Actividad	Restricción identificada	Tipo	Responsable	Acción correctiva	Estado
Obras preliminares	Liberación del área de trabajo	Logística	Administración hospitalaria	Coordinar entrega del área	Liberada

Movimiento de tierras	Disponibilidad de maquinaria	Recursos	Contratista	Programar equipos	Liberada
Estructura	Interferencia entre planos estructurales e instalaciones	Técnica	Fiscalizador	Revisar planos	Liberada
Instalaciones hidrosanitarias	Coordinación con instalaciones eléctricas	Técnica	Supervisor	Reunión de coordinación	Liberada
Instalaciones eléctricas	Modificación de recorridos	Técnica	Ingeniero eléctrico	Actualización de planos	Liberada
Instalaciones mecánicas	Disponibilidad de equipos	Recursos	Contratista	Compra anticipada	Liberada
Acabados	Ingreso restringido al área hospitalaria	Normativa	Hospital	Coordinar horarios	Liberada
Equipamiento hospitalario	Protocolos de bioseguridad	Normativa	Administración	Permisos institucionales	Liberada

Anexo 9 :Lista de verificación de la metodología 5S (Evaluación inicial)

Proyecto: Ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos – Hospital de Especialidades Eugenio Espejo

Fecha: _____

Evaluador: _____

Dimensión	Criterio evaluado	Puntaje máximo	Puntaje obtenido
Seiri	Eliminación de materiales innecesarios	10	7,0
Seiri	Clasificación adecuada de herramientas	10	7,0

Seiton	Organización del área de trabajo	10	6,8
Seiton	Identificación de materiales	10	6,8
Seiso	Limpieza del área de trabajo	10	7,2
Seiso	Eliminación de residuos	10	7,2
Seiketsu	Procedimientos estandarizados	10	6,6
Seiketsu	Señalización del área	10	6,6
Shitsuke	Cumplimiento de normas	10	6,5
Shitsuke	Disciplina del personal	10	6,5
Total		100	68,2

Nota. Los puntajes representan la media de las valoraciones técnicas emitidas por 12 profesionales después de revisar las medidas incorporadas en el escenario optimizado simulado. Los valores fueron redondeados a un decimal y expresan condiciones proyectadas, no resultados comprobados durante la ejecución de la obra. Elaboración propia.

Anexo 10: Lista de verificación de la metodología 5S (Evaluación proyectada)

Proyecto: Ampliación de la Unidad de Cuidados Intensivos – Hospital de Especialidades Eugenio Espejo

Dimensión	Criterio evaluado	Puntaje máximo	Puntaje obtenido
Seiri	Eliminación de materiales innecesarios	10	9,5
Seiri	Clasificación adecuada de herramientas	10	9,5
Seiton	Organización del área de trabajo	10	9,2
Seiton	Identificación de materiales	10	9,2
Seiso	Limpieza del área de trabajo	10	9,5
Seiso	Eliminación de residuos	10	9,5
Seiketsu	Procedimientos estandarizados	10	9,1
Seiketsu	Señalización del área	10	9,1
Shitsuke	Cumplimiento de normas	10	9,0
Shitsuke	Disciplina del personal	10	9,0
Total		100	92,6

Anexo 11: Matriz de trazabilidad individual de las actividades reclasificadas mediante VSM

La matriz presenta la trazabilidad de las 36 actividades modificadas durante la construcción del escenario optimizado simulado. Se incluyen 10 actividades inicialmente clasificadas como necesarias que no agregan valor (NNVA) y 26 actividades que no agregan valor (NVA). Las intervenciones propuestas se orientaron a integrar controles necesarios, anticipar restricciones, eliminar tiempos improductivos y reemplazar acciones sin valor por actividades vinculadas con el avance del proyecto.

N.º	Código	Actividad identificada en el escenario inicial	Clasificación inicial	Desperdicio o condición identificada	Intervención propuesta	Clasificación optimizada	Evidencia documental
1	VSM-01	Revisión de la disponibilidad del área de trabajo	NNVA	Verificación realizada después de programar la actividad	Incorporar la revisión en la planificación semanal antes de autorizar el inicio	VA	Cronograma y matriz de restricciones
2	VSM-02	Verificación del replanteo de obras preliminares	NNVA	Control efectuado como actividad separada	Integrar la verificación con el replanteo y la liberación del frente de trabajo	VA	Planos arquitectónicos y cronograma
3	VSM-03	Revisión de compatibilidad entre planos	NNVA	Revisión aislada previa al inicio de las especialidades	Integrar la compatibilización en la preparación técnica de la actividad	VA	Planos de ingeniería y matriz de restricciones
4	VSM-04	Control del ingreso de materiales	NNVA	Registro separado que prolonga el abastecimiento	Programar rutas, horarios y recepción según el plan semanal	VA	Cronograma y especificaciones técnicas
5	VSM-05	Inspección previa de elementos estructurales	NNVA	Control desarrollado fuera de la secuencia productiva	Integrar la inspección al ciclo de ejecución y liberación estructural	VA	Planos estructurales y especificaciones
6	VSM-06	Verificación de recorridos hidrosanitarios	NNVA	Comprobación posterior al inicio de la instalación	Revisar los recorridos antes de liberar el frente de trabajo	VA	Planos hidrosanitarios
7	VSM-07	Verificación de recorridos eléctricos	NNVA	Control efectuado después de ejecutar actividades relacionadas	Compatibilizar los recorridos antes de la instalación	VA	Planos eléctricos y arquitectónicos
8	VSM-08	Revisión de requerimientos de equipos mecánicos	NNVA	Comprobación tardía de características y disponibilidad	Vincular la revisión técnica con la compra y programación del montaje	VA	Especificaciones y presupuesto
9	VSM-09	Control de materiales destinados a acabados	NNVA	Revisión independiente de cantidades y condiciones	Integrar el control con la recepción, clasificación y distribución programada	VA	Presupuesto y especificaciones

10	VSM-10	Verificación previa a la entrega del área intervenida	NNVA	Inspección desarrollada fuera del flujo de cierre	Integrar la verificación con las pruebas, limpieza y entrega programada	VA	Cronograma y especificaciones
11	VSM-11	Espera para la liberación del área de obras preliminares	NVA	Área hospitalaria no disponible en la fecha programada	Coordinar la entrega del área antes de incorporar la actividad al plan semanal	VA	Cronograma y matriz de restricciones
12	VSM-12	Espera por autorización de ingreso al área hospitalaria	NVA	Acceso restringido para el personal de obra	Establecer permisos, rutas y horarios antes del inicio de la jornada	VA	Protocolos hospitalarios y matriz de restricciones
13	VSM-13	Espera por disponibilidad de maquinaria	NVA	Equipos no confirmados para el movimiento de tierras	Reservar y verificar la maquinaria durante la planificación anticipada	VA	Cronograma y matriz de recursos
14	VSM-14	Espera por retiro del material excavado	NVA	Falta de coordinación del transporte	Programar vehículos, rutas y horarios de salida de materiales	VA	Cronograma y planificación logística
15	VSM-15	Espera por entrega de materiales estructurales	NVA	Abastecimiento posterior a la fecha programada	Programar pedidos y recepción según el Look Ahead	VA	Presupuesto, cronograma y matriz de restricciones
16	VSM-16	Espera por aprobación de elementos estructurales	NVA	Revisión técnica tardía	Establecer puntos de control antes de programar el vaciado o montaje	VA	Planos y especificaciones estructurales
17	VSM-17	Reproceso por interferencia entre estructura e instalaciones	NVA	Incompatibilidad entre diseños	Compatibilizar los planos antes de ejecutar los elementos afectados	VA	Planos estructurales y de instalaciones
18	VSM-18	Corrección de mampostería por ubicación de instalaciones	NVA	Apertura posterior de espacios para tuberías o conductos	Definir pasos y reservas antes de ejecutar la mampostería	VA	Planos arquitectónicos y de instalaciones
19	VSM-19	Espera por definición de recorridos hidrosanitarios	NVA	Falta de coordinación entre diseños	Aprobar los recorridos durante la preparación del plan intermedio	VA	Planos hidrosanitarios y matriz de restricciones
20	VSM-20	Reproceso de tuberías por interferencias técnicas	NVA	Modificación de trayectorias ejecutadas	Coordinar los recorridos con las demás especialidades antes de instalar	VA	Planos de ingeniería
21	VSM-21	Espera por aprobación de recorridos eléctricos	NVA	Decisiones técnicas pendientes	Resolver las restricciones durante las reuniones de coordinación	VA	Planos eléctricos y matriz de restricciones
22	VSM-22	Modificación de	NVA	Recorridos incompatibles	Actualizar y aprobar los planos antes de	VA	Planos eléctricos y mecánicos

		canalizaciones eléctricas		con otros sistemas	ejecutar las canalizaciones		
23	VSM-23	Espera por disponibilidad de equipos mecánicos	NVA	Equipos no adquiridos en el momento requerido	Programar la compra según los plazos de fabricación y entrega	VA	Presupuesto, especificaciones y cronograma
24	VSM-24	Reubicación de componentes mecánicos	NVA	Incompatibilidad entre equipos, ductos y estructura	Verificar dimensiones y puntos de montaje antes de la instalación	VA	Planos mecánicos y estructurales
25	VSM-25	Espera por disponibilidad de materiales de acabado	NVA	Entrega tardía de materiales	Programar la adquisición y recepción mediante el Look Ahead	VA	Presupuesto y cronograma
26	VSM-26	Reproceso de acabados por intervención posterior de instalaciones	NVA	Secuencia incorrecta entre especialidades	Reorganizar la secuencia para concluir las instalaciones antes de los acabados	VA	Cronograma y planos de instalaciones
27	VSM-27	Traslado repetido de materiales de acabado	NVA	Almacenamiento o alejado o desorganizado	Definir puntos de almacenamiento cercanos mediante la metodología 5S	VA	Plano de organización y lista 5S
28	VSM-28	Búsqueda de herramientas y materiales	NVA	Falta de clasificación e identificación	Establecer áreas señalizadas y sistemas de clasificación 5S	VA	Lista de verificación 5S
29	VSM-29	Movimiento innecesario de equipos entre frentes	NVA	Distribución inadecuada del espacio de trabajo	Asignar equipos y rutas de circulación para cada frente	VA	Plan de organización y metodología 5S
30	VSM-30	Acumulación temporal de materiales innecesarios	NVA	Inventario excesivo dentro del área hospitalaria	Programar entregas según el consumo previsto y el espacio disponible	VA	Presupuesto, cronograma y lista 5S
31	VSM-31	Interrupción por coincidencia de especialidades	NVA	Dos equipos programados en una misma área	Coordinar las actividades mediante el plan semanal	VA	Plan semanal y cronograma
32	VSM-32	Tiempo ocioso de la mano de obra	NVA	Restricciones no liberadas antes de asignar el personal	Programar únicamente actividades ejecutables y con restricciones liberadas	VA	Last Planner System y matriz de restricciones
33	VSM-33	Tiempo ocioso de maquinaria y equipos	NVA	Equipos disponibles sin frente de trabajo liberado	Vincular la asignación de equipos con la disponibilidad real del área	VA	Cronograma y matriz de recursos
34	VSM-34	Duplicidad en la revisión de información técnica	NVA	Documentos revisados por separado sin coordinación	Centralizar la revisión durante las reuniones de planificación	VA	Planos, especificaciones y actas técnicas
35	VSM-35	Reprogramación por restricciones	NVA	Problemas identificados después de	Revisar y liberar las restricciones en el horizonte Look Ahead	VA	Cronograma y matriz de restricciones

		detectadas tardíamente		programar las actividades			
36	VSM-36	Espera para la autorización de limpieza y entrega	NVA	Falta de coordinación con la administración hospitalaria	Programar la inspección, limpieza y entrega en una secuencia coordinada	VA	Cronograma y protocolos hospitalarios

Nota. VA: actividad que agrega valor; NNVA: actividad necesaria que no agrega valor; NVA: actividad que no agrega valor. Los códigos VSM-01 a VSM-36 fueron establecidos para organizar la trazabilidad de las modificaciones propuestas. Las reclasificaciones pertenecen al escenario optimizado simulado y no representan cambios comprobados durante la ejecución física de la obra. Elaboración propia a partir del cronograma, los planos, las especificaciones técnicas y las matrices de planificación del proyecto.

Comprobación de la trazabilidad

La matriz contiene 36 actividades reclasificadas. Las primeras 10 actividades correspondían a la categoría NNVA, mientras que los 26 restantes estaban clasificados como NVA. La integración de estas actividades al flujo productivo permite explicar el incremento proyectado de las actividades VA de 838 a 874.

Reclasificación	Cantidad
------------------------	-----------------

NNVA a VA	10
-----------	----

NVA a VA	26
----------	----

Total reclasificado como VA	36
------------------------------------	-----------

Las actividades reclasificadas no fueron eliminadas del cronograma. Las intervenciones propuestas modificaron las condiciones de ejecución o sustituyeron el componente improductivo por una acción programada vinculada con el avance constructivo. Esta decisión permitió mantener un total de 918 actividades en los dos escenarios.