TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

FACULTAD DE ARQUITECTURA Y DISEÑO

"APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA INTEGRADO CON EL MÉTODO 5S PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE OBRA REYNA DE LOS ÁNGELES"

Tesis para optar el grado académico de:

MAESTRO EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN

Presentado por:

Marianne Heivy Vivanco Casaverde (0009-0003-3731-8266)

Alex Remigio Muñoz Arteaga (0009-0004-8568-9472)

Asesor:

Carlos Rolando Legua Perez (0009-0006-4688-9337)

Lima – Perú

2025

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

Lima, **12 de diciembre de 2025**

Los integrantes del jurado
Presidente: Mag. Ing. Anabel Sofía Reaño Málaga
Miembro: Mag. Ing. Juan Manuel Velez Piedra
Miembro: Mag. Ing. Richard Alex Farfán Bernales

Se reúnen para evaluar el trabajo de investigación titulado:

APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA INTEGRADO CON EL MÉTODO 5S PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA OBRA REYNA DE LOS ÁNGELES

Presentada por los estudiantes:

- **Marianne Heivy Vivanco Casaverde**
- **Alex Remigio Muñoz Arteaga**

Para optar el Título de Magíster en Gestión de la Construcción

Asesorados por: Mag. Ing. Carlos Rolando Legua Pérez

Luego de haber evaluado el informe final del trabajo de investigación y evaluado el desempeño de los estudiantes de la Maestría en Gestión de la Construcción en la sustentación, concluyen de manera unánime ( ) o por mayoría simple (**X**) calificar a:

Tesista: Marianne Heivy Vivanco Casaverde			Nota (en letras): Trece
Aprobado (**X**)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Tesista: Alex Remigio Muñoz Arteaga			Nota (en letras): Trece
Aprobado (**X**)	Aprobado - Muy buena ( )	Aprobado - Sobresaliente ( )	Desaprobado ( )

Los miembros del jurado firman en señal de conformidad.

	
Mag. Ing. Anabel Sofía Reaño Málaga **Presidente del Jurado**	**Mag. Ing. Carlos Rolando Legua Pérez** **Asesor(a)**
	
Mag. Ing. Juan Manuel Velez Piedra **Miembro del Jurado**	**Mag. Ing. Richard Alex Farfán Bernales** **Miembro del Jurado**

ANEXO 21: DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE INFORME FINAL DE TESIS

UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR
DECLARACIÓN DE ORIGINALIDAD DE CONTENIDO DE INFORME FINAL DE TESIS[13]

Lima, 07 de enero del 2026

Señor,
Dr. Carlos Braxtzo Zavalaga Reyes
Director General de Investigación, Desarrollo e Innovación
Universidad Científica del Sur
Presente. –

De nuestra consideración,

Yo: Marianne Heivy Vivanco Casaverde y Alex Remigio Muñoz Arteaga, estudiantes/egresados de la maestría en Gestión de la Construcción de la Universidad Científica del Sur, en conjunto con el asesor de tesis Mag. Ing. Carlos Rolando Legua Pérez, declaramos que este informe final de tesis/trabajo de investigación titulado: "APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA INTEGRADO CON EL MÉTODO 5S PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA OBRA REYNA DE LOS ÁNGELES", sustentado para obtener el título/grado de MAGÍSTER EN GESTIÓN DE LA CONSTRUCCIÓN es original.
Es decir, no contiene plagio parcial ni total, cuando se utilizó información de fuentes externas se reconoció la autoría mediante la adecuada citación y los resultados obtenidos son producto entero de nuestra investigación y no han sido falseados ni fabricados. Todo esto en cumplimiento del Código de ética en la investigación, Reglamento del Comité de Integridad Científica, Reglamento de Propiedad Intelectual, Normas y procedimientos de los trabajos de investigación para la obtención de títulos profesionales y grados académicos [14], que afirmamos conocer en su totalidad.

Por ello, en caso de identificarse alguna situación de plagio, falsificación o fabricación de resultados, nos allanamos al proceso de investigación que establezca la Universidad y las posibles sanciones que pudieran surgir.

Firmamos en conformidad con lo declarado,



Marianne Heivy Vivanco Casaverde
70761384



Alex Remigio Muñoz Arteaga
72553346



Mag. Ing. Carlos Rolando Legua Pérez
DNI: 21560693

[13] En conformidad con la Resolución del Consejo Directivo N° 084-2022-SUNEDU/CD
[14] Los documentos están en: https://investigacion.cientifica.edu.pe/reglamentos/

INFORME DE REVISIÓN DE ORIGINALIDAD

Título del documento evaluado. Aplicación de layout de obra integrado con el método 5S para mejorar la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales de obra Reyna de los Ángeles

Autores. Marianne Heivy Vivanco Casaverde; Alex Remigio Muñoz Arteaga

Mecanismo de revisión de originalidad. Evaluación con Turnitin (ID 2871814562)

Código de registro. POS-122-2025-00799

Resultado de la evaluación. 8%

Revisado por. Herlyss Leonel Sovero Navarro.

Comentarios sobre la revisión. Filtros usados: excluir fuentes de menos de 12 palabras.



Aplicación de layout

INFORME DE ORIGINALIDAD

8%	7%	3%	4%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.utea.edu.pe Fuente de Internet	3%
2	www.chaski.pe Fuente de Internet	1%
3	hdl.handle.net Fuente de Internet	<1%
4	repositorio.uap.edu.pe Fuente de Internet	<1%
5	repositorio.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1%
6	www.coursehero.com Fuente de Internet	<1%
7	cybertesis.uni.edu.pe Fuente de Internet	<1%

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Índice General

Índice de tablas 11
Índice de figuras 12
Índice de anexos 13
Resumen 14
Abstract 15
Introducción 16
CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA 18
Contexto de la organización (proyecto u obra) 18
Necesidades y restricciones que afectan la organización 20
Definición del problema y/o oportunidades de mejora (uso de herramientas como el diagrama de ishikawa para análisis de causa-efecto) 22
Definición del problema 22
Formulación del problema de investigación: 24
Oportunidades de mejora 26
Identificación de actores clave y sus expectativas 27
Mapa de identificación de los procesos involucrados en la problemática 29
Justificación 30
Objetivo general 31
Objetivos específicos 31
CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL 32
Análisis del Entorno (PESTEL) 32
Fuerzas políticas y gubernamentales (P) 32
Fuerzas económicas y financieras (E) 33
Fuerzas sociales, culturales y demográficas (S) 33
Fuerzas tecnológicas y científicas (T) 33
Fuerzas ecológicas y ambientales (E) 34
Fuerzas legales (L) 34
Descripción del sector y de la organización 35
Alineamiento del proyecto de construcción 38
Bases teóricas de la industria o sector 39
Definiciones y criterios de análisis 40
Layout de obra 40
Método 5S 41
Integración del método 5S con el layout de obra 42

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Productividad en la construcción 42
Productividad de la mano de obra 43
Eficiencia 43
Desperdicios en construcción 44
Elementos estructurales 44
Criterios de análisis 44
CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN 45
Objetivo específico 1: Analizar el estado situacional de la obra “Reyna de los Ángeles” y evaluar el impacto de un layout de obra integrado con el método 5S como propuesta de mejora para optimizar los trabajos productivos. 45
Enfoque 45
Alcance 46
Herramienta y técnica aplicada 47
Limitaciones y exclusiones 48
Entregables 48
Riesgos y estrategias de mitigación 48
Objetivo específico 2: Determinar si la aplicación de Layout de obra integrado con el método 5S reduce los desperdicios 49
Enfoque 49
Alcance 50
Herramienta y técnica aplicada 51
Limitaciones y exclusiones 51
Entregables 52
Riesgos y estrategias de mitigación 52
Objetivo específico 3: Determinar si la aplicación de layout de obra integrado con el método 5S mejora la eficiencia 53
Enfoque 53
Alcance 53
Herramienta y técnica aplicada 54
Limitaciones y exclusiones 55
Entregables 55
Riesgos y estrategias de mitigación 55
CAPÍTULO 4: RESULTADOS DE SOLUCION PROPUESTA 57
Objetivo específico 1: Analizar el estado situacional de la obra “Reyna de los Ángeles” y evaluar el impacto de un layout de obra integrado con el método 5S como propuesta de mejora para optimizar los trabajos productivos. 57
Diagnóstico del estado situacional de la obra 58
Identificación de los problemas que afectan a los trabajos productivos 63

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Diseño del layout optimizado bajo el método 5S 66
Indicadores para medir la mejora 70
Análisis de resultados 71
Verificación de resultados 72
Validación del análisis 73
Criterios de validación 73
Objetivo específico 2: Determinar si la aplicación de layout de obra integrado con el método 5S reduce los desperdicios 74
Determinar la distribución del trabajo en función del tiempo en horas y minutos 74
Identificar los trabajos que no generan tiempos productivos 76
Efecto del layout integrado con el método 5S sobre la reducción de desperdicios 79
Análisis de resultados 82
Verificación de resultados 82
Validación del análisis 83
Criterios de validación 83
Objetivo específico 3: Determinar si la aplicación de layout de obra integrado con el método 5S mejora la eficiencia 83
Registro de tiempos de ejecución y la productividad real alcanzado en obra 84
Variación de la productividad de la mano de obra en función de la propuesta de mejora aplicando layout de obra integrado con el método 5S 86
Evaluación costo–beneficio de la integración del layout de obra con el método 5S 87
Análisis de resultados 90
Verificación de resultados 91
Validación del análisis 92
Criterios de validación 92
CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 93
Conclusiones 93
Conclusión del objetivo específico 1 93
Conclusión del objetivo específico 2 93
Conclusión del objetivo específico 3 94
Conclusión del objetivo general 94
Recomendaciones 95
Recomendación para el objetivo específico 1 95
Recomendación para el objetivo específico 2 96
Recomendación para el objetivo específico 3 96
Recomendación para el objetivo general 97

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 99

LISTADO DE ABREVIATURAS 105

ANEXOS 107

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Índice de tablas

Tabla 1 Necesidades y restricciones que afectan la organización 20
Tabla 2 Observaciones técnicas identificadas en el frente de trabajo del Bloque I 23
Tabla 3 Matriz de Interés–Poder: Proyecto Reyna de los Ángeles 27
Tabla 4 Tiempos de traslado por actividades durante una jornada laboral de 8 horas 63
Tabla 5 Tiempos de búsqueda de materiales por actividad 64
Tabla 6 Tiempos perdidos por reubicación de materiales 65
Tabla 7 Tiempos de esperas por suministro de materiales 65
Tabla 8 Principios del método 5S identificados en el proyecto durante la ejecución .. 67
Tabla 9 Mejora estimada de los tiempos productivos 70
Tabla 10 Variación de las distancias 71
Tabla 11 Verificación de resultados para el objetivo específico 1 72
Tabla 12 Distribución de los trabajos en función al tiempo 76
Tabla 13 Trabajos no contributorios identificados durante la jornada laboral de 8h ... 77
Tabla 14 Identificación de los trabajos no contributorios por jornada laboral de 8h ... 78
Tabla 15 Reducción de los tiempos no contributorios 80
Tabla 16 Cuadro resumen de reducción de los trabajos no contributorios mediante layout optimizado 81
Tabla 17 Tiempos obtenidos a partir de la carta balance y cálculo de la productividad real 85
Tabla 18 Variación de la productividad en función de los tiempos proyectados 86
Tabla 19 Costo de la aplicación en el Bloque I durante la ejecución real 87
Tabla 20 Costo de la aplicación en el Bloque I según cronograma de obra 88
Tabla 21 Variación de costos de la aplicación del layout 88
Tabla 22 Costo total de mano de obra por jornada laboral 89
Tabla 23 Beneficio alcanzado de la mano de obra según cronograma de ejecución del bloque I 89
Tabla 24 Contraste entre beneficio y costo de aplicación 90

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Índice de figuras

Figura 1 Distribución del trabajo según nivel general de actividad en los elementos estructurales 23
Figura 2 Diagrama de Ishikawa 25
Figura 3 Procesos involucrados en la problemática 29
Figura 4 Organigrama del Gobierno Regional de Apurímac 37
Figura 5 Almacenamiento disperso de los materiales 58
Figura 6 Almacenamiento inadecuado de las herramientas menores 59
Figura 7 Deficiente señalización y control de accesos 59
Figura 8 Acumulación de residuos en el área de trabajo 60
Figura 9 Espacios inadecuados para las áreas de mezclado, ferrería y carpintería 60
Figura 10 Esquematización real de la ejecución de obra 62
Figura 11 Layout optimizado de obra 69

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Índice de anexos

Anexo 1 Desagregado de costos Bloque I según ejecución real 107
Anexo 2 Desagregado de costos Bloque I según plazo contractual 109
Anexo 3 Análisis de precios unitarios de los elementos estructurales según expediente técnico 111

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Resumen

Este caso de estudio tuvo por objetivo evaluar el efecto de la propuesta de aplicación de un layout de obra integrado con el método 5S sobre la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales de la obra: "Mejoramiento del servicio educativo nivel inicial N°92 Reyna de los Ángeles" (Gobierno Regional de Apurímac, 2021). Para ello, se plantearon tres objetivos específicos: en primer lugar, se realizó la revisión documentaria donde se evidenció deficiencias relacionadas con la dispersión de los materiales, los recorridos innecesarios y la falta de orden durante la ejecución de la obra, ante ello se planteó un layout optimizado integrado con el método 5S y se logró incrementar en un 14% el tiempo productivo; asimismo, la reorganización de los espacios redujo en promedio 13 metros las distancias de traslado. En segundo lugar, se evidenció una reducción de desperdicios ya que la propuesta del layout optimizado permitió disminuir al 16% los trabajos no contributorios, como: esperas, descanso y viajes innecesarios. Finalmente, se determinó el impacto económico de la propuesta a través del análisis costo–beneficio, obteniendo una relación de 1.56, lo que significa que por cada sol invertido en la aplicación se recuperó S/.1.56 soles en beneficios directos, superando los costos de aplicación. Estos resultados muestran el efecto potencial de la integración del layout de obra con el método 5S, ya que no solo optimiza la productividad de la mano de obra y reduce las actividades no contributorias, sino que también representa una alternativa económicamente viable.

Palabras clave: Layout de obra, método 5S, productividad de la mano de obra, tiempos productivos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Abstract

This case study aimed to evaluate the effect of the proposed application of a construction site layout integrated with the 5S method on labor productivity in the structural elements of the project: “Improvement of the Educational Service at the Initial Level N°92 Reyna de los Ángeles” (Regional Government of Apurímac, 2021). Three specific objectives were established: first, a document review identified deficiencies related to material dispersion, unnecessary movements, and lack of order during project execution were identified. In response, an optimized layout integrated with the 5S method was proposed, achieving a 14% increase in productive time and reducing average transportation distances by 13 meters. Second, the proposal demonstrated a reduction of waste, lowering non-contributory activities—such as waiting, idle time, and unnecessary travel—to 16%. Finally, the economic impact of the proposal was determined through a cost–benefit analysis, obtaining a ratio of 1.56, which indicates that for every sol invested in application, S/.1.56 in direct benefits were recovered, surpassing application costs. These results highlight the potential effect of integrating construction site layout with the 5S method, as it not only optimizes labor productivity and reduces non-contributory activities but also represents an economically viable alternative for construction project management.

Keywords: Construction site layout, 5S method, labor productivity, productive time.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Introducción

La industria de la construcción enfrenta de manera constante el reto de optimizar sus procesos con el objetivo de alcanzar mayores niveles de productividad, eficiencia y control de costos. Por ello, la gestión de la mano de obra representa un elemento vital, dado que los retrasos, los desperdicios y la desorganización en la obra inciden directamente en los plazos de ejecución y en la calidad de los resultados obtenidos. En obras ejecutadas bajo la modalidad de administración directa, estas limitaciones suelen acentuarse debido a la ausencia de metodologías estandarizadas que permitan planificar y organizar adecuadamente los recursos, lo que genera tiempos improductivos, recorridos innecesarios y sobrecostos en la ejecución (Sun et al., 2023).

Ante esta problemática, surge la necesidad de aplicar herramientas de gestión que permitan optimizar los espacios, reducir los desperdicios y mejorar la productividad de los equipos de trabajo. En este sentido, el layout de obra integrado con el método 5S se presenta como una alternativa metodológica que permite reorganizar los lugares de trabajo y establecer prácticas de orden y disciplina operativa que inciden directamente en la productividad de la mano de obra.

La presente investigación tiene como propósito evaluar el efecto potencial que causa esta propuesta sobre la productividad de la mano obra en los elementos estructurales de la obra: "Mejoramiento del servicio educativo nivel inicial N°92 Reyna de los Ángeles" (Gobierno Regional de Apurímac, 2021), con la finalidad de demostrar su pertinencia técnica y su viabilidad económica en proyectos de infraestructura educativa. Este estudio está constituido por cinco capítulos:

- **Capítulo 1:** se aborda el contexto de la obra, las necesidades y las restricciones, la definición de la problemática central, justificación y los objetivos de la investigación.
- **Capítulo 2:** se desarrolla el marco teórico y referencial, el cual incluye el análisis del entorno mediante la herramienta PESTEL, la descripción del sector, los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

alineamientos del sector, los fundamentos conceptuales y los criterios de análisis aplicados.

- **Capítulo 3:** se muestra la metodología de solución, considerando el enfoque, el alcance, las herramientas y técnicas aplicadas, así como los supuestos, entregables y riesgos contemplados.
- **Capítulo 4:** se presentan los resultados del análisis comparativo de la situación inicial frente a la propuesta, destacando la variación de la productividad de la mano de obra, la reducción de trabajos no contributorios y la evaluación costo–beneficio.
- **Capítulo 5:** está constituido por las conclusiones y recomendaciones orientadas a mostrar el resumen de lo hallazgos clave y reforzar la aplicabilidad de la propuesta en futuros proyectos.

Por consiguiente, la validación de los resultados permitirá establecer que la integración del layout de obra con el método 5S no solo contribuye a mejorar la productividad de la mano de obra y disminuir los desperdicios, sino que además representa una alternativa económicamente viable, que puede incorporarse en proyectos similares ejecutados bajo la modalidad de administración directa, favoreciendo así una gestión más eficiente, sostenible y ordenada de los recursos en obra.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 1: PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

Contexto de la organización (proyecto u obra)

El proyecto denominado: "Mejoramiento del servicio educativo nivel inicial N°92 Reyna de los Ángeles" (Gobierno Regional de Apurímac, 2021), identificado con el Código Único de Inversiones (CUI) 2507785, constituye una intervención de infraestructura educativa de gran relevancia para la provincia de Abancay, específicamente en el sector de Patibamba. Esta iniciativa tiene como propósito principal reducir las brechas en el acceso y calidad del servicio educativo a nivel inicial, respondiendo a las necesidades específicas de la población local. En ese sentido, el proyecto busca mejorar las condiciones de aprendizaje de los niños de la región, mediante la construcción de ambientes adecuados, funcionales y seguros que contribuyan a su desarrollo integral. El tiempo de ejecución del proyecto es de 6 meses, bajo la modalidad de administración directa.

El proyecto consta de 6 bloques:

- **BLOQUE I y II:** Alberga ambientes como aulas de 3 y 4 años, servicios higiénicos V/M, depósito material educativo, aulas de 5 años.
- **BLOQUE III:** Alberga aulas de 4 años y galería de circulación, se ubican también la sala de psicomotricidad y la sala de usos múltiples.
- **BLOQUE IV:** Están los ambientes complementarios, guardianía, cocina Qaliwarma, área de ingreso, como también los ambientes de administración y de docentes.
- **BLOQUE V:** Tanto en el primer nivel como en el segundo nivel se ubican los servicios higiénicos de visitantes, discapacitados, docentes y niños.
- **BLOQUE VI:** Corresponde a la escalera y rampa.

Para el presente caso de estudio, se ha definido la aplicación de un layout de obra integrado con el método 5S como estrategia de mejora en la productividad de la mano de obra. Esta intervención se desarrollará en el Bloque I de la institución educativa

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

inicial Reyna de los Ángeles, específicamente en los elementos estructurales como: columnas, vigas y losas que corresponden a la especialidad de estructuras.

El Bloque I tiene 152m2 y está compuesto por:

Primer Nivel: 02 aulas de 3 años, 02 servicios higiénicos diferenciados (niños y niñas), 01 depósito para material educativo.

Segundo Nivel: 02 aulas de 5 años, 02 servicios higiénicos diferenciados (niños y niñas), 01 depósito para material educativo, galería de circulación.

El presente caso de estudio se enfoca en la aplicación de un layout de obra integrado con la metodología 5S como estrategia para optimizar la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales (especialidad de estructuras) en el Bloque I del proyecto. Las actividades estructurales comprendieron la intervención de cuadrillas especializadas en acero, encofrado y concreto, las cuales estuvieron conformadas por un total de 27 trabajadores. La propuesta busca reorganizar el entorno de trabajo y establecer condiciones operativas más eficientes, con el fin de reducir pérdidas de tiempo, mejorar el flujo de procesos y garantizar un mayor rendimiento en la ejecución de las columnas, vigas y losas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Necesidades y restricciones que afectan la organización

Tabla 1

Necesidades y restricciones que afectan la organización

Categoría	Necesidad Identificada	Restricción Asociada	Implicancia en el Proyecto
Técnica	Implementar un layout funcional y seguro	Espacio reducido en el Bloque I y áreas de interferencia con otros trabajos	Dificulta acopio y movilidad interna
	Ejecutar actividades estructurales con eficiencia	Falta de maquinaria menor o herramientas específicas	Bajo rendimiento de cuadrillas y tiempos prolongados
Operativa	Aplicar sistemáticamente la metodología 5S	Ausencia de rutinas de orden y limpieza en la cultura de obra	Baja adherencia inicial a la metodología
	Mantener flujo constante de materiales	Demoras logísticas por distancia al proveedor	Paralización intermitente de actividades críticas
Humano-Cultural	Promover compromiso del personal con el sistema Lean/5S	Resistencia al cambio; personal con hábitos tradicionales	Baja motivación y posible rechazo al sistema
	Asegurar comunicación efectiva en campo	Barreras jerárquicas entre supervisores y trabajadores	Malentendidos y errores de ejecución
Legal y Normativa	Cumplir con normas de seguridad y salud (Ley 29783 y reglamentos sectoriales)	Supervisión de seguridad insuficiente o sin autoridad operativa	Riesgo de sanciones, accidentes o paralización
	Seguir lineamientos del MINEDU y del Invierte.pe	Documentación y aprobaciones lentas para ajustes	Cambios técnicos o de diseño tardíos

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Económica-Financiera	Ejecutar la obra sin exceder presupuesto asignado	Costos indirectos no contemplados por rediseños o ineficiencias	Riesgo de sobrecostos y observaciones de control institucional
Ambiental	Minimizar impactos en el entorno educativo y vecinal	Presencia de polvo, ruido, escombros cerca a zonas en uso	Afectación de actividades escolares o quejas de padres y comunidad
Temporal	Cumplir el plazo de ejecución (6 meses)	Lluvias frecuentes, interrupciones por feriados o falta de recursos	Posible incumplimiento del cronograma contractual
Comunicacional	Mantener informados a todos los actores del proyecto	Falta de canales claros con residentes de obra, supervisores, proveedores y comunidad	Información desactualizada o mal interpretada

Nota. En la tabla 1 se muestran las necesidades y restricciones de forma estructurada, considerando todas las dimensiones clave que impactan técnica, operativa y estratégicamente a un proyecto. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Definición del problema y/o oportunidades de mejora (uso de herramientas como el diagrama de ishikawa para análisis de causa-efecto)

Definición del problema

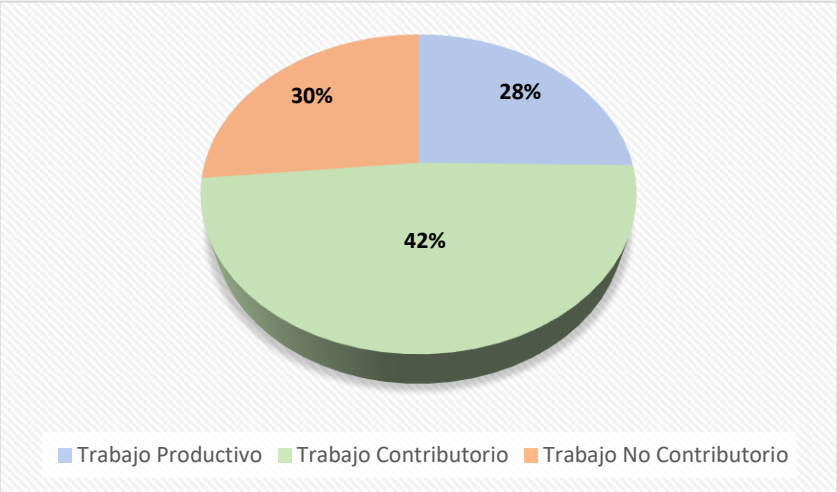
Para el desarrollo de este caso de estudio se analizaron todos los documentos técnicos disponibles del proyecto, donde se evidenció una baja productividad en la ejecución de las actividades. Esta situación se originó principalmente puesto que en obra no se contaba con un plano de distribución de sitio (layout de obra) donde estratégicamente se ubiquen los equipos, materiales y personal. Esta deficiencia generó desorden, retrasos en los procesos constructivos, incremento de tiempos no productivos, acumulación de desperdicios, falta de limpieza, riesgo de accidentes y desplazamientos innecesarios del personal (Ballard & Howell, 2003; Koskela, 1992). Según los principios de la gestión Lean, una distribución desorganizada del entorno de trabajo interfiere directamente en el flujo de valor, reduciendo la eficiencia general de las operaciones (Tommelein, 1998).

Esta situación fue confirmada mediante el análisis de los registros técnicos disponibles, los registros fotográficos y los datos de evidencia de campo durante la obra ejecutada, donde se identificó que solo el 28% del tiempo corresponde a trabajo productivo, mientras que el 42% se clasifica como trabajo contributorio y un 30% como trabajo no contributorio (ver Figura 1). Estos datos, elaborados por ambos investigadores, reflejan un bajo aprovechamiento del tiempo efectivo de la mano de obra durante la ejecución de los elementos estructurales del Bloque I.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 1

Distribución del trabajo según nivel general de actividad en los elementos estructurales



Nota. Como se puede ver en la figura 1, el trabajo no contributorio es superior en un 2% al trabajo productivo constatando que efectivamente existe un problema de productividad. Elaboración propia.

Además de ello, se tiene una lista de observaciones presentadas por el equipo técnico del proyecto denominado: "Mejoramiento del servicio educativo nivel inicial N°92 Reyna de los Ángeles" (Gobierno Regional de Apurímac, 2021), tal como se observa en la Tabla 2.

Tabla 2

Observaciones técnicas identificadas en el frente de trabajo del Bloque I

Nº	Observación Técnica
1	Inestabilidad en la conformación de cuadrillas debido a la rotación constante del personal obrero.
2	Falta de continuidad en las actividades estructurales por dependencia de partidas que no están listas a tiempo.
3	Coordinación deficiente entre responsables y obreros, con indicaciones dadas fuera de tiempo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

4	Ejecución de tareas incorrectas que generan retrabajos debido a procedimientos constructivos deficientes.
5	Ausencia de zonas estratégicas definidas para el almacenamiento de materiales en obra.
6	Manejo inadecuado de residuos y desperdicios por falta de espacios destinados al orden y limpieza.
7	Demoras en el traslado del personal hacia sus áreas de trabajo por desorganización del entorno.

Nota. En la tabla 2 se muestra las observaciones emitidas por la parte técnica. Elaboración propia.

Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Hirano (1995), quien sostiene que la ausencia de orden y estandarización en obra genera entornos de trabajo caóticos y baja moral en los operarios. En consecuencia, a todo ello, se plantea como alternativa de mejora la aplicación de un layout de obra integrado con la metodología 5S, con el propósito de optimizar el uso del espacio, reducir actividades que no agregan valor y fomentar un ambiente de trabajo más eficiente, limpio y seguro (Saurin et al., 2005; Vargas, 2019).

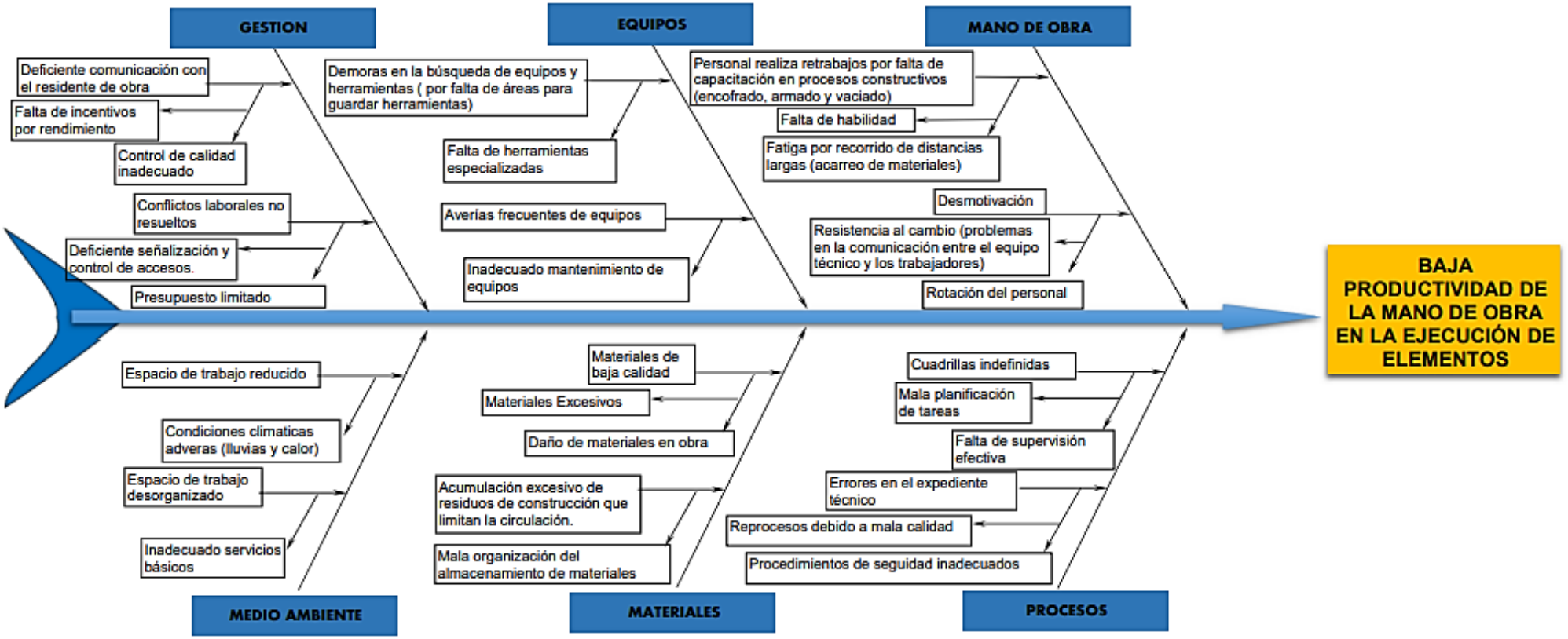
Formulación del problema de investigación:

¿De qué manera la aplicación de Layout de obra integrado con el método 5S mejora la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales de la obra Reyna de los Ángeles?

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 2

Diagrama de Ishikawa



Nota. En la figura 2 se muestra el diagrama de Ishikawa para el análisis de causa-efecto. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Oportunidades de mejora

A partir del diagnóstico realizado en el frente de trabajo del Bloque I, se plantea como propuesta de mejora la aplicación de un layout de obra integrado con el método 5S en la ejecución de los elementos estructurales del Bloque I de la Institución Educativa Inicial N°92 “Reyna de los Ángeles”. Esta propuesta surge debido a que la obra original fue ejecutada sin un diseño formal de distribución espacial ni la posibilidad de implementar de forma sistematizada herramientas de orden y limpieza, generando de este modo limitaciones en la productividad y en el control de desperdicios, tal como se indica en la tabla 2.

En primer lugar, se plantea determinar el impacto de la aplicación del layout con enfoque 5S en los trabajos productivos, identificando tiempos efectivos de la ejecución y la propuesta de una reorganización de los espacios que optimizan el acceso a materiales, herramientas y frentes de trabajo. Después de ello, se plantea evaluar su incidencia en la reducción de desperdicios, a través del análisis de las actividades no contributorias y la proyección del ahorro de tiempo a partir de la eliminación de los traslados innecesarios y las esperas improductivas.

Por último, se establece determinar la influencia de esta propuesta en la eficiencia global de la ejecución, analizando la productividad real, la variación de desperdicios y la relación costo-beneficio, con la finalidad de sustentar que un layout bien diseñado y alineado al método 5S representa una estrategia viable para elevar los estándares de gestión en proyectos de edificación educativa (Koskela, 2000; Ohno, 1988; Ortiz & Park, 2011; Gapp et al., 2008).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Identificación de actores clave y sus expectativas

Tabla 3

Matriz de Interés–Poder: Proyecto Reyna de los Ángeles

Stakeholder	Poder	Interés	Estrategia de Gestión	Rol en el Proyecto	Expectativas
Gobierno Regional de Apurímac	Alto	Alto	Gestionar activamente y mantener informado	Unidad ejecutora, responsable financiero y técnico	Ejecución eficiente del proyecto sin sobrecostos ni retrasos
Dirección Regional de Educación – DREA	Medio	Alto	Informar periódicamente e involucrar en temas pedagógicos	Supervisor normativo de calidad educativa	Infraestructura que cumpla estándares pedagógicos y reglamentarios
Comunidad educativa (padres y docentes)	Bajo	Alto	Involucrar activamente, consultar y capacitar si es necesario	Usuarios directos del entorno escolar	Instalaciones seguras, funcionales y acordes a las necesidades de los niños
Personal obrero y técnico	Bajo	Alto	Motivar, capacitar y supervisar constantemente	Ejecutores directos de los trabajos en obra	Condiciones laborales organizadas, seguras y con recursos accesibles
Residentes y supervisores de obra	Alto	Medio	Coordinar de cerca y exigir cumplimiento técnico	Gestión técnica del proceso constructivo	Cumplimiento de cronogramas, calidad de ejecución y seguridad en obra
Niños beneficiarios del nivel inicial	Bajo	Alto	Representar sus intereses a través de otros actores	Beneficiarios finales del servicio educativo	Espacios adecuados, seguros y estimulantes para su desarrollo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Ministerio de Economía y Finanzas (MEF)	Alto	Medio	Cumplir con reportes técnicos y financieros normativos	Financiamiento y supervisión macro	Ejecución transparente, trazabilidad financiera y resultados verificables
Entidad Contralora / OCI	Alto	Bajo	Cumplir obligaciones legales y documentales	Auditoría externa	Transparencia documental y cumplimiento normativo
Comunidad local del sector Patibamba	Medio	Medio	Informar y dialogar ante inquietudes puntuales	Vecinos colindantes al proyecto	No verse afectados por ruidos, tráfico o cierre de vías; posibles beneficios
Medios de comunicación y redes sociales	Medio	Bajo	Gestionar la imagen pública y evitar desinformación	Opinión pública	Acceso a información clara y oportuna sobre avances y logros del proyecto

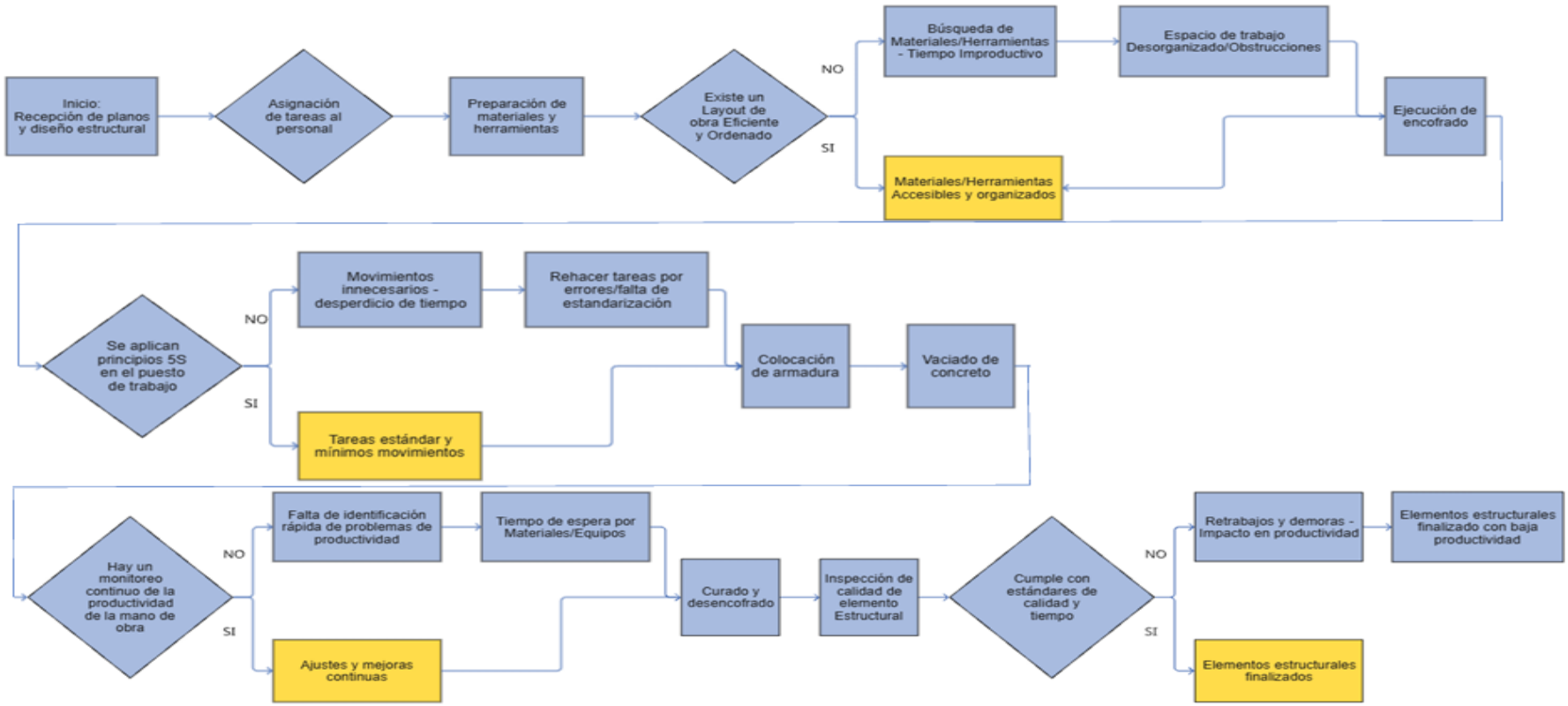
Nota. En la tabla 3 se detalla la matriz identificando los actores clave y sus expectativas. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Mapa de identificación de los procesos involucrados en la problemática

Figura 3

Procesos involucrados en la problemática



Nota. En la figura 3 se detalla el mapa de identificación de los procesos involucrados en la problemática. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Justificación

La presente investigación se justifica en el plano metodológico, pues la propuesta integra el layout de obra con el método 5S como herramientas que permiten responder a los principios de gestión de proyectos, asegurando la eficiencia en el uso del tiempo, los recursos y la calidad de los entregables (Project Management Institute [PMI], 2021). Con respecto a la dimensión técnica, el layout de obra constituye una estrategia sistemática de optimización de la disposición de los recursos en el frente de trabajo, mientras que el método 5S se presenta como un mecanismo de disciplina operativa para la organización del entorno de trabajo productivo, reduciendo las pérdidas y aumentando la productividad (Muther, 2015; Jaca et al., 2014). En el plano social, la relevancia de la investigación se centra como una buena propuesta de mejora para la infraestructura educativa pública, donde la mejora de los procesos constructivos impacta directamente en la calidad y rapidez en la que se entregan los espacios escolares adecuados y se ve reflejada en el acceso a una educación equitativa (Rivera & Maluk, 2019).

En cuanto al valor práctico, este estudio aporta una propuesta metodológica replicable, basada en herramientas de mejora continua, que puede ser implementada en otras obras públicas de pequeña y mediana envergadura. El caso de aplicación en el Bloque I del proyecto denominado: "Mejoramiento del servicio educativo nivel inicial N°92 Reyna de los Ángeles" (Gobierno Regional de Apurímac, 2021) el cual permitirá validar un modelo que puede integrarse dentro del marco lógico de planificación de proyectos con enfoque Lean, aumentando el rendimiento sin incrementar significativamente los costos (Valverde & Córdova, 2023).

Finalmente, desde un enfoque académico, los resultados obtenidos constituirán un antecedente valioso para futuras investigaciones orientadas a la mejora de la productividad en proyectos de construcción. Este estudio abre la posibilidad de seguir profundizando en la integración de metodologías de gestión con herramientas de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

organización operativa, contribuyendo al desarrollo de conocimiento técnico aplicable al sector público y privado de la construcción.

Objetivo general

Determinar si la aplicación de Layout de obra integrado con el método 5S mejora la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales de la obra Reyna de los Ángeles.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos son:

- Analizar el estado situacional de la obra “Reyna de los Ángeles” y evaluar el impacto de un layout de obra integrado con el método 5S como propuesta de mejora para optimizar los trabajos productivos.
- Determinar si la aplicación de Layout de obra integrado con el método 5S reduce los desperdicios en la ejecución de la Institución Educativa Inicial.
- Determinar si la aplicación de Layout de obra integrado con el método 5S mejora la eficiencia en la ejecución de la Institución Educativa Inicial.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 2: MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL

Análisis del Entorno (PESTEL)

El análisis PESTEL es una herramienta estratégica que permite examinar los factores del entorno externo que influyen en el ciclo de vida de un proyecto de inversión pública. En el caso del proyecto denominado: "Mejoramiento del servicio educativo nivel inicial N°92 Reyna de los Ángeles" (Gobierno Regional de Apurímac, 2021), ejecutado por el Gobierno Regional de Apurímac bajo la modalidad de administración directa, se identifican variables políticas, económicas, sociales, tecnológicas, ecológicas y legales que condicionaron tanto la ejecución de la obra como su impacto sostenible.

Fuerzas políticas y gubernamentales (P)

El proyecto fue impulsado por el Gobierno Regional de Apurímac, que asumió tanto la elaboración del expediente técnico como la ejecución de la obra, bajo la modalidad de administración directa. Esta forma de ejecución refuerza el rol de los gobiernos regionales en la gestión descentralizada de la inversión pública, en concordancia con las competencias asignadas por el marco legal vigente. La estabilidad institucional que ha mantenido el GORE Apurímac ha sido un factor clave para la continuidad de este proyecto, ya que ha permitido que la obra se culmine, a pesar de los cambios habidos en las autoridades a nivel nacional. La administración directa permite a las entidades regionales ejercer control sobre los recursos y optimizar tiempos de ejecución, siempre que cuenten con equipos técnicos competentes (CEPLAN, 2022).

Finalmente, este proyecto se encuentra alineado con los lineamientos establecidos en el Plan de Desarrollo Regional Concertado de Apurímac al 2030, el cual prioriza la mejora de los servicios educativos como un eje estratégico para el desarrollo humano sostenible en la región (Gobierno Regional de Apurímac, 2021).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Fuerzas económicas y financieras (E)

El proyecto fue financiado a través de recursos ordinarios del estado, complementados con recursos directamente recaudados por el Gobierno Regional de Apurímac, lo que refleja una combinación estratégica de financiamiento público. La administración directa permitió la contratación de mano de obra local conforme a los acuerdos establecidos con el gremio de construcción civil, lo que generó dinamismo económico temporal en los sectores de Patibamba y zonas aledañas. Sin embargo, como en muchos proyectos regionales, persiste la dependencia de transferencias del Ministerio de Economía y Finanzas (MEF), lo cual puede limitar el financiamiento de futuras acciones de mantenimiento, implementación pedagógica o ampliación (MEF, 2023). Además, desafíos como la inflación en materiales de construcción y/o demoras en los pagos también afectaron la eficiencia financiera durante la ejecución del proyecto.

Fuerzas sociales, culturales y demográficas (S)

La Institución Educativa Inicial “Reyna de los Ángeles” constituye un servicio educativo de alta demanda social en Abancay. Durante más de 38 años, la comunidad educativa solicitó mejoras urgentes en su infraestructura. La nueva obra beneficia directamente a niñas y niños de los sectores de Patibamba Baja, Patibamba Alta, Barrio Mariño, sector de Aymas, urbanización Brisas del Sol y otras zonas urbanas de la ciudad, estimándose una población beneficiaria de entre 120 y 150 estudiantes por año lectivo. La mejora en la infraestructura educativa incide directamente en la calidad del servicio, el acceso equitativo, la inclusión educativa y el bienestar infantil. En una región con desafíos en desarrollo humano, esta inversión representa un avance significativo hacia la equidad y la cobertura educativa en nivel inicial (INEI, 2023).

Fuerzas tecnológicas y científicas (T)

El nuevo local escolar ha sido equipado con tecnología moderna, como sistemas de videovigilancia, centro de datos (data center), alarmas contraincendios y aulas para

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

innovación pedagógica. Estas características diferencian al proyecto de la infraestructura educativa convencional, alineándolo con los estándares de calidad promovidos por el Ministerio de Educación. La zona urbana donde se ubica la institución cuenta con acceso a energía eléctrica, internet y agua potable, lo que facilita la operatividad de estos sistemas tecnológicos. Asimismo, existen propuestas de implementación de tecnologías educativas en aula, lo que ofrece nuevas oportunidades de aprendizaje, siempre que se garantice el soporte técnico y la capacitación del personal docente y administrativo (MINEDU, 2022).

Fuerzas ecológicas y ambientales (E)

El proyecto se ubica en la zona urbana de Patibamba Baja, sin presencia de áreas ecológicas sensibles, lo cual minimiza el riesgo ambiental directo. No obstante, la obra enfrentó desafíos relacionados con la temporada de lluvias, que afectaron el rendimiento de la mano de obra y los plazos constructivos. Estas condiciones climáticas, características de la región de Apurímac, debieron ser previstas en la planificación. Aunque no se ha difundido públicamente si se elaboró una declaración de impacto ambiental, por la naturaleza y el tipo de obra, el proyecto debió al menos cumplir con requisitos mínimos de ecoeficiencia, gestión de residuos sólidos, y mitigación de impactos al entorno urbano. La inclusión de áreas verdes, patios ventilados y espacios abiertos aporta al confort ambiental y la salud de los usuarios (SENACE, 2023).

Fuerzas legales (L)

El proyecto fue ejecutado bajo el marco del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), así como de la Ley de Contrataciones del Estado. El expediente técnico fue elaborado por la propia área de estudios del Gobierno Regional, lo que garantiza la articulación entre diseño y ejecución. No obstante, durante la fase de obra se presentaron desafíos técnicos como incompatibilidad entre el expediente técnico y las condiciones reales de campo, lo cual

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

generó la necesidad de realizar modificaciones a los planos arquitectónicos. Estas observaciones técnicas exigieron capacidad de respuesta rápida y coordinación entre las áreas responsables. Actualmente, el proyecto se encuentra en proceso de liquidación, por lo que es crucial el cumplimiento riguroso de los procedimientos administrativos y legales para su cierre exitoso ante los órganos de control (Contraloría General de la República, 2023).

Descripción del sector y de la organización

El proyecto se enmarca dentro del sector de la construcción, con un enfoque específico en la infraestructura pública educativa, el cual es una de las áreas prioritarias del Estado peruano en cuanto a inversión social. Dentro de este sector, la infraestructura educativa tiene un papel fundamental, ya que proporciona las condiciones físicas necesarias para que se desarrollen los procesos de enseñanza y aprendizaje. Según el Ministerio de Educación (MINEDU, 2021), afirma que más del 60% de locales escolares del Perú tienen deficiencias en infraestructura ya sea por condiciones de riesgo, antigüedad o inadecuación estructural, situación que nos exige realizar las intervenciones oportunas y sostenibles. La mejora en los espacios educativos iniciales es particularmente relevante, pues es justamente la etapa donde se sientan las bases del desarrollo cognitivo y social de los niños; haciendo de este tipo de proyectos una inversión de prioridad para la política pública.

En el marco de la política nacional de infraestructura educativa, se busca promover la ejecución de proyectos basados en: mejoramiento, rehabilitación o construcción de centros escolares, los cuales son financiados mediante los recursos públicos bajo la normativa del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe) y la Ley de Contrataciones del Estado (MEF, 2020), que implica que este sector se encuentra regido bajo principios de la eficiencia, transparencia, y el cumplimiento técnico normativo, exigiendo una planificación minuciosa y una gestión integral del ciclo del proyecto.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

A nivel regional, el Gobierno Regional de Apurímac ha priorizado los proyectos orientados a mejorar la cobertura y calidad de la infraestructura educativa, siguiendo los lineamientos de desarrollo territorial y de reducción de brechas sociales. A su vez, la sub gerencia de obras a través de su unidad ejecutora del proyecto (Gobierno Regional de Apurímac, 2021) responde a una estructura jerárquica propia de las entidades públicas, donde participan las unidades técnicas, las oficinas de infraestructura y los comités de recepción, bajo la supervisión de los gobiernos locales o regionales. En este tipo de obras, el rol de la gestión del proyecto cobra relevancia, ya que se debe coordinar con múltiples actores para garantizar el uso eficiente de recursos, y cumplir con los plazos establecidos por ley. De acuerdo al Project Management Institute (PMI, 2021), una gestión de proyectos adecuada debe abarcar las variables de alcance, tiempo, calidad, costo, y riesgo, las que deben ir integradas bajo un enfoque de control y mejora continua.

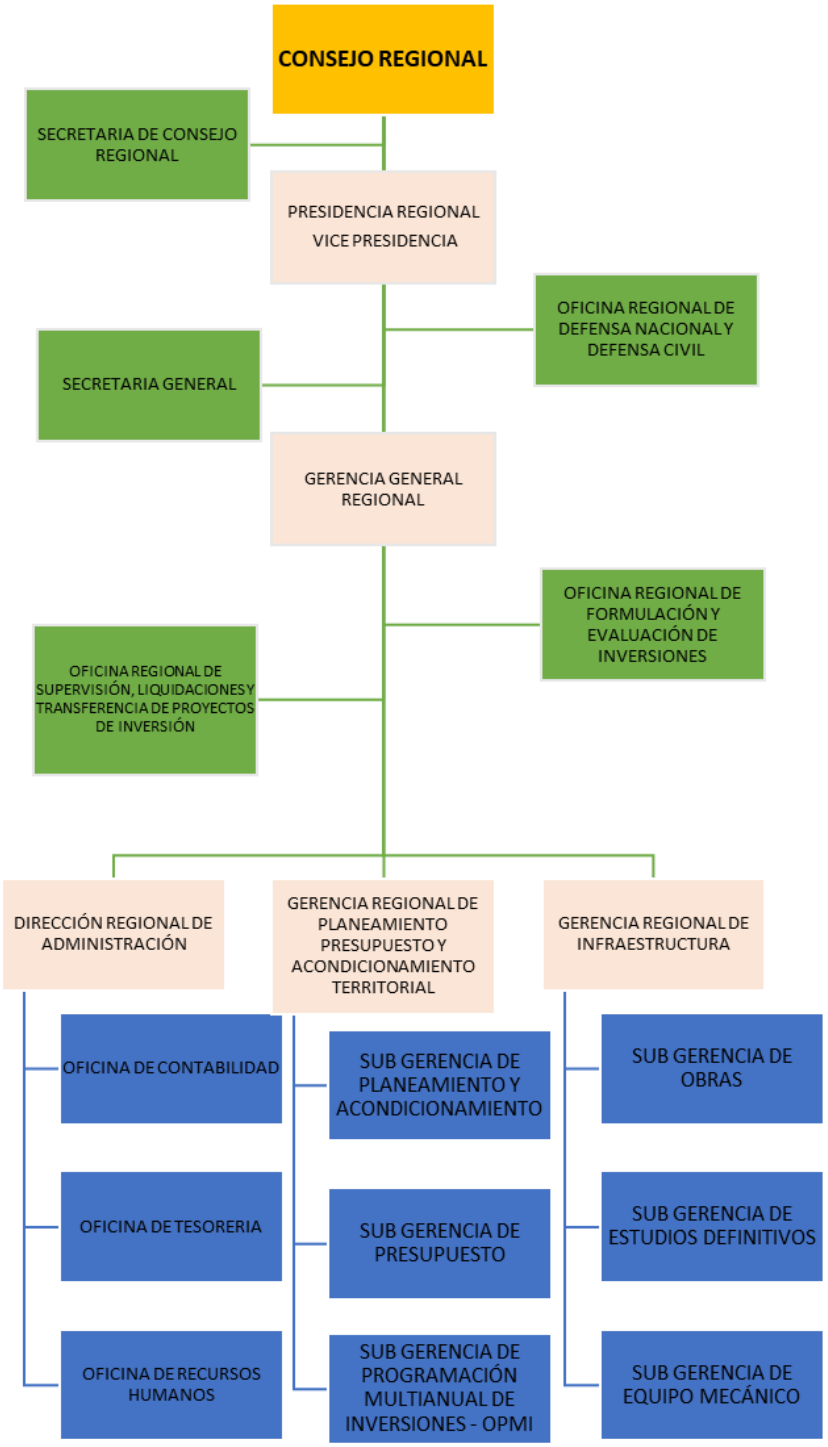
En este sentido, la presente investigación se aplica para el caso del Bloque I de la Institución Educativa Inicial N°92 “Reyna de los Ángeles”, ubicada dentro del entorno urbano donde se lograron identificar necesidades urgentes de mejora en la productividad de la mano de obra. Esta institución forma parte del sistema educativo público y atiende a una población infantil en edad preescolar, cumpliendo un rol importante en el desarrollo temprano de la comunidad local.

La caracterización del sector y de la organización nos ayuda a comprender la complejidad normativa y operativa que determina el desarrollo de la ejecución de los proyectos públicos, y nos ayuda a identificar los puntos críticos donde herramientas como: el layout de obra y el método 5S, pueden generar un impacto positivo en la productividad de la mano de obra, satisfaciendo los resultados con respecto a los objetivos institucionales del sector educativo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 4

Organigrama del Gobierno Regional de Apurímac



Nota. En la figura 4, se muestra la estructura jerárquica del Gobierno Regional de Apurímac. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Alineamiento del proyecto de construcción

El alineamiento estratégico de un proyecto se considera una práctica fundamental en la gestión moderna, porque garantiza que las acciones que se llevan a cabo estén de acuerdo con los objetivos institucionales, las políticas públicas vigentes y las expectativas de los stakeholders. Según el Project Management Institute (PMI, 2021), un proyecto alineado estratégicamente incrementa su valor percibido, mejora la gestión del alcance y fortalece su justificación frente a los órganos financiadores.

En este contexto, la Institución Educativa Inicial “Reyna de los Ángeles” atiende a una población infantil significativa en Abancay, principalmente de sectores como Patibamba Alta, Patibamba Baja, Barrio Mariño, Aymas y Brisas del Sol. Su antigua infraestructura, construida en adobe y de un solo nivel, presentaba un avanzado estado de deterioro tras más de 38 años de uso, habiendo superado su vida útil y representando un riesgo para la seguridad y la calidad educativa. La reciente inversión en una nueva edificación moderna beneficia directamente a una población estimada de entre 120 y 150 estudiantes por año lectivo, esta edificación moderna no solo responde a una necesidad técnica urgente, sino que también contribuye a mejorar la equidad, el acceso y el bienestar infantil en una región con desafíos en desarrollo humano (INEI, 2023).

En el marco del presente estudio, el proyecto de mejoramiento del Bloque I de la I.E.I. Reyna de los Ángeles se relaciona directamente con el Plan Nacional de Infraestructura Educativa, impulsado por el Ministerio de Educación, que busca reducir la brecha de infraestructura educativa a través de proyectos priorizados y seguros (MINEDU, 2022). De igual forma, la ejecución se sustenta en los lineamientos del Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones – Invierte.pe, herramienta que garantiza eficiencia en el uso de los recursos públicos y la pertinencia de la inversión (MEF, 2020).

A nivel institucional, la intervención responde a la responsabilidad de los gobiernos regionales y locales de promover servicios educativos adecuados y sostenibles, tal como lo señala la normatividad de gestión pública territorial (Contraloría

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

General de la República, 2021); a su vez, a nivel operativo, la integración del layout de obra con la metodología 5S constituye un conjunto de prácticas de la filosofía Lean Construction que han demostrado favorecer la mejora continua, la eliminación de desperdicios y la optimización del flujo de trabajo (Koskela, 2000; Ballard & Howell, 2003).

Bases teóricas de la industria o sector

El sector de la construcción forma parte de las actividades económicas más dinámicas y significativas en el desarrollo de los países, dado su impacto tiene efectos importantes en la generación de infraestructura social y productiva (Horta & Camanho, 2014). A nivel teórico, la construcción se caracteriza por la complejidad de sus procesos, la diversidad de actores involucrados y la necesidad de gestionar eficientemente los recursos humanos, materiales y financieros; todas estas particularidades han dado lugar al desarrollo de enfoques de gestión orientados a reducir la incertidumbre y aumentar la productividad, entre los cuales destacan los principios de Lean Construction como una buena alternativa de propuesta para reducir los desperdicios y maximizar el valor de los proyectos (Koskela, 2000).

A nivel nacional, la gestión de proyectos de infraestructura pública ha estado caracterizada por limitaciones en cuanto a la planificación y al control, lo que ha generado sobrecostos y retrasos recurrentes (Contraloría General de la República, 2021). En respuesta a ello, se han implementado metodologías estandarizadas como: el Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones (Invierte.pe), que busca la eficiencia y la racionalidad en el uso de los recursos públicos (MEF, 2020). Estas prácticas se enmarcan dentro de teorías de gestión de proyectos que destacan la importancia de integrar la planificación estratégica, el monitoreo y la mejora continua (PMI, 2021).

Asimismo, en el plano operativo, la productividad en la construcción ha sido objeto de estudio a partir de los modelos de optimización del trabajo, en las que las herramientas como el layout de obra permiten planificar la disposición física de los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

materiales, los equipos y las zonas de trabajo con la finalidad de minimizar los tiempos improductivos y los desplazamientos innecesarios (Muther, 2015). A su vez, el método 5S, originado en Japón, se ha convertido en unos de los pilares de la mejora de la organización y la disciplina en los entornos laborales, permitiendo elevar la eficiencia y mejorar la seguridad en obra (Osada, 1991).

De manera conjunta, estos fundamentos teóricos demuestran que el sector de la construcción no solo depende de la ejecución técnica de las obras, sino que pone de manifiesto la puesta en marcha de metodologías de gestión que integren la productividad, el orden y la eficiencia, generando así un marco conceptual sólido para la propuesta de mejora planteada en el presente estudio.

Definiciones y criterios de análisis

Para el marco de esta investigación, es fundamental definir algunos conceptos teóricos y operativos que constituyen la base que fundamenta el análisis de los resultados.

Layout de obra

El layout de obra o distribución física del sitio de construcción es la organización estratégica de los espacios, materiales, equipos, accesos, zonas de acopio y frentes de trabajo en el entorno del proyecto. Su objetivo principal es optimizar el flujo de trabajo, reducir tiempos improductivos y garantizar la seguridad y eficiencia operativa (Sadeghpour et al., 2006).

Un layout correctamente diseñado contribuye a minimizar los desplazamientos innecesarios, evitar interferencias entre actividades simultáneas y mejorar la comunicación entre los distintos frentes de trabajo. En contraste, la ausencia de un layout formal o su inadecuada implementación genera desorden, pérdida de tiempo y confusión, lo que afecta directamente la productividad (Zhou et al., 2016).

De acuerdo con Muther (2015), la planificación de la distribución de espacios debe seguir una metodología sistemática que comprende las siguientes etapas:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

1. Análisis del espacio disponible: implica el levantamiento de las condiciones físicas del terreno y de los límites de operación.
2. Identificación de las actividades y áreas necesarias: determina las zonas que se requieren (acopio, mezclado, habilitación de acero, circulación, oficinas, servicios).
3. Elaboración del diagrama relacional de espacio: representa gráficamente la ubicación relativa entre las áreas en función del flujo de materiales, personas y equipos.
4. Diseño del layout preliminar y optimización: se desarrolla la propuesta definitiva considerando las limitaciones espaciales, la seguridad y la eficiencia operativa.

Esta metodología permite que la organización espacial del proyecto se oriente a reducir los movimientos innecesarios, evitar la congestión en las zonas de trabajo y mejorar el control visual de las operaciones. En este estudio, la metodología de Muther se emplea para reconstruir el layout existente de la obra “Reyna de los Ángeles” y proponer un diseño optimizado que permita una mayor fluidez en el movimiento de materiales y personal.

Método 5S

Es una herramienta de gestión de origen japonés enfocada en la organización del espacio laboral mediante cinco principios: clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina. Su aplicación en proyectos de construcción contribuye a mejorar la productividad, la seguridad y la eficiencia del trabajo en obra (Osada, 1991).

Más allá de su simplicidad, las 5S constituyen una filosofía de trabajo que promueve la responsabilidad individual, la mejora continua y la creación de un ambiente propicio para la eficiencia. En el sector construcción, la implementación del método ha demostrado reducir los tiempos improductivos, mejorar la seguridad y elevar la moral del equipo, contribuyendo así al mejor desempeño del proyecto (Ajay & Sridhar, 2016).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Según Fernandes et al. (2020), la aplicación sistemática del método 5S en obras civiles permitió reducir en un 40% los tiempos de búsqueda de herramientas y disminuir significativamente los incidentes causados por desorden. Su facilidad de adopción, bajo costo y efecto inmediato en el orden operativo la convierten en una herramienta de gestión de rápida implementación, especialmente en proyectos de construcción pública.

Integración del método 5S con el layout de obra

La integración del layout de obra con el método 5S representa una estrategia sinérgica orientada a mejorar simultáneamente la disposición física y la organización del entorno laboral. Mientras que el layout se enfoca en la eficiencia espacial y el flujo de materiales, el método 5S promueve la sostenibilidad del orden y la disciplina en el tiempo (Horman & Kenley, 2005).

Desde la perspectiva del Lean Construction, esta combinación permite eliminar los siete desperdicios principales: movimientos innecesarios, tiempos de espera, reprocesos, sobreproducción, inventarios excesivos, transporte y defectos. Al aplicar los principios Seiri y Seiton dentro de un layout bien planificado, se logra una ubicación lógica y permanente de los materiales y equipos, favoreciendo el control visual, la accesibilidad y la reducción de desplazamientos (Salvatierra-Garrido et al., 2012).

De esta manera, la integración del layout y las 5S constituye un mecanismo eficiente para mantener entornos de trabajo limpios, organizados y funcionales, asegurando la continuidad de la mejora sin depender de intervenciones temporales. Ríos et al. (2021) sostienen que la implementación conjunta de ambas herramientas puede incrementar la productividad hasta en un 25% en actividades estructurales.

Productividad en la construcción

“La productividad es el cociente de la división de la producción (cantidad producida) entre los recursos (materiales, mano de obra y equipos) usados para lograr dicha producción” (Ghío, 2001, p.22).

La productividad en la industria de la construcción se define como la relación entre la producción alcanzada y los recursos utilizados, expresada generalmente en

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

unidades físicas producidas por hora-hombre o por jornada laboral (Hendrickson & Au, 2008). Este indicador refleja el rendimiento operativo y permite medir la eficiencia con que se emplean los recursos en el proceso constructivo.

La productividad no depende únicamente del desempeño individual, sino también del sistema de gestión y del entorno organizacional. Factores como la disponibilidad de materiales, la calidad de la supervisión, la capacitación del personal, el orden del área de trabajo y la claridad de las instrucciones influyen de manera determinante en los resultados (González et al., 2019).

Según Castillo (2024), la productividad puede incrementarse mediante estrategias de planificación colaborativa, reducción de los desperdicios y la estandarización de procesos, tal como lo propone el enfoque de Lean Construction.

Productividad de la mano de obra

"La productividad de la mano de obra es cuantificar la cantidad de obra ejecutada por una cuadrilla, interpretado como una evaluación del desempeño en el proceso constructivo con respecto a una unidad de tiempo" (Mejía y Hernández, 2007, p.47).

Este indicador constituye un parámetro clave para evaluar la eficiencia del desempeño en obra, ya que permite identificar los tiempos efectivos frente a los tiempos improductivos y nos ayuda a establecer comparaciones entre diferentes métodos constructivos o propuestas de mejora (Gundecha, 2012).

En el presente estudio, la productividad de la mano de obra se evalúa en función de la proporción de tiempo efectivo dedicado a actividades productivas y de la reducción de recorridos y tiempos ociosos, indicadores que permiten cuantificar los efectos de la aplicación del layout optimizado y del método 5S.

Eficiencia

Se refiere a la capacidad de ejecutar un proyecto cumpliendo los objetivos de alcance, costo y plazo, con el uso óptimo de los recursos disponibles (PMI, 2021). Para este trabajo de investigación, la eficiencia se evalúa en función de la reducción de los

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

desperdicios y el ahorro del tiempo derivado de la aplicación del layout de obra y del método 5S.

Desperdicios en construcción

Se considera desperdicio a todas aquellas actividades que consumen recursos sin generar valor al producto final, tales como: traslados innecesarios, tiempos muertos, reprocesos y acumulación desordenada de materiales (Ballard & Howell, 2003).

Elementos estructurales

"Es cada una de las partes diferenciadas y vinculadas entre sí, que al integrarse conforman un sistema estructural compuesto por: columnas, vigas y losas; estos elementos reciben las cargas, soportan esfuerzos transformándolos en cargas y transmitiéndolos a otros elementos" (Garza, 2020, p.9).

Criterios de análisis

Los criterios adoptados para esta investigación se centran en:

- **Criterio de productividad:** análisis de la proporción de tiempo efectivo de trabajo frente al tiempo improductivo.
- **Criterio de reducción de desperdicios:** identificación y cuantificación de actividades que no generan valor.
- **Criterio de eficiencia:** comparación entre la situación inicial y la propuesta de mejora, evaluando la relación costo–beneficio.
- **Criterio de organización:** aplicación de las 5S como mecanismo de orden, limpieza y estandarización en la obra.

Estos criterios nos han permitido evaluar de manera cuantitativa la efectividad de la intervención a través de la propuesta mediante la aplicación del layout de obra integrado con el método 5S para el caso del Bloque I de la I.E.I. Reyna de los Ángeles.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 3: METODOLOGÍA DE SOLUCIÓN

Para el desarrollo de este capítulo se ha considerado pertinente desarrollar de manera individual cada uno de los objetivos específicos planteados en el capítulo 1, a fin de estructurar de forma clara el camino metodológico que se seguirá para atender el problema identificado.

Asimismo, para abordar cada objetivo específico, se ha establecido una estructura metodológica compuesta por seis componentes clave: El enfoque define la orientación del análisis según la naturaleza del objetivo, el alcance delimita el espacio de intervención, las actividades y el personal considerado. Por otro lado, las herramientas y técnicas aplicadas describen los instrumentos utilizados para recolectar y procesar la información. A su vez, las limitaciones y exclusiones aclaran los aspectos no contemplados en el estudio y los entregables señalan los productos concretos que se obtendrán; finalmente los riesgos identifican posibles factores que podrían afectar el desarrollo de la investigación.

Este procedimiento permitirá garantizar que las propuestas metodológicas respondan de manera coherente al problema identificado y que puedan ser evaluadas en términos de su impacto sobre la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales de la obra educativa.

Objetivo específico 1: Analizar el estado situacional de la obra “Reyna de los Ángeles” y evaluar el impacto de un layout de obra integrado con el método 5S como propuesta de mejora para optimizar los trabajos productivos.

Enfoque

El enfoque de este objetivo se desarrolla bajo un enfoque cuantitativo, de tipo no experimental - comparativo, orientado a evaluar cómo la aplicación de un layout de obra integrado con el método 5S impacta en la mejora de los trabajos productivos de la mano de obra del bloque I en los elementos estructurales de la Institución Educativa Inicial “Reyna de los Ángeles”.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

La investigación se justifica en el hecho de que durante la ejecución real de la obra no se contó con ningún layout formal ni herramienta de gestión organizacional, lo que generó condiciones de trabajo desordenadas, con desplazamientos innecesarios, pérdida de tiempo operativo y una baja visibilidad del flujo de materiales.

A partir de ello, se compara la situación real de la obra ejecutada mediante el análisis de registros técnicos, reportes fotográficos y evidencias de campo, con el fin de identificar ineficiencias en la organización inicial. Posteriormente, se diseña una propuesta de layout optimizado en AutoCAD, basada en los principios de las 5S (clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y mantener la disciplina), y orientada a maximizar la eficiencia en el uso del espacio, mejorar la accesibilidad y reducir pérdidas por desorganización.

El análisis se enfoca en partidas estructurales clave: columnas, vigas y losas aligeradas, y considera indicadores medibles de productividad como el metraje ejecutado por semana, los tiempos netos de trabajo productivo, y la frecuencia de interrupciones en la ejecución.

Finalmente, se comparó la situación real de la obra ejecutada, con un escenario simulado que incorpora un layout optimizado bajo los principios de las 5S, con el fin de proyectar el impacto de la propuesta en términos de reducción de tiempos improductivos, mejora en los flujos de trabajo y optimización del uso de recursos.

Alcance

El alcance de este objetivo comprende el análisis de los trabajos productivos de la mano de obra en los elementos estructurales del Bloque I de la Institución Educativa Inicial “Reyna de los Ángeles”, específicamente en las partidas de columnas, vigas y losas aligeradas. La delimitación del presente trabajo se justifica por la disponibilidad de datos y registros técnicos del proyecto ejecutado.

El alcance contempla primero la elaboración de un diagnóstico del estado situacional de la obra, identificando las condiciones iniciales de organización y desempeño de la mano de obra. En segundo lugar, la identificación de los problemas

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

que afectaban los trabajos productivos, tales como: recorridos excesivos, tiempos de espera por falta de materiales o interrupciones en el flujo de trabajo. Posteriormente, el diseño de un layout optimizado bajo el método 5S, que integra criterios de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina, con el propósito de reorganizar las áreas de trabajo y mejorar la disposición de recursos. Finalmente, se establecen indicadores para medir la mejora de la productividad, los cuales permitieron cuantificar y comparar el impacto de la propuesta frente a la situación real.

Herramienta y técnica aplicada

Para el desarrollo metodológico se emplearon como fuentes de información los registros técnicos disponibles, las fotografías de obra y las evidencias documentadas en campo.

Herramientas.

- Revisión documental de informes de obra, registros de campo y registros fotográficos generados durante la ejecución.
- Identificación y análisis de los trabajos productivos e improductivos basados en evidencias de la obra ejecutada.
- Indicadores de productividad a través de tiempos y distancias construidos con base al análisis de la evidencia de campo registrada.

Técnicas aplicadas.

- Análisis retrospectivo de tiempos improductivos y desorganización detectada en registros fotográficos y cronogramas. La cuantificación del tiempo improductivo será expresada en horas hombre (hh) como unidad de análisis.
- Aplicación de los principios del método 5S sobre la distribución espacial, simulando la ubicación de materiales, equipos y zonas de trabajo para reducir tiempos muertos y desplazamientos expresados en horas hombre y en metros respectivamente.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Comparación de escenarios (obra ejecutada vs. propuesta de mejora) a través de gráficos y tablas que simulan las mejoras de la productividad de la mano de obra aplicando el layout de obra integrado con el 5S.

Limitaciones y exclusiones

- No se realizó trabajo de campo en tiempo real, ya que la obra fue ejecutada previamente; el análisis se basó en registros y evidencias disponibles, referentes al Bloque I especialidad de estructuras.
- Los resultados proyectados corresponden a una simulación metodológica y no a la aplicación directa en obra.
- Se excluyen aspectos relacionados con costos de materiales, dado que el objetivo se centra en la productividad de la mano de obra.
- Los trabajos productivos solo se analizan en los elementos estructurales (columnas, vigas y losas) del Bloque I.

Entregables

- Diagnóstico del estado situacional de la obra.
- Identificación de los problemas que afectan a los trabajos productivos.
- Diseño del layout optimizado bajo el método 5S.
- Indicadores para medir la mejora

Riesgos y estrategias de mitigación

- **Riesgo:** Limitación en la información disponible, los registros técnicos y fotográficos podrían no reflejar con total precisión todas las condiciones de la obra.

  Estrategia de mitigación: Para asegurar la validez del análisis, se aplicará una verificación cruzada de la información técnica contrastando la documentación existente, informes y reportes fotográficos disponibles. Esta verificación cruzada permitirá obtener una reconstrucción más confiable del escenario operativo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Riesgo:** Interpretación subjetiva, al tratarse de una reconstrucción documental, existe el riesgo de que algunos procesos no hayan quedado registrados.

  Estrategia de mitigación: Se propone la validación técnica por revisión colegiada, en la que profesionales con experiencia en ejecución de obras de edificación revisen los procedimientos constructivos o los niveles de productividad registrados. Este mecanismo permitirá reducir el sesgo individual y garantizar que las conclusiones del estudio se sustenten en criterios técnicos verificables. Además, se adoptará una estructura metodológica de análisis uniforme para todas las actividades, facilitando la comparación objetiva de los resultados.

- **Riesgo:** Resistencia al cambio en obras futuras, si bien el proyecto analizado ya fue ejecutado, la propuesta de mejora basada en la aplicación del layout de obra y el método 5S podría enfrentar resistencia en su implementación en obras futuras, principalmente por factores culturales, falta de capacitación o escasa valoración del orden y la planificación espacial.

  Estrategia de mitigación: Se plantea implementar un plan de sensibilización y capacitación progresiva, dirigido al equipo técnico y al personal obrero, que incluya capacitaciones prácticas, material visual y charlas sobre los beneficios del uso de layout y metodología 5S en productividad y seguridad. Este enfoque busca generar compromiso y adopción voluntaria de las herramientas propuestas, promoviendo su aplicación sostenible en futuros proyectos ejecutados.

Objetivo específico 2: Determinar si la aplicación de Layout de obra integrado con el método 5S reduce los desperdicios

Enfoque

Este objetivo tiene un enfoque analítico-comparativo, ya que se propone identificar, clasificar y cuantificar los desperdicios generados durante la ejecución

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

estructural del Bloque I para sustentar una estrategia de mejora a través de la aplicación del diseño optimizado y de las 5S. La propuesta se fundamenta en los principios de reducción del desperdicio sintetizados en el sistema Lean, centrados en el flujo de materiales y en la disposición de las zonas de almacenamiento y circulación.

Para ello, se realizó una reconstrucción de la distribución del trabajo en función del tiempo efectivo de las cuadrillas, diferenciando entre los trabajos productivos, los contributorios y no contributorios. Posteriormente, se propuso un escenario de mejora basado en el layout de obra integrado con el método 5S, con el fin de proyectar la reducción de desperdicios en términos de tiempos muertos, recorridos innecesarios y esperas por insumos.

La recolección de evidencias contiene registros técnicos, registros fotográficos, cuantificación de residuos y evidencias de campo y tras su recolección, se desarrolla un plan de acciones que integra la organización visual, el adecuado señalamiento y el eficiente acotamiento de los espacios.

Alcance

Este objetivo se centra en la evaluación de los trabajos no contributorios en el Bloque I de la Institución Educativa Inicial “Reyna de los Ángeles”, con el fin de identificar el impacto del layout de obra y la metodología 5S sobre la reducción de desperdicios durante la etapa estructural. La propuesta de intervención considera áreas específicas como zonas de almacenamiento temporal, pasillos de circulación, frentes de trabajo y puntos críticos donde se manipulan materiales como concreto, acero y madera para encofrado.

El análisis se basa primero en determinar la distribución del trabajo en función del tiempo (horas y minutos), identificando la proporción de tiempo invertido en actividades las productivas y no productivas. En segundo lugar, se identifican los trabajos que no generan tiempos productivos, tales como desplazamientos prolongados, búsqueda de herramientas y esperas por abastecimiento. Finalmente, se analiza el efecto del layout integrado con el método 5S sobre la reducción de desperdicios,

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

proyectando la disminución de estas pérdidas en un escenario de aplicación metodológica.

Herramienta y técnica aplicada

El análisis se realiza a partir de la información disponible en registros técnicos, fotografías y reportes de obra, que permitieron reconstruir los tiempos empleados en cada actividad.

Herramientas.

- Revisión documental de registros de campo (carta balance) y registros fotográficos generados durante la ejecución.
- Clasificación de actividades según su valor (agregan valor, no agregan valor pero son necesarios, y desperdicio).
- Tablas comparativas de tiempos (horas perdidas vs. horas proyectadas) y reportes de campo.

Técnicas aplicadas.

- Análisis de tiempos y categorización de trabajos productivos, contributorios y no contributorios mediante las cartas balance, expresados en horas y minutos.
- Análisis retrospectivo basado en las evidencias de campo, aplicando criterios de Lean Construction para identificar pérdidas.
- Análisis de las pérdidas de tiempo asociadas a desplazamientos, esperas y desorden, contrastándolas con el escenario proyectado, para luego calcular el porcentaje de mejora obtenido. Este análisis se presenta en tablas, lo que permite visualizar el impacto de la propuesta en la reducción de los desperdicios.

Limitaciones y exclusiones

- El análisis se basó en información documental del Bloque I en la especialidad de estructuras y no en mediciones en tiempo real.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- No se incluyó la cuantificación monetaria de los desperdicios, al centrarse en tiempos de trabajo.
- Se excluyen aspectos relacionados con materiales defectuosos o retrabajos, ya que el enfoque es principalmente en la productividad de la mano de obra.

Entregables

- Determinar la distribución del trabajo en función del tiempo en horas y minutos.
- Identificar los trabajos que no generan tiempos productivos.
- Efecto del layout integrado con el método 5S sobre la reducción de desperdicios.

Riesgos y estrategias de mitigación

- **Riesgo:** Limitación de datos disponibles, los registros de tiempos productivos y no productivos podrían no reflejar con precisión todas las interrupciones ocurridas durante la ejecución de la obra.

  Estrategia de mitigación: Se verificará la información de los reportes de campo, valorizaciones y registros fotográficos para identificar posibles omisiones o inconsistencias. En caso de datos incompletos, se aplicarán ajustes técnicos basados en rendimientos referenciales y estándares del sector, asegurando que el análisis refleje condiciones reales de la obra.
- **Riesgo:** Subestimación de pérdidas ocultas, algunos desperdicios no siempre son visibles en reportes técnicos, como demoras en la coordinación, esperas entre cuadrillas o movimientos innecesarios de materiales, lo que podría generar una subestimación de los factores de ineficiencia.

  Estrategia de mitigación: Se complementará el análisis con la revisión de evidencias fotográficas y observaciones técnicas para reconocer pérdidas no registradas formalmente, como demoras o movimientos innecesarios. Estos hallazgos se incorporarán como factores cualitativos en la evaluación de la productividad. De este modo, el estudio reflejará de forma más completa las

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

causas de improductividad y permitirá justificar con mayor rigor la pertinencia de la propuesta de layout y método 5S.

- **Riesgo:** Dificultad de implementación en campo, la adopción del layout y del método 5S puede verse limitada por resistencia del personal la falta de capacitación o la ausencia de liderazgo técnico que impulse su adopción.

  Estrategia de mitigación: Se plantea desarrollar un plan de implementación gradual, que combine capacitación técnica, liderazgo participativo y control visual en obra, acompañada de capacitaciones breves y señalización visual en obra. Adicionalmente, se fomentará la participación de los operarios en la elaboración del layout operativo, fortaleciendo la apropiación del método y reduciendo la resistencia al cambio.

Objetivo específico 3: Determinar si la aplicación de layout de obra integrado con el método 5S mejora la eficiencia

Enfoque

Este objetivo se aborda desde un enfoque analítico–comparativo, orientado a medir la eficiencia de la ejecución de obra a partir de la integración del layout optimizado con el método 5S. Para ello, se reconstruyen los registros históricos de productividad real alcanzada en obra y se contrastan con un escenario proyectado que incorpora la propuesta de mejora. Este análisis se centra en la identificación de los beneficios obtenidos en términos de tiempo, reducción de desperdicios y rentabilidad, con la finalidad de estimar el impacto de la aplicación metodológica sobre la eficiencia global de la ejecución.

Alcance

Este objetivo comprende el análisis del flujo de trabajo en el Bloque I de la Institución Educativa Inicial “Reyna de los Ángeles”, con énfasis en los elementos estructurales.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

En primer lugar, se elabora el registro de los tiempos de ejecución y de la productividad real alcanzada en obra, a partir de la revisión de los informes técnicos, los reportes de campo y las evidencias fotográficas disponibles. Posteriormente, se desarrolla la variación de los desperdicios en función de la propuesta de mejora aplicando layout de obra integrado con el método 5S, lo cual se logrará mediante el contraste de los tiempos improductivos identificados en la ejecución real con los tiempos proyectados bajo el escenario propuesto. Finalmente, se lleva a cabo la evaluación costo–beneficio de la integración del layout de obra con el método 5S, en la que se compararán los costos generados en la situación real ejecutada de la obra frente a los ahorros potenciales derivados de la propuesta de mejora, con el fin de establecer la rentabilidad y viabilidad de su aplicación.

Herramienta y técnica aplicada

Se utilizarán las siguientes herramientas:

Herramientas.

- Revisión de informes técnicos de obra, reportes de campo y evidencia fotográfica.
- Tablas comparativas de tiempos improductivos (mudas).
- Costos comparativos y análisis económico simplificado.

Técnicas aplicadas.

- Análisis documental para establecer los tiempos de ejecución y productividad de la mano de obra.
- Simulación comparativa entre el escenario real y el escenario propuesto con layout y 5S, cuantificando la variación que existe entre ambos.
- Cálculo del costo–beneficio mediante la comparación de los costos asociados a los desperdicios en la obra real frente a los ahorros proyectados bajo la propuesta.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Limitaciones y exclusiones

- El estudio se limita a las partidas de la especialidad de estructuras dentro del Bloque I.
- No se realizará experimentación en obra, dado que el proyecto ya fue ejecutado.
- Los resultados se fundamentan en el análisis documental y en la simulación de escenarios.

Entregables

- Registro de tiempos de ejecución y la productividad real alcanzado en obra.
- Variación de los desperdicios en función de la propuesta de mejora aplicando layout de obra integrado con el método 5S.
- Evaluación costo–beneficio de la integración del layout de obra con el método 5S.

Riesgos y estrategias de mitigación

- **Riesgo:** Incompletitud o inconsistencias en los registros técnicos disponibles de la obra ejecutada.

  Estrategia de mitigación: Realizar una verificación cruzada entre los documentos técnicos, los reportes fotográficos y los informes de avance físico para validar la coherencia de la información disponible. En caso de detectar inconsistencias, se recurrirá a la validación con el personal técnico que participó directamente en la obra, garantizando la confiabilidad de los datos que sustenten el análisis comparativo entre la situación inicial y la propuesta de mejora.

- **Riesgo:** Resistencia a la implementación, la adopción de cambios en la organización del espacio y en la disciplina operativa podría encontrar resistencia por parte de los trabajadores o del equipo de gestión.

  Estrategia de mitigación: Promover la sensibilización del personal mediante charlas breves y demostrativas sobre los beneficios del layout optimizado y el método 5S en la mejora de la productividad, el orden y la seguridad en el entorno

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

laboral. Estas acciones deben complementarse con la participación activa de los trabajadores en la planificación del nuevo ordenamiento espacial y en la definición de procedimientos de limpieza y control, favoreciendo la apropiación del modelo y su sostenibilidad en futuras ejecuciones.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 4: RESULTADOS DE SOLUCION PROPUESTA

En este capítulo se muestran los principales resultados obtenidos del modelo comparativo que se ha realizado entre la situación actual de la obra “Reyna de los Ángeles” y el modelo optimizado que se presenta mediante la puesta en práctica de layout de obra aplicado junto con el método 5S.

Este contenido se agrupa entorno a tres ejes: mejora en los trabajos productivos, reducción de los desperdicios y la mejora en la eficiencia. A continuación, se muestra con mayor detalle el análisis realizado para responder a nuestros objetivos específicos planteados:

Objetivo específico 1: Analizar el estado situacional de la obra “Reyna de los Ángeles” y evaluar el impacto de un layout de obra integrado con el método 5S como propuesta de mejora para optimizar los trabajos productivos.

El primer objetivo específico consiste en conocer el impacto que posee la aplicación de un layout de obra integrado con el método 5S sobre los trabajos productivos de los elementos estructurales del Bloque I en la ejecución de la Institución Educativa Inicial N°92 “Reyna de los Ángeles”. Este análisis resulta pertinente debido a que, durante la ejecución real de la obra, no se contó con un diseño de layout formal que organizara los espacios, tampoco se utilizaron metodologías de orden y de limpieza de forma sistemática.

Para llevar a cabo este objetivo, se reconstruyó la distribución de áreas de trabajo reales a partir de registros documentales, evidencias fotográficas y reportes técnicos de la obra. Dicho análisis nos permitió identificar la forma en que se distribuyeron los materiales, las herramientas, los accesos y las áreas de trabajo. Finalmente, se propuso un layout optimizado, el cual se diseñó de acuerdo a los principios del método 5S (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina), el cual tiene la finalidad de reducir los desplazamientos innecesarios, mejorar el acceso a los insumos y garantizar un flujo más eficiente en las actividades constructivas.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

A continuación, se muestra el desarrolló de los entregables para poder responder el primer objetivo específico:

Diagnóstico del estado situacional de la obra

Durante la ejecución de los elementos estructurales del Bloque I del proyecto de la Institución Educativa Inicial N°92 “Reyna de los Ángeles” no se contó con un layout de obra planificado que organizara los espacios de manera eficiente. Para reconstruir tal situación, se realizó el análisis de los documentos técnicos, los registros fotográficos y los reportes de supervisión de obra, los cuales permitieron identificar de un modo objetivo la disposición real de los materiales, las herramientas, las zonas de almacenamiento y las áreas de trabajo.

Dentro de este diagnóstico se evidenciaron diversas deficiencias organizativas que básicamente incidieron en los trabajos productivos:

- **Almacenamiento disperso de los materiales:** los agregados, fierros y encofrados se situaban en diferentes puntos de la obra, lo que generaba recorridos innecesarios por parte de los operarios para trasladar insumos a las zonas de trabajo.

Figura 5

Almacenamiento disperso de los materiales



Nota. En la fotografía 5, se observa la manera inadecuada de almacenamiento de los materiales en obra.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Ausencia de áreas definidas para herramientas menores:** los equipos manuales y eléctricos no se encontraban situados en lugares definidos, lo que les dificultaba su rápida localización y provocaba tiempos muertos en la ejecución.

Figura 6

Almacenamiento inadecuado de las herramientas menores



Nota. En la fotografía 6, se puede observar que las herramientas menores no se encuentran en lugares adecuados para el uso del personal.

- **Deficiente señalización y control de accesos:** no se contaba con rutas establecidas para el ingreso y salida de los materiales en la obra, generando de este modo cruces entre los operarios, riesgos de seguridad y desorden en la circulación.

Figura 7

Deficiente señalización y control de accesos



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Nota. En la fotografía 7, se puede observar la congestión del personal generando un orden en la circulación de los materiales.

- **Acumulación de residuos de construcción:** escombros en zonas aledañas a las áreas de trabajo, lo que restringía el espacio disponible y obligaba a los trabajadores a reubicar materiales de manera constante.

Figura 8

Acumulación de residuos en el área de trabajo



Nota. En la fotografía 8, se puede observar el desorden de los materiales y los escombros lo que genera limitaciones al personal obrero en el área de trabajo.

- **Uso inadecuado de espacios auxiliares:** las áreas de mezclado, ferrería y carpintería, fueron ubicados de forma improvisada sin considerar su impacto en los flujos de trabajo.

Figura 9

Espacios inadecuados para las áreas de mezclado, ferrería y carpintería



Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Nota. En la fotografía 9, se observa el área de mezclado del concreto el cual se encuentra aledaño al área de circulación del personal obrero.

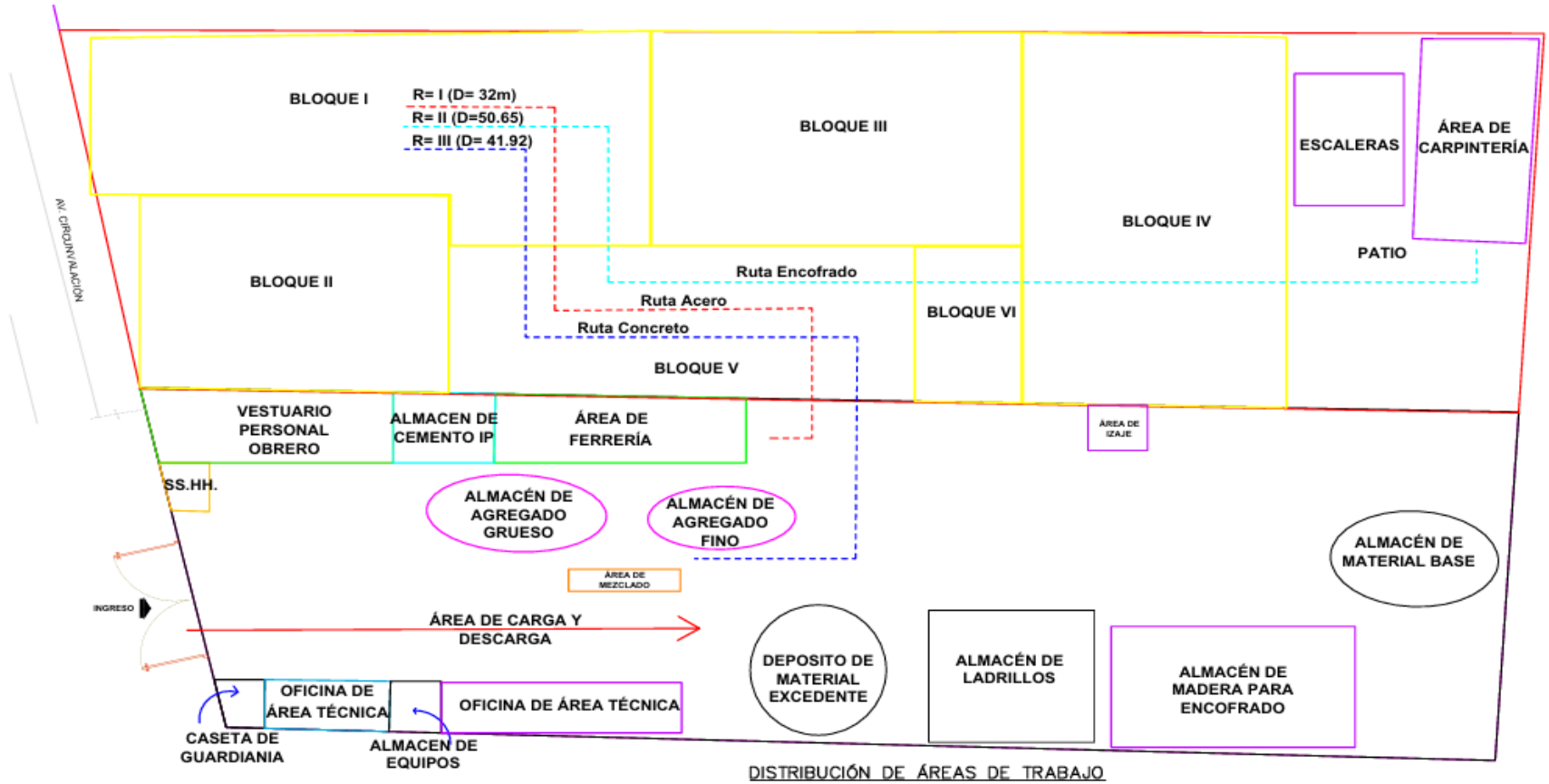
Este tipo de condiciones generaron un entorno poco ordenado y con frecuentes interrupciones en la continuidad de las actividades productivas. Como resultado, los trabajos requerían mayor tiempo de ejecución debido a los desplazamientos prolongados, las pérdidas en la búsqueda de herramientas y la necesidad de reubicar los materiales durante el proceso constructivo, ver figura 10.

Este diagnóstico inicial fue la base para la propuesta de un layout optimizado integrado con el método 5S, con la finalidad de superar las deficiencias observadas y orientar la ejecución hacia un esquema más eficiente y productivo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Figura 10

Esquematización real de la ejecución de obra



Nota. En la figura 10 se muestra de manera gráfica un esquema real de las zonas y áreas destinadas al acopio de los materiales, áreas de circulación y áreas de trabajo del proyecto, todo ello en función al área del terreno según el expediente técnico. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Identificación de los problemas que afectan a los trabajos productivos

El diagnóstico del estado situacional de la obra nos permitió evidenciar las deficiencias en la organización espacial, los cuales afectaron directamente en los trabajos productivos de la obra. Según la literatura, la productividad en la construcción está relacionad con la capacidad de maximizar el tiempo efectivo de trabajo con respecto a los recursos empleados (Alarcón & Pellicer, 2019). En este sentido, los hallazgos afirman que gran parte de las actividades se veían interrumpidas por factores provenientes de la falta de un diseño ordenado y planificado.

Los principales problemas que se identificaron de manera más clara fueron los siguientes:

- **Excesivo tiempo de traslado:** el personal obrero invertía un tiempo considerable en recorrer distancias innecesarias debido a la alta dispersión de los materiales y a la ausencia de rutas de circulación definidas. Todo ello se traduce en un excesivo tiempo de viaje que reducía el tiempo disponible para las actividades productivas.

Tabla 4

Tiempos de traslado por actividades durante una jornada laboral de 8 horas

	Elementos estructurales Bloque I					
	Columnas		Vigas		Losas	
Actividades	**Distancia (m)**	**Tiempo (h:m)**	**Distancia (m)**	**Tiempo (h:m)**	**Distancia (m)**	**Tiempo (h:m)**
Acero	32.00	01:21	35.20	01:15	35.20	01:39
Encofrado	50.65	01:05	53.85	01:00	53.85	01:16
Concreto	41.92	01:04	45.12	01:04	45.12	01:04

Nota. La tabla 4 detalla el cálculo del tiempo de traslado que se realizó en base a la información de la carta balance, teniendo en cuenta el tiempo de traslado de los materiales más el desperdicio de tiempo generado por los viajes innecesarios. Tiempo: horas y minutos (h:m). Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **Demoras en la búsqueda de herramientas y equipos:** como consecuencia de no disponer de un espacio específico para las herramientas menores, los trabajadores dedicaban parte de sus jornadas en encontrar sus herramientas, ocasionando retrasos en el inicio y en la continuidad de las tareas. Para el cálculo del tiempo de búsqueda, se realizó la cuantificación de los minutos que invertía el personal obrero en buscar insumos que le hacía falta a la hora de ejecutar sus actividades, a dicho tiempo se le denominó viajes innecesarios según los reportes de la carta balance brindado por el equipo técnico de obra.

Tabla 5

Tiempos de búsqueda de materiales por actividad

Elementos estructurales Bloque I	Actividad	Tiempo de búsqueda (h:m)
Columnas	Acero	00:44
	Encofrado	00:46
	Concreto	00:34
Vigas	Acero	00:33
	Encofrado	00:31
	Concreto	00:34
Losas	Acero	00:39
	Encofrado	00:22
	Concreto	00:34

Nota. La tabla 5 muestra la cuantificación del tiempo de búsqueda que se realizó en base a la información de la carta balance según las actividades realizadas por jornada laboral de 8 horas. Tiempo: horas y minutos (h:m). Elaboración propia.

- **Interrupciones por reubicación de materiales y escombros:** las acumulaciones de desechos en las zonas de trabajo hacían que los trabajadores realicen tareas adicionales de limpieza y reacomodo antes de continuar con la ejecución planificada. A consecuencia de las interrupciones el personal obrero quedaba fatigado y necesitaba realizar pausas para seguir

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

el ritmo de la ejecución de las actividades. A dichas pausas se le denominó descansos que fueron cuantificados como tiempos perdidos según los reportes de la carta balance brindado por el equipo técnico de la obra.

Tabla 6

Tiempos perdidos por reubicación de materiales

Elementos estructurales Bloque I	Actividad	Tiempo perdido (h:m)
Columnas	Acero	00:44
	Encofrado	00:21
	Concreto	00:48
Vigas	Acero	00:33
	Encofrado	00:28
	Concreto	00:48
Losas	Acero	00:27
	Encofrado	00:33
	Concreto	00:48

Nota. La tabla 6 detalla la cuantificación del tiempo perdido por reubicación de materiales y escombros que se realizó en base a la información de la carta balance según las actividades realizadas por jornada laboral de 8 horas. Tiempo: horas y minutos (h:m). Elaboración propia.

- **Esperas en el suministro de insumos:** la falta de un sistema de abastecimiento organizado y la lejanía del almacén central provocaba que algunos frentes de trabajo se quedaran parados esperando por el material requerido.

Tabla 7

Tiempos de esperas por suministro de materiales

Elementos estructurales Bloque I	Actividad	Tiempo de esperas (h:m)
Columnas	Acero	00:23
	Encofrado	00:10
	Concreto	00:42

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

	Acero	00:27
Vigas	Encofrado	00:27
	Concreto	00:40
	Acero	00:33
Losas	Encofrado	00:25
	Concreto	00:40

Nota. La tabla 7 nos muestra la cuantificación del tiempo perdido por esperas que se realizó en base a la información de la carta balance según las actividades realizadas por jornada laboral de 8 horas. Tiempo: horas y minutos (h:m). Elaboración propia.

Estos problemas reflejan un uso ineficiente del tiempo de la mano de obra porque una proporción significativa de la jornada laboral se empleaba en actividades improductivas como: traslados, búsquedas, esperas y reubicaciones. En consecuencia, la productividad de la obra estuvo limitado, afectando de esta manera a los plazos de ejecución y el costo del proyecto.

Diseño del layout optimizado bajo el método 5S

Con el propósito de superar las deficiencias identificadas en el diagnóstico inicial se plantea diseñar un layout optimizado de obra, elaborado en AutoCAD, integrando todos los principios del método 5S para la organización del espacio, el cual sirve como propuesta de mejora. El plano digital que se diseñó muestra sectores con delimitaciones para el almacenamiento de materiales, herramientas, rutas de circulación del personal, y áreas de trabajo, bajo criterios de frecuencia de uso, de seguridad y de accesibilidad., priorizando la eficiencia operativa, el flujo continuo de las actividades y la reducción de los desperdicios, en concordancia con los principios del método 5S.

La propuesta se sustenta en un análisis técnico de la documentación fotográfica y de los planos originales del proyecto ejecutado, donde se identificaron deficiencias notables en lo que se refiere al control espacial de la obra ejecutada. Por las fotografías se puede ver una acumulación de materiales sin sectorización sin señalización y una utilización desordenada de la zona de almacenamiento. Los materiales se encontraban

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

directamente sobre el suelo, sin protección y sin criterios de clasificación, interfiriendo a su vez con las rutas de tránsito, generando de este modo demoras en la localización de los insumos y exposición a riesgos laborales. Estas condiciones reflejan la falta de planificación de la parte operativa del layout, pero también es la falta de aplicación de herramientas de gestión visual y de orden que son fundamentales en entornos constructivos de alta rotación como lo son los frentes estructurales.

Para la realización del diseño del layout se inició identificando los cinco pilares del método 5S de manera estructural:

Tabla 8

Principios del método 5S identificados en el proyecto durante la ejecución

Clasificar (Seiri): Eliminación de los elementos innecesarios y definición clara de los materiales que deben permanecer en obra.	
Ordenar (Seiton): Ubicación estratégica de materiales de mayor uso cerca del frente de trabajo para reducir los desplazamientos.	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Limpiar (Seiso). Asignación de zonas de limpieza y retiro de escombros, mejorando de esta manera la imagen y la seguridad del entorno.	
Estandarizar (Seiketsu). Uso de simbología y señalética para uniformizar el orden visual en toda el área de trabajo.	
Disciplina (Shitsuke). Propuesta de rutinas diarias de control y mantenimiento del orden establecido.	

Nota. En la tabla 8 se muestra fotografías reales durante la ejecución de los elementos estructurales, los mismos que nos permiten ver la falta de planificación de un layout de obra en base a los principios del método 5S. Elaboración propia.

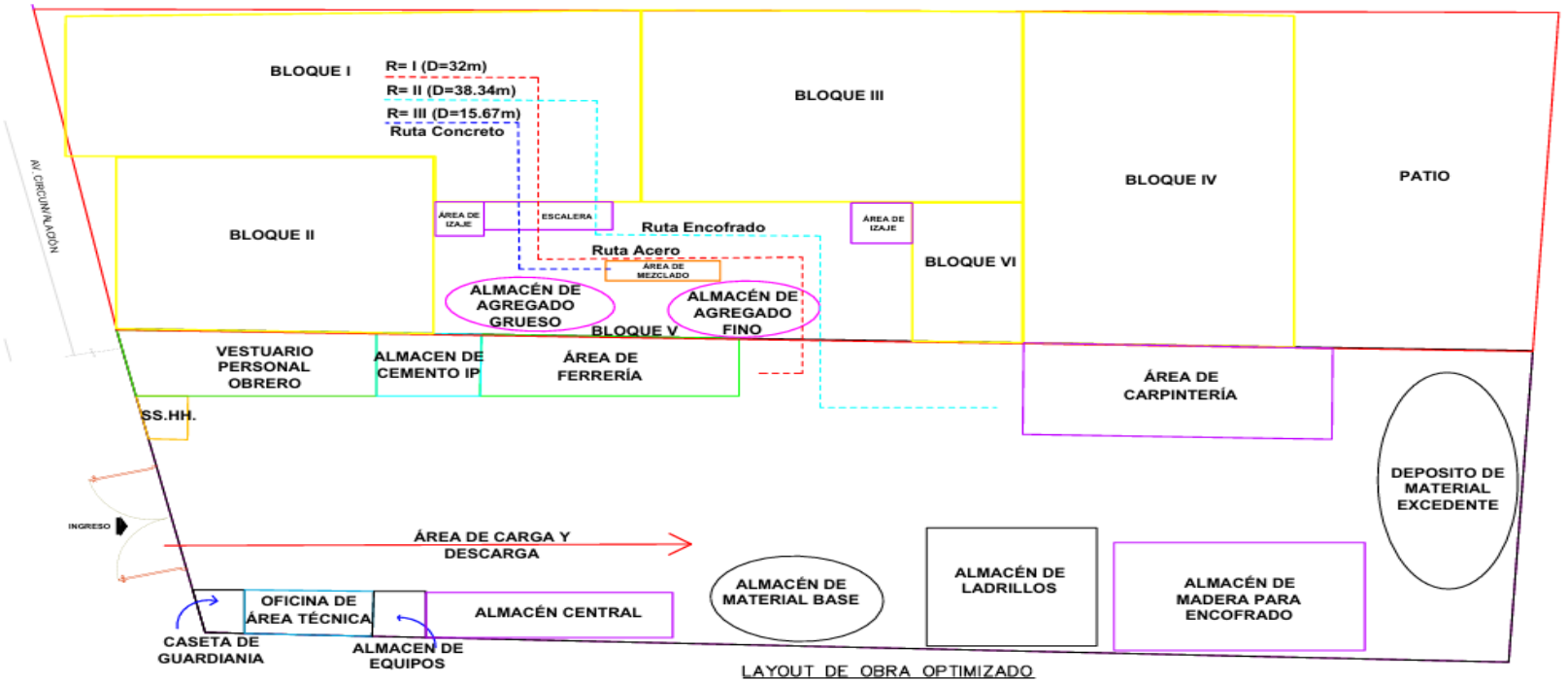
En el layout propuesto se presenta la redistribución estratégica del espacio de trabajo, la cual responde a razones de funcionalidad y secuencia constructiva. En este sentido, se establece una correcta zonificación del espacio de acopio de los materiales, de las herramientas, de los residuos, de los equipos y de la circulación del personal teniendo en cuenta el uso frecuente, las distancias al frente de trabajo, la compatibilidad de los materiales y la seguridad en la manipulación; además de ello, se tiene en cuenta los aspectos normativos y de buenas prácticas en obras de edificación, buscando facilitar la supervisión, minimizar las interferencias y maximizar la productividad de la mano de obra durante la ejecución estructural, ver figura 11. Este layout de obra no solo constituye un plano representativo, sino que constituye una herramienta de planificación operativa que impacta directamente en la productividad, la seguridad y la calidad del proceso constructivo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Figura 11

Layout optimizado de obra



Nota. En la figura 11 se muestra la propuesta de layout de obra, diseñada en base a los criterios funcionales de circulación, seguridad y eficiencia en la ejecución. Se ha distribuido estratégicamente las áreas de acopio de materiales (cemento, agregados, fierro), zona de mezcla, herramientas, vestuarios y oficina técnica, priorizando flujos de trabajo lineales y reduciendo desplazamientos innecesarios del personal. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Indicadores para medir la mejora

Con la finalidad de analizar el efecto de la aplicación del layout optimizado bajo el método 5S en los trabajos productivos, se establecieron indicadores que permitieran comparar la situación inicial (distribución real) frente a la situación proyectada (layout optimizado). Dichos indicadores se muestran a continuación:

- **Tiempo productivo vs. tiempo improductivo (%):** Proporción del tiempo de trabajo real en comparación con el tiempo destinado a actividades sin valor agregado, como traslados o esperas.

Tabla 9

Mejora estimada de los tiempos productivos

Indicador	Elementos estructurales	Actividades	Situación inicial	Layout optimizado + 5S	Mejora estimada
Tiempos productivos	Columnas	Acero	05:38	06:46	20%
		Encofrado	05:29	06:25	17%
		Concreto	05:36	06:56	24%
	Vigas	Acero	05:36	06:36	18%
		Encofrado	05:50	06:52	18%
		Concreto	05:37	06:51	22%
	Losas	Acero	05:33	06:27	16%
		Encofrado	05:46	06:42	16%
		Concreto	05:37	06:51	22%

Nota. En la tabla 9 se muestra la mejora estimada de los trabajos productivos en porcentaje dentro de una jornada laboral. Elaboración propia.

- **Distancia promedio de traslado de los materiales (m):** Se ha cuantificado la longitud que recorren los trabajadores para abastecer los frentes de trabajo.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 10

Variación de las distancias

Indicador	Elementos estructurales	Actividades	Situacion inicial	Layout optimizado + 5S	Variación porcentual de distancias
Distancias de recorrido	Columnas	Acero	32.00	32.00	0%
		Encofrado	50.65	38.34	-24%
		Concreto	41.92	15.67	-63%
	Vigas	Acero	35.20	35.20	0%
		Encofrado	53.85	41.54	-23%
		Concreto	45.12	18.87	-58%
	Losas	Acero	35.20	35.20	0%
		Encofrado	53.85	41.54	-23%
		Concreto	45.12	18.87	-58%

Nota. En la tabla 10 se muestra la variación porcentual de las distancias de recorrido de los trabajadores luego de la aplicación del layout optimizado + 5S. En el caso del acero, no se realizó ninguna modificación a la distancia de su recorrido puesto que su ubicación ya se encontraba en un lugar más optimo y favorable. Elaboración propia.

La comparación de los indicadores evidencia que la propuesta de aplicación del layout optimizado con 5S reduce considerablemente las pérdidas de tiempo, los recorridos innecesarios y las interferencias en el proceso constructivo, a la vez que mejora la continuidad de los trabajos productivos y eleva la productividad de la mano de obra.

Análisis de resultados

El análisis comparativo que se realizó entre la situación inicial (distribución de espacios real) y la situación proyectada (layout optimizado con 5S) evidencia una mejora significativa en los trabajos productivos de la obra.

En el diagnóstico del estado situacional de la obra, la productividad se veía limitada por la gran dispersión de los materiales, los recorridos largos, la ausencia de rutas definidas y constantes interrupciones por desorden. Esto generaba que

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

aproximadamente el 70% del tiempo de trabajo correspondía a actividades productivas. Asimismo, las distancias promedio de traslado alcanzaban los 44 metros, generando fatiga en los trabajadores y retrasos acumulativos en los procesos constructivos.

Por el contrario, en el layout optimizado con 5S, la reorganización de los espacios y la aplicación de principios de orden y limpieza permitieron que el tiempo productivo incremente en un 14%, mejorando así la proporción de tiempo efectivo en un 84% destinado a actividades productivas. Asimismo, las distancias de traslado disminuyeron 13 metros en promedio.

Verificación de resultados

Tabla 11

Verificación de resultados para el objetivo específico 1

Criterio de verificación	Fuente de evidencia	Resultado esperado
Existencia de un layout en el proyecto original	Planos y registros técnicos	No se identifica un layout formal en la ejecución inicial
Distribución de trabajo en función del tiempo	Cronometría de actividades, fichas técnicas de ejecución	Identificación de tiempos productivos e improductivos
Identificación de actividades no productivas	Observaciones en campo, fotografías	Clasificación de desperdicios según mudas (espera, transporte, movimiento)
Evidencia visual de interrupciones en el flujo de trabajo	Registro fotográfico	Confirmación de desorden y desplazamientos innecesarios
Diseño de layout con enfoque 5S	Propuesta de mejora, planos simulados	Adecuada ubicación de zonas de trabajo, almacenamiento y circulación
Coherencia con principios Lean y 5S	Revisión normativa (Ohno, 1988; Ballard & Howell, 2003)	Eliminación de desperdicios, estandarización de procesos

Nota. En la tabla 11 se muestra la verificación de los resultados obtenidos en el objetivo específico 1, a partir de la revisión de evidencias técnicas y documentales, contrastadas con los principios de Lean Construction y la metodología 5S. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Validación del análisis

Diferentes trabajos de investigación dentro del contexto nacional evidencian la eficacia de esta propuesta, incluso en situaciones donde inicialmente no existía un layout de obra previamente elaborado: Delgado (2018) demostró que la aplicación conjunta de layout y el método 5S para una edificación en Lima redujo en más del 15% los tiempos improductivos; asimismo, Flores y Melgarejo (2022) concluyeron un incremento significativo en la eficiencia de los procesos de una empresa constructora al implementar las 5S; mientras que Ortiz (2013) evidenció mejoras en la gestión de almacenes de materiales al aplicar esta metodología en proyectos de construcción. Por otro lado, investigaciones recientes en Lima (Benites & Soldevilla, 2024) y en Tarapoto (Paredes, 2023) validan que la metodología 5S aplicada en obras y en servicios de la construcción incrementan la productividad y la eficiencia operativa, aun en situaciones donde no existía un layout previo.

Criterios de validación

Para la validación se han considerado los siguientes criterios:

- **Consistencia con la literatura:** Los resultados obtenidos son compatibles con otras investigaciones previas que demuestran la influencia que tiene el layout de obra en la productividad (Alarcón & Pellicer, 2019; Formoso et al., 2002).
- **Rigurosidad técnica:** Para la realización de los entregables se empleó evidencia objetiva (planos, fotografías y registros técnicos) como base de análisis.
- **Replicabilidad:** Esta metodología aplicada puede ser implementada en proyectos similares de infraestructura educativa.
- **Enfoque en valor:** Se realizó la propuesta del layout optimizado con la finalidad de eliminar las actividades que no agregan valor, en línea con los principios de Lean Construction.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Objetivo específico 2: Determinar si la aplicación de layout de obra integrado con el método 5S reduce los desperdicios

El segundo objetivo específico se centró en analizar el efecto que tiene la aplicación de un layout de obra integrado con el método 5S para la reducción de desperdicios generados durante la ejecución de los elementos estructurales del Bloque I en la Institución Educativa Inicial N°92 “Reyna de los Ángeles”.

La relevancia de este análisis radica en que, en la ejecución real de la obra, se evidenciaron pérdidas de materiales, tiempos improductivos y retrabajos ocasionados principalmente por una deficiente organización del espacio, ausencia de un flujo de trabajo planificado y limitada aplicación de prácticas de orden y control de insumos.

Para el cumplimiento de este objetivo específico, se desarrolló un análisis que permitió determinar la distribución del trabajo en función de la duración real de las actividades productivas y no productivas (expresado en horas y minutos). Los registros nos mostraron un porcentaje significativo del tiempo de la cuadrilla el cual estaba siendo dedicado a realizar viajes innecesarios para la búsqueda de los materiales y herramientas manuales, lo que confirmaba la existencia de desperdicios en la organización del frente de obra. A partir de ello, se identificaron las labores que no generaban un valor productivo directo; de esta manera, se buscó demostrar que la correcta integración entre el diseño de layout y los principios de las 5S no solo organiza los espacios de trabajo, sino que también constituye una estrategia eficaz para disminuir los desperdicios en obra, contribuyendo así a una mayor eficiencia en el uso de recursos materiales y humanos.

Para poder responder el segundo objetivo específico se desarrolló los siguientes entregables:

Determinar la distribución del trabajo en función del tiempo en horas y minutos

A través de los reportes de la herramienta carta balance y los informes presentados por el equipo técnico se recopilo la información de la distribución de los trabajos ejecutados en obra y luego se construyó la siguiente tabla en función de:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Cantidad de metrado ejecutado.
- Número de cuadrillas.
- Dimensionamiento del personal por cuadrilla.

La siguiente tabla muestra los tiempos por jornada laboral expresados en horas y minutos donde se detallan los trabajos productivos y no productivos (desperdicios o muda).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 12

Distribución de los trabajos en función al tiempo

Elementos estructurales	Actividad	Unidad	Metrado diario	Número de cuadrilla	Mano de obra utilizado	Tiempos obtenidos por jornada laboral 8h (%)			Tiempos por jornada laboral 8h (H:m)	
						Tp	Tc	Tnc	Tp+Tc	Muda
Columnas	Acero	kg	533.92	2	01op+01of	26.00%	44.63%	29.38%	05:38	02:22
	Encofrado	m^2	22.64	2	01op+01of+0.5p	27.88%	40.69%	31.44%	05:29	02:30
	Concreto	m^3	9.09	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	28.75%	41.25%	30.00%	05:36	02:24
Vigas	Acero	kg	338.27	2	01op+01of	28.12%	41.88%	30.00%	05:36	02:24
	Encofrado	m^2	23.61	2	01op+01of+0.5p	27.81%	45.31%	26.88%	05:50	02:09
	Concreto	m^3	14.21	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	30.83%	39.58%	29.58%	05:37	02:22
Losas	Acero	kg	324.22	2	01op+01of	29.38%	40.00%	30.62%	05:33	02:26
	Encofrado	m^2	23.64	2	01op+01of+0.5p	30.31%	41.88%	27.81%	05:46	02:13
	Concreto	m^3	15.72	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	30.83%	39.58%	29.58%	05:37	02:22

Nota. Tipos de trabajo: trabajo productivo (Tp), trabajo contributorio (Tc) y trabajo no contributorio (Tnc). Horas y minutos (H:m). Mano de obra: operario de equipo liviano (op(EQ)), operario (op), oficial (of), peón (p). Elaboración propia.

Identificar los trabajos que no generan tiempos productivos

La identificación de los trabajos que no generan productividad se obtuvo de la herramienta carta balance brindada por el personal técnico, para el cálculo del tiempo no productivo, se cuantifico los minutos que invertía el personal obrero en realizar actividades que no agregan valor denominadas desperdicios.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 13

Trabajos no contributorios identificados durante la jornada laboral de 8h

Elementos estructurales	Descripción de los trabajos no contributorios	Acero		Encofrado		Concreto	
		Porcentaje de Tnc	Horas perdidas (H:m)	Porcentaje de Tnc	Horas perdidas (H:m)	Porcentaje de Tnc	Horas perdidas (H:m)
Columnas	Esperas	4.88%	00:23	2.13%	00:10	8.75%	00:42
	Tiempo ocio	0.00%	00:00	8.44%	00:40	1.25%	00:06
	Descanso	9.13%	00:44	4.56%	00:21	10.00%	00:48
	Necesidades fisiológicas	1.88%	00:09	1.88%	00:09	2.08%	00:10
	Viajes innecesarios	9.25%	00:44	9.66%	00:46	7.08%	00:34
	Trabajo rehecho	4.25%	00:20	4.19%	00:20	0.00%	00:00
	Otros	0.00%	00:00	0.59%	00:02	0.83%	00:04
	TOTAL	**29.38%**	**02:22**	**31.44%**	**02:30**	**30.00%**	**02:24**
Vigas	Esperas	5.63%	00:27	5.63%	00:27	8.33%	00:40
	Tiempo ocio	5.63%	00:27	4.38%	00:21	1.25%	00:06
	Descanso	6.88%	00:33	5.94%	00:28	10.00%	00:48
	Necesidades fisiológicas	2.50%	00:12	1.25%	00:06	2.08%	00:10
	Viajes innecesarios	6.88%	00:33	6.56%	00:31	7.08%	00:34
	Trabajo rehecho	2.50%	00:12	2.50%	00:12	0.00%	00:00
	Otros	0.00%	00:00	0.63%	00:03	0.83%	00:04
	TOTAL	**30.00%**	**02:24**	**26.88%**	**02:09**	**29.58%**	**02:22**
Losas	Esperas	6.88%	00:33	5.31%	00:25	8.33%	00:40
	Tiempo ocio	1.25%	00:06	1.25%	00:06	1.25%	00:06
	Descanso	5.63%	00:27	6.88%	00:33	10.00%	00:48
	Necesidades fisiológicas	1.88%	00:09	4.06%	00:19	2.08%	00:10
	Viajes innecesarios	8.13%	00:39	4.69%	00:22	7.08%	00:34

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Trabajo rehecho	3.75%	00:18	4.06%	00:19	0.00%	00:00
Otros	3.13%	00:15	1.56%	00:07	0.83%	00:04
TOTAL	**30.63%**	**02:26**	**27.81%**	**02:13**	**29.58%**	**02:22**

Nota. En la tabla 13 se muestra los trabajos no contributorios Tnc (desperdicios) en función de sus porcentajes y horas perdidas. Horas y minutos (H:m). Elaboración propia.

Los trabajos no contributorios con mayor incidencia, y que son considerados como desperdicios son los siguientes:

Tabla 14

Identificación de los trabajos no contributorios por jornada laboral de 8h

Descripción de los trabajos no contributorios	**Tiempo en (H:m) de trabajos no contributorios**								
	Columnas			**Vigas**			**Losas**		
	Acero	**Encofrado**	**Concreto**	**Acero**	**Encofrado**	**Concreto**	**Acero**	**Encofrado**	**Concreto**
Esperas	00:23	00:10	00:42	00:27	00:27	00:40	00:33	00:25	00:40
Tiempo ocio	00:00	00:40	00:06	00:27	00:21	00:06	00:06	00:06	00:06
Descanso	00:44	00:21	00:48	00:33	00:28	00:48	00:27	00:33	00:48
Necesidades fisiológicas	00:09	00:09	00:10	00:12	00:06	00:10	00:09	00:19	00:10
Viajes innecesarios	00:44	00:46	00:34	00:33	00:31	00:34	00:39	00:22	00:34
Trabajo rehecho	00:20	00:20	00:00	00:12	00:12	00:00	00:18	00:19	00:00
Otros	00:00	00:02	00:04	00:00	00:03	00:04	00:15	00:07	00:04
TOTAL	**02:22**	**02:30**	**02:24**	**02:24**	**02:09**	**02:22**	**02:26**	**02:13**	**02:22**

Nota. En la tabla 14 se muestra los tiempos de los trabajos no contributorios en función a las horas perdidas. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Efecto del layout integrado con el método 5S sobre la reducción de desperdicios

Para determinar el efecto del layout integrado con el método 5S sobre la reducción de desperdicios, se ejecutó un estudio comparativo sobre lo real y proyectado en los frentes del Bloque I (columnas, vigas y losas). La recolección de datos se realizó mediante registros de tiempos (tiempo efectivo y tiempo desperdiciado por categoría) y bitácoras fotográficas de la ejecución.

Tomando como base la definición de layout de obra que proponen los autores Koskela (1992) y Muther (2015), donde enfatizan que la adecuada disposición física de materiales, equipos, zonas y circulaciones busca eliminar o reducir desperdicios tales como: viajes innecesarios, esperas y descansos, la propuesta de mejora que se desarrolla integra un layout optimizado con la metodología 5S. Esta integración nos permitió no solo ordenar y estandarizar el espacio de trabajo, sino también garantizar un flujo continuo de las operaciones. Como resultado de esta propuesta de layout optimizado, los tiempos asociados a viajes innecesarios, esperas y descansos serán eliminados, evidenciando mejoras al aplicar correctamente los principios teóricos y llevándolos a la práctica constructiva para maximizar la productividad.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 15

Reducción de los tiempos no contributorios

	Descripción de los trabajos no contributorios	Acero			Encofrado			Concreto		
		Horas perdidas	Horas proyectadas	Propuesta de mejora	Horas perdidas	Horas proyectadas	Propuesta de mejora	Horas perdidas	Horas proyectadas	Propuesta de mejora
Columnas	Esperas	00:23	00:00	48%	00:10	00:00	37%	00:42	00:00	56%
	Tiempo ocio	00:00	00:00		00:40	00:40		00:06	00:06	
	Descanso	00:44	00:44		00:21	00:21		00:48	00:48	
	Necesidades fisiológicas	00:09	00:09		00:09	00:09		00:10	00:10	
	Viajes innecesarios	00:44	00:00		00:46	00:00		00:34	00:00	
	Trabajo rehecho	00:20	00:20		00:20	00:20		00:00	00:00	
	Otros	00:00	00:00		00:02	00:02		00:04	00:00	
	TOTAL	**02:22**	**01:13**		**02:30**	**01:34**		**02:24**	**01:04**	
Vigas	Esperas	00:27	00:00	42%	00:27	00:00	48%	00:40	00:00	52%
	Tiempo ocio	00:27	00:27		00:21	00:21		00:06	00:06	
	Descanso	00:33	00:33		00:28	00:28		00:48	00:48	
	Necesidades fisiológicas	00:12	00:12		00:06	00:06		00:10	00:10	
	Viajes innecesarios	00:33	00:00		00:31	00:00		00:34	00:00	
	Trabajo rehecho	00:12	00:12		00:12	00:12		00:00	00:00	
	Otros	00:00	00:00		00:03	00:00		00:04	00:04	
	TOTAL	**02:24**	**01:24**		**02:09**	**01:07**		**02:22**	**01:08**	
Losas	Esperas	00:33	00:33	37%	00:25	00:00	42%	00:40	00:00	52%
	Tiempo ocio	00:06	00:06		00:06	00:06		00:06	00:06	
	Descanso	00:27	00:27		00:33	00:33		00:48	00:48	
	Necesidades fisiológicas	00:09	00:09		00:19	00:19		00:10	00:10	

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Viajes innecesarios	00:39	00:00	00:22	00:00	00:34	00:00
Trabajo rehecho	00:18	00:18	00:19	00:19	00:00	00:00
Otros	00:15	00:00	00:07	00:00	00:04	00:04
TOTAL	**02:26**	**01:32**	**02:13**	**01:18**	**02:22**	**01:08**

Nota. En la tabla 15 se muestra las reducciones del tiempo no contributorio frente a la propuesta de mejora a partir del layout optimizado. Elaboración propia.

Tabla 16

Cuadro resumen de reducción de los trabajos no contributorios mediante layout optimizado

Elementos estructurales	Acero			Encofrado			Concreto		
	Horas productivas	Horas productivas optimizadas	Propuesta de mejora	Horas productivas	Horas productivas optimizadas	Propuesta de mejora	Horas productivas	Horas productivas optimizadas	Propuesta de mejora
Columnas	05:38	06:46	20%	05:29	06:25	17%	05:36	06:56	24%
Vigas	05:36	06:36	18%	05:50	06:52	18%	05:37	06:51	22%
Losas	05:33	06:27	16%	05:46	06:42	16%	05:37	06:51	22%

Nota. En la tabla 16 se muestra la variación porcentual de la productividad de la mano de obra referente a las horas productivas obtenidas durante la ejecución real y las horas productivas optimizadas luego de la aplicación. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Análisis de resultados

La evaluación de reducción de los trabajos no contributorios (Tnc) hace el contraste entre las horas perdidas a causa de los trabajos no contributorios (desperdicios) y las horas proyectadas tras aplicar la propuesta de mejora basada en el layout optimizado.

En la situación real, la productividad se veía limitada por la dispersión de materiales, recorridos prolongados, ausencia de rutas definidas y frecuentes interrupciones por desorden. Esto se reflejaba en que aproximadamente el 30% del tiempo de trabajo correspondía a actividades improductivas, como: traslados, esperas o búsqueda de herramientas. Por el contrario, en el layout optimizado con 5S, la reorganización de los espacios y la aplicación de principios de orden y limpieza permitieron que el tiempo improductivo se redujera a un 14%, reduciendo así la proporción de tiempo a un 16% destinado a tareas no productivas.

Esta evaluación de resultados comparativos establece así las reducciones efectivas en el tiempo necesario para la realización de las actividades. A la vez, la comparación cuantitativa permite visualizar el impacto de la optimización en términos de horas productivas optimizadas, el incremento de la productividad y la mejora en el uso de los recursos, lo cual constituye un buen punto de partida para tomar decisiones respecto a la manera de conseguir proyectos más eficientes en obra.

Verificación de resultados

La verificación se sustentó mediante tres niveles de contrastación: la revisión documental de metrados, el análisis fotográfico de zonas de acopio y flujos de personal, y los registros de cronometraje y de productividad. En todos los casos se identificaron patrones de desorden y flujos de trabajo ineficaces que fueron corregidos mediante la propuesta de layout con 5S. Esta triangulación aplicada es prueba suficiente de que la metodología sirve para atacar las causas raíces del desperdicio, el cual va en línea con los lineamientos de Lean Construction para la eliminación de actividades que no agregan valor (Ballard & Howell, 2003).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Validación del análisis

La validación se realizó mediante comparación antes–después, mostrando mejoras en el porcentaje de tiempo productivo y reducción de trabajos no contributorios. Asimismo, se empleó la validación externa por consistencia con investigaciones nacionales que demuestran resultados similares al aplicar 5S en almacenes y entornos constructivos (Ortiz, 2013; Benites & Soldevilla, 2024). La evidencia confirma que la metodología genera orden, reduce distancias de traslado y mejora la reposición de materiales en obra.

Criterios de validación

Los criterios aplicados fueron:

- **Indicadores de flujo y desperdicio:** porcentaje de tiempo productivo, frecuencia de trabajos no contributorios y cantidad de cruces en rutas de abastecimiento.
- **Indicadores de layout optimizado:** reducción de distancias de transporte y de tiempos de ciclo, junto con el cumplimiento de checklist 5S.
- **Normatividad y buenas prácticas:** coherencia con el Reglamento Nacional de Edificaciones y lineamientos de Lean Construction Institute (2021).

Objetivo específico 3: Determinar si la aplicación de layout de obra integrado con el método 5S mejora la eficiencia

El tercer objetivo específico busca determinar como la organización física del espacio en obra y la aplicación de metodologías de orden y limpieza influyen directamente en la eficiencia de ejecución de los elementos estructurales del Bloque I de la Institución Educativa Inicial N°92 “Reyna de los Ángeles”.

De esta manera, este objetivo nos permite establecer la relación directa entre la aplicación de un sistema de orden y limpieza en los espacios de trabajo, y el incremento

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

en la eficiencia operativa de la obra minimizando los costos, tiempos y recursos, es por ello que un diseño de layout bien estructurado y sostenido por las 5S constituye una herramienta clave para mejorar la productividad de la mano de obra y optimizar los procesos constructivos.

Para poder alcanzar nuestro objetivo específico 3, se desarrolló los siguientes entregables:

Registro de tiempos de ejecución y la productividad real alcanzado en obra

Se analizaron los registros de tiempos de ejecución y la productividad real a partir de la información recabada (carta balance) brindada por el equipo técnico. Fueron analizados principalmente los que corresponden a actividades tales como: encofrado, colocación del acero y el vaciado de concreto, teniendo en consideración tanto las horas efectivas de trabajo como los periodos de inactividad; este procesamiento de la información permitió determinar con precisión la productividad real. Los resultados obtenidos ofrecen una visión clara del desempeño real durante la ejecución de la obra, tal como se muestra en la siguiente tabla:

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Tabla 17

Tiempos obtenidos a partir de la carta balance y cálculo de la productividad real

Elementos estructurales	Actividad	Unidad	Metrados diarios	Número de cuadrilla	Mano de obra utilizado	Tiempos obtenidos por jornada laboral de 8h (%)			Tiempos por jornada laboral (H,m)		Productividad Real
						Tp	Tc	Tnc	Tp+Tc	Muda	
Columnas	Acero	kg	533.92	2	01op+01of	26.00%	44.63%	29.38%	05:38	02:22	5.56
	Encofrado	m^2	22.64	2	01op+01of+0.5p	27.88%	40.69%	31.44%	05:29	02:30	0.14
	Concreto	m^3	9.09	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	28.75%	41.25%	30.00%	05:36	02:24	0.07
Vigas	Acero	kg	338.27	2	01op+01of	28.12%	41.88%	30.00%	05:36	02:24	3.52
	Encofrado	m^2	23.61	2	01op+01of+0.5p	27.81%	45.31%	26.88%	05:50	02:09	0.10
	concreto	m^3	14.21	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	30.83%	39.58%	29.58%	05:37	02:22	0.28
Losas	Acero	kg	324.22	2	01op+01of	29.38%	40.00%	30.62%	05:33	02:26	3.38
	Encofrado	m^2	23.64	2	01op+01of+0.5p	30.31%	41.88%	27.81%	05:46	02:13	0.10
	concreto	m^3	15.72	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	30.83%	39.58%	29.58%	05:37	02:22	0.20

Nota. En la tabla 17 se muestra los datos recopilados de la herramienta carta balance con la finalidad de estimar la productividad de la mano de obra (sus unidades van acorde con las unidades de cada actividad en relación a la jornada laboral). Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

TESIS
UNIVERSIDAD CIENTÍFICA DEL SUR

Variación de la productividad de la mano de obra en función de la propuesta de mejora aplicando layout de obra integrado con el método 5S

Se registraron los tiempos reales de ejecución de los elementos estructurales, diferenciando los tiempos productivos de los improductivos (muda); luego, se calculó la productividad real alcanzada en obra y se diseñó un escenario de mejora a partir de la propuesta de layout de obra integrado con el método 5S, lo que me permitió estimar tiempos proyectados más eficientes. Finalmente, se comparó ambos escenarios para obtener la productividad proyectada y calcular el porcentaje de mejora en cada actividad.

Tabla 18

Variación de la productividad en función de los tiempos proyectados

Elementos estructurales	Actividad	Unidad	Metrado diario	Número de cuadrilla	Mano de obra utilizado	Ejecución real (sin layout+5S)			Propuesta de mejora (con layout+5S)			Variación de la productividad de la mano de obra
						Tiempos (H,m)		Productividad	Tiempos (H,m)		Productividad	
						Trabajo	Muda	Real	Trabajo	Muda	Proyectada	
Columnas	Acero	kg	533.92	2	01op+01of	05:38	02:22	5.56	06:46	01:13	6.69	20%
	Encofrado	m^2	22.64	2	01op+01of+0.5p	05:29	02:30	0.14	06:25	01:34	0.17	17%
	concreto	m^3	9.09	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	05:36	02:24	0.07	06:56	01:04	0.09	24%
Vigas	Acero	kg	338.27	2	01op+01of	05:36	02:24	3.52	06:36	01:24	4.15	18%
	Encofrado	m^2	23.61	2	01op+01of+0.5p	05:50	02:09	0.10	06:52	01:07	0.12	18%
	concreto	m^3	14.21	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	05:37	02:22	0.28	06:51	01:08	0.34	22%
Losas	Acero	kg	324.22	2	01op+01of	05:33	02:26	3.38	06:27	01:32	3.92	16%
	Encofrado	m^2	23.64	2	01op+01of+0.5p	05:46	02:13	0.10	06:42	01:18	0.11	16%
	concreto	m^3	15.72	2	02op(EQ)+02op+02of+10p	05:37	02:22	0.20	06:51	01:08	0.25	22%

Nota. En la tabla 18 se muestra la variación de la productividad de la mano de obra en función de la propuesta de mejora aplicando layout de obra + 5S. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Evaluación costo–beneficio de la integración del layout de obra con el método 5S

La evaluación costo–beneficio de la integración del layout de obra con el método 5S se realizó considerando, por un lado, los costos vinculados a la aplicación de la propuesta, tales como: el personal, materiales y servicios; y, por otro lado, los beneficios obtenidos en términos de reducción de tiempos improductivos, disminución de desperdicios y aumento de la productividad de la mano de obra. A partir de estos análisis, se logró evidenciar que los beneficios obtenidos superan ampliamente a los costos de aplicación.

Costo de la aplicación del layout de obra integrado con el método 5S. Para el cálculo de los costos de aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I se realizó el desagregado de costos donde se considera al personal, materiales y servicios necesarios para su elaboración, tal como se detalla en el anexo 1 y 2; a continuación, se muestra el resumen de costos de la aplicación:

Tabla 19

Costo de la aplicación en el Bloque I durante la ejecución real

DESCRIPCION	COSTO
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - PERSONAL	12,294.60
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - MATERIALES	1,553.00
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - SERVICIOS	279.00
TOTAL DE COSTOS DE APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S	**14,126.60**

Nota. En la tabla 19 se muestra el resumen del presupuesto que se obtiene durante la ejecución real (28 días) de los elementos estructurales del Bloque I. Elaboración propia.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Tabla 20

Costo de la aplicación en el Bloque I según cronograma de obra

DESCRIPCION	COSTO
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - PERSONAL	10,972.60
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - MATERIALES	1,553.00
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - SERVICIOS	249.00
TOTAL DE COSTOS DE APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S	**12,774.60**

Nota. En la tabla 20 se muestra el resumen del presupuesto que se obtiene según el cronograma de obra (25 días) de los elementos estructurales del Bloque I. Elaboración propia.

Tabla 21

Variación de costos de la aplicación del layout

DESCRIPCION	EJECUCION REAL (28 Días)	PLAZO CONTRACTUAL (25 Días)	VARIACION DE COSTOS
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - PERSONAL	12,294.60	10,972.60	1,322.00
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - MATERIALES	1,553.00	1,553.00	0.00
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - SERVICIOS	279.00	249.00	30.00
TOTAL DE COSTOS DE APLICACIÓN LAYOUT DE OBRA + 5S	**14,126.60**	**12,774.60**	**1,352.00**

Nota. En la tabla 21 se muestra la variación de gastos entre el plazo de ejecución real y el plazo contractual de los elementos estructurales del Bloque I. Elaboración propia.

La tabla 21 presenta el análisis de la variación de costos generados por la aplicación del layout de obra integrado con el método 5S en la ejecución de los elementos estructurales del Bloque I de la Institución Educativa Inicial. Se observa que la ejecución real alcanzó los 28 días, si la aplicación de la propuesta se da en este periodo el costo total representa S/.14,126.60 soles, mientras que, de haberse cumplido el plazo contractual de 25 días, el costo estimado de la aplicación habría sido de S/.12,774.60 soles. En consecuencia, se puede observar un sobrecosto de S/.1,352.00 soles, lo que evidencia que la variable tiempo es determinante en la evaluación del costo

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

de aplicación del layout de obra con el método 5S, pues el incremento de tres días adicionales en la ejecución real genera un sobrecosto en la aplicación de esta metodología, lo que impacta negativamente en la eficiencia del proyecto.

Beneficio de la aplicación del layout de obra integrado con el método 5S.

Para el cálculo de los beneficios obtenidos de la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I se determinó la cantidad de la mano de obra por categoría en función al análisis de precios unitarios del expediente técnico (ver anexo 3) y al tareo diario, con la finalidad de cuantificar el costo total de la mano de obra requerida para la ejecución de los elementos estructurales.

Teniendo como resultado el costo total de la mano de obra invertida en este bloque, se realiza el contraste con los beneficios de la propuesta de mejora en función al plazo de la ejecución real y contractual, tal como se detalla en la tabla 23; a continuación, se muestra el resumen de costos y los beneficios de la aplicación:

Tabla 22

Costo total de mano de obra por jornada laboral

Descripción	Actividades	Jornada laboral	Cuadrilla	Tareo diario			
				Op. EQ.	Operario	Oficial	Peón
Elementos Estructurales	Acero (kg)	8	2	0	1	1	0
	Encofrado (m2)			0	1	1	0.5
	Concreto (m3)			2	2	2	10
Cantidad de mano de obra diario				4	8	8	21
Cantidad de horas hombre por recurso (hh)				32	64	64	168
Costo de mano de obra por hora				S/ 27.67	S/ 27.67	S/ 21.76	S/ 19.68
Costo de mano de obra por categoría				S/ 885.44	S/ 1,770.88	S/ 1,392.64	S/ 3,306.24
Costo total de mano de obra diario				**S/ 7,355.20**			

Nota. En la tabla 22 se muestra el cálculo del costo total de la mano de obra que ejecutó las actividades que componen a los elementos estructurales del Bloque I. Elaboración propia.

Tabla 23

Beneficio alcanzado de la mano de obra según cronograma de ejecución del bloque I

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Descripción	Plazo de ejecución (días)	Costo diario de la M.O	Costo total de la M.O	Diferencia de costos
Ejecución Real	28	S/ 7,355.20	S/ 205,945.60	S/ 22,065.60
Ejecución Contractual	25		S/ 183,880.00	
Total de beneficio alcanzado			**S/ 22,065.60**	

Nota. En la tabla 23 se muestra los beneficios alcanzados al aplicar el layout de obra integrado con el método 5S. Elaboración propia.

Tabla 24

Contraste entre beneficio y costo de aplicación

Elementos Estructurales	Actividades	Beneficios alcanzados	Costo de aplicación	Relación Costo y Beneficio
Columnas, Vigas, Losas	Acero (kg) Encofrado (m2) Concreto (m3)	S/ 22,065.60	S/ 14,126.60	1.56

Nota. En la tabla 24 se muestra la relación costo beneficio de la aplicación del layout de obra integrado con el método 5S. Elaboración propia.

Análisis de resultados

La tabla 18 refleja de manera comparativa la productividad de la mano de obra antes y después de la aplicación proyectada del layout integrado con el método 5S. El análisis muestra un incremento sostenido en los índices de productividad de las actividades que componen a los elementos estructurales, alcanzando mejoras que oscilan desde el 16% al 24% según la actividad. Este comportamiento se justifica principalmente por la reorganización de los espacios de trabajo, la disminución de los desplazamientos innecesarios y la optimización de los tiempos de espera. En términos técnicos, el tiempo de trabajo efectivo se incrementa a la vez que se reducen los tiempos no contributorios (mudas), lo que conlleva a un mayor aprovechamiento de la jornada

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

laboral. Estos resultados muestran que, de haberse aplicado la propuesta metodológica durante la ejecución, la eficiencia en los procesos constructivos se habría visto notablemente fortalecida, consolidando la pertinencia del uso de herramientas de gestión como el layout de obra y el método 5S en proyectos de infraestructura educativa.

Del mismo modo, la tabla 24 muestra que la integración del layout de obra con el método 5S genera un impacto positivo en términos de costo–beneficio, al evidenciar una relación de 1.56, lo que significa que, por cada sol invertido en la aplicación de la propuesta, se obtienen S/.1.56 soles de retorno en beneficios directos, lo cual refleja una ganancia neta y respalda la viabilidad económica de la aplicación. Los beneficios alcanzados, que ascienden a S/.22,065.60 soles, superan ampliamente a los costos de aplicación que ascienden a S/.14,126.60 soles, demostrando que la reorganización del espacio y la estandarización de procesos contribuyen no solo a reducir los tiempos improductivos y los desperdicios, sino también a generar ahorros significativos en el uso de los recursos. Por lo tanto, el análisis reafirma que la aplicación del layout optimizado con 5S no solo permite mejorar la productividad y la eficiencia en la obra, sino que además constituye una decisión estratégica desde el punto de vista financiero para proyectos similares.

Verificación de resultados

La verificación se efectuó mediante la comparación de los registros de tiempos de ejecución en la obra ejecutada y la proyección de tiempos bajo la propuesta de layout optimizado, se tomaron como base los documentos técnicos, los reportes de campo y los registros fotográficos de la obra; asimismo, se complementó dicho registro mediante un análisis de productividad real alcanzada, logrando así poner de manifiesto que la reorganización que se llevó a cabo en las áreas de trabajo y el control visual de materiales ayudaron a reducir los desperdicios y al mismo tiempo mejoraron el desempeño de las cuadrillas, alineándose de esta manera con las recomendaciones planteadas por el Lean Construction Institute (2021) y con los lineamientos de

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

productividad en construcción descritos en la Guía del PMBOK (Project Management Institute, 2021).

Validación del análisis

Se tiene estudios similares que se usaron para realizar el contraste y la validación como: Delgado (2018) demostró que la integración de layout y 5S en proyectos de edificación en Lima mejoró la productividad y generó la reducción de los costos de no calidad; de la misma manera, Flores y Melgarejo (2022) afirmaron que la implementación de las 5S en empresas constructoras generó mayor eficiencia operativa y optimización en el uso de recursos. Asimismo, Paredes (2023) en su investigación sobre construcción en Tarapoto evidenció que la aplicación de 5S contribuyó a la reducción de desperdicios y a la mejora de indicadores de productividad. Como investigadores, estos hallazgos refuerzan la validez del análisis de nuestra investigación, al coincidir en que la reorganización espacial a través de un layout de obra y que la disciplina operativa son factores importantes para incrementar la eficiencia en la ejecución de los proyectos.

Criterios de validación

Los criterios de validación adoptados fueron: (a) la medición de la productividad en horas-hombre efectivas en comparación con la situación inicial; (b) la reducción de tiempos no contributorios derivados de traslados, esperas y reprocesos; (c) la disminución de desperdicios asociados a la manipulación inadecuada de materiales; y (d) la coherencia de los resultados con investigaciones previas en el ámbito de Lean Construction. Estos criterios garantizan que la propuesta de mejora no solo responde a las condiciones específicas de la obra Reyna de los Ángeles, sino que también es replicable en otros proyectos de edificación bajo contextos similares.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

CAPÍTULO 5: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Conclusiones

Conclusión del objetivo específico 1

La reconstrucción del estado situacional de la obra “Reyna de los Ángeles” evidenció que la ausencia de un layout formal y de prácticas sistemáticas de orden y limpieza generó importantes pérdidas de tiempo productivo, recorridos innecesarios y desorganización en el uso de espacios y recursos. Por otro lado, la aplicación de la propuesta de un layout optimizado bajo los principios del método 5S permitió proyectar mejoras sustanciales en los trabajos productivos en un 14% y llegando a alcanzar un 84% de tiempo efectivo destinado a las actividades productivas. Asimismo, la reorganización de los espacios redujo en promedio 13 metros las distancias de traslado, lo que contribuyó a disminuir la fatiga de los trabajadores y a agilizar los procesos constructivos; por lo cual los resultados evidencian la viabilidad técnica y operativa del proyecto como propuesta de mejora.

Conclusión del objetivo específico 2

El análisis de la distribución del trabajo demostró que, en la situación inicial, aproximadamente un 30% del tiempo de la cuadrilla se destinaba a trabajos no contributorios, como: esperas, descanso y viajes innecesarios. Con la aplicación proyectada del layout optimizado con 5S, este valor se redujo a un 16%, lo que representa una disminución significativa del desperdicio y una recuperación de horas efectivas para labores productivas. Esta mejora refleja un impacto positivo en la organización del trabajo, demostrando que la propuesta es viable porque se apoya en prácticas estandarizadas de gestión visual y organización del espacio, que no demandan alta inversión tecnológica, sino disciplina en la ejecución y control.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Conclusión del objetivo específico 3

La evaluación de la eficiencia, a partir de los registros de tiempos de ejecución y el análisis de costo–beneficio, mostró que la aplicación del layout de obra junto con el método 5S incrementó los índices de productividad entre un 16% y un 24% según la actividad que componen a los elementos estructurales (columnas, vigas y losas). Del mismo modo, el análisis del costo–beneficio mostró una relación de 1.56, lo que significa que por cada sol invertido en la propuesta se generan S/.1.56 soles de retorno en beneficios. Este indicador confirma la viabilidad económica de la propuesta y respalda su pertinencia como herramienta de gestión aplicable en obras similares. Asimismo, se ha obtenido un beneficio económico de S/. 22,065.60 soles, el cual supera ampliamente a los costos de aplicación que asciende a S/.14,126.60 soles, justificando que la propuesta no solo es un mecanismo de mejora operativa, sino que también es una decisión estratégica desde la perspectiva financiera. Estos resultados muestran que la reorganización de los espacios, la reducción de los desplazamientos innecesarios y la optimización de los tiempos improductivos fortalecen la eficiencia de los procesos constructivos en proyectos educativos.

Conclusión del objetivo general

Se determinó que la aplicación de un layout de obra integrado con el método 5S como propuesta de mejora constituye una herramienta de gestión efectiva para mejorar la productividad de la mano de obra en los elementos estructurales del Bloque I de la Institución Educativa Inicial. Si bien la propuesta no se implementó directamente durante la ejecución de la obra, el análisis documental realizado a partir de los registros técnicos, fotográficos y las evidencias de campo permitieron proyectar mejoras potenciales bajo los supuestos metodológicos establecidos. Los resultados evidencian que la reorganización de los espacios de trabajo y la aplicación de los principios de clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina generan un entorno más eficiente, disminuyendo los tiempos de traslado, la dispersión de materiales y las

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

interrupciones ocasionadas por el desorden. En conjunto, los hallazgos confirman la pertinencia y viabilidad de implementar esta propuesta en obras similares, ya que no solo favorece a la productividad de la mano de obra y a la reducción de desperdicios, sino que también se presenta como una estrategia costo–beneficio favorable optimizando el uso de los recursos y aportando a una gestión más sostenible y orientada a la mejora continua en la construcción.

Recomendaciones

Recomendación para el objetivo específico 1

Acciones prioritarias:

- Implementar un layout optimizado que ubique estratégicamente los materiales, las herramientas y los equipos en las zonas más próximas a los frentes de trabajo.
- Aplicar las 5S de manera progresiva (clasificación, orden, limpieza, estandarización y disciplina) en todas las áreas de la obra.
- Capacitar al personal obrero y técnico en prácticas de orden y disciplina operativa, asegurando que cada trabajador conozca su rol en la mejora de productividad.

Consideraciones para la implementación:

- Definir un plan piloto inicial en un frente de trabajo para validar la efectividad antes de la expansión general.
- Asignar un responsable de control de layout y 5S en obra, encargado de supervisar y dar seguimiento diario.
- Integrar el sistema de control de la productividad mediante indicadores clave: porcentaje de tiempo productivo vs. no productivo y distancias de traslado promedio.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Recomendación para el objetivo específico 2

Acciones prioritarias:

- Implementar un sistema de control visual a través de señalización de rutas, áreas de almacenamiento y zonas restringidas con la finalidad de reducir pérdidas de tiempo por traslados y confusión.
- Identificar los desperdicios recurrentes y atacarlos mediante la reorganización del espacio y las tareas.
- Establecer rondas de supervisión diaria enfocadas en identificar y corregir rápidamente las causas de los trabajos no contributorios (esperas, viajes innecesarios y búsquedas).

Consideraciones para la implementación:

- Asegurar la participación activa del personal obrero, motivándolos a identificar fuentes de desperdicio y proponer soluciones prácticas.
- Integrar un registro sistemático de los trabajos no contributorios (Tnc) con indicadores semanales para medir la reducción.
- Incorporar reuniones cortas de retroalimentación diaria (5–10 minutos) para alinear al equipo y reforzar la disciplina en el uso del layout y las 5S

Recomendación para el objetivo específico 3

Acciones prioritarias:

- Implementar un sistema de registro y control de tiempos de ejecución para medir la productividad real y proyectada en cada partida.
- Efectuar un seguimiento al costo–beneficio mediante indicadores financieros (relación beneficio/costo, ahorro de recursos y horas-hombre recuperadas).

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Consideraciones para la implementación:

- Asegurar que el plazo contractual se respete, ya que la eficiencia buscada se mide dentro del tiempo previsto y sin generar sobrecostos.
- Asegurar que las mejoras se integren dentro de la planificación de futuras obras públicas.
- Mantener la disciplina de la mejora continua mediante auditorías internas de orden, limpieza y seguridad, reforzando la sostenibilidad de la propuesta.

Recomendación para el objetivo general

1. **Para el Gobierno Regional de Apurímac:**
    - Incorporar de manera institucional la planificación del layout de obra y la metodología 5S en las fases de ejecución de los proyectos de infraestructura educativa, a fin de garantizar mejores niveles de productividad, disminución de desperdicios y cumplimiento de plazos.
    - Establecer programas de capacitación continua para residentes, supervisores y personal técnico en herramientas de gestión Lean Construction.
2. **Para los equipos de obra:**
    - Implementar rutinas diarias de orden, limpieza y verificación de espacios siguiendo los principios del método 5S, garantizando un entorno seguro y productivo.
    - Fomentar la disciplina y la estandarización en la disposición de los materiales, las herramientas y los equipos para reducir recorridos y tiempos improductivos.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- Promover la participación activa de la mano de obra en el cumplimiento de los principios de mejora continua, mediante reuniones cortas y retroalimentación diaria.
- Desarrollar capacitaciones periódicas en la aplicación del método 5S, asegurando la participación activa de todo el personal operativo y técnico, de modo que la disciplina y el orden se conviertan en prácticas permanentes y no eventuales.

3. **Para futuros proyectos de infraestructura educativa:**
    - Aplicar desde la etapa de planificación la propuesta de layout optimizado con el método 5S, asegurando que el diseño de obra se alinee con los plazos contractuales y la disponibilidad de los recursos.
    - Priorizar la evaluación costo–beneficio como criterio de decisión para implementar herramientas de gestión que fortalezcan la eficiencia.
    - Adaptar la metodología a las características específicas de cada proyecto (escala, complejidad y ubicación geográfica), validando su pertinencia mediante indicadores de productividad.
4. **En el ámbito académico e investigativo:**
    - Ampliar el análisis de aplicación de estas herramientas de gestión a otros tipos de proyectos de infraestructura (hospitalaria, vial, hidráulica) para validar su aplicabilidad en diferentes contextos.
    - Desarrollar estudios comparativos entre obras ejecutadas bajo la modalidad de administración directa y por contrata, evaluando el impacto que genera el layout de obra integrado con las 5S.
    - Incorporar tecnologías digitales (BIM, simulaciones 4D o softwares de control de obra) para reforzar la evaluación de productividad y la proyección de mejoras en tiempo real.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alarcón, L. F., & Pellicer, E. (2019). *Improving productivity in the construction industry*. CRC Press.

Ajay, R., & Sridhar, M. B. (2016). Incorporation of 5S methodology in construction practices. *International Journal of Chemical Sciences,* 14(S1), 127–134. https://www.tsijournals.com/articles/incorporation-of-5s-methodology-in-construction-practices.pdf

Ballard, G., & Howell, G. (2003). Lean project management. *Building Research & Information, 31*(2), 119-133. https://doi.org/10.1080/09613210301997

Benites Obando, J. L., & Soldevilla Rojas, T. J. (2024). *Aplicación de la metodología 5S para mejorar la productividad en el área de almacén de una empresa del sector construcción, Lima 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad San Ignacio de Loyola]. Repositorio USIL.

Castillo Pinto, R. R. (2024). *Análisis de productividad en construcción aplicando Lean Construction basado en rendimientos de mano de obra – Puno – 2022–2023* (Tesis de maestría). Universidad Nacional del Altiplano, Puno.

Centro Nacional de Planeamiento Estratégico (CEPLAN). (2022). *Lineamientos para la gestión estratégica de la inversión pública descentralizada.* https://www.ceplan.gob.pe/documentos/

Contraloría General de la República. (2021). *Informe de control simultáneo a la gestión de inversiones públicas*. Lima: Contraloría General de la República del Perú. https://www.contraloria.gob.pe

Contraloría General de la República. (2023). *Lineamientos para control gubernamental de obras públicas*. https://www.contraloria.gob.pe

Delgado Collantes, S. (2018). *Layout de obras integrado con la filosofía 5S y el desempeño operacional en la construcción de edificaciones en la ciudad de Lima: Estudio de caso* [Tesis de maestría, Universidad Nacional Federico Villarreal]. Repositorio UNFV.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Fernandes, F., Oliveira, P., & Lima, R. (2020). Implementation of 5S methodology in civil construction sites: impacts on safety and productivity. *International Journal of Lean Six Sigma*, 11(4), 655-671. https://doi.org/10.1108/IJLSS-01-2019-0009

Formoso, C. T., Tzortzopoulos, P., & Liedtke, R. (2002). A model for managing the product development process in house building. *Engineering, Construction and Architectural Management, 9*(5-6), 419–432. https://doi.org/10.1108/eb021224

Flores Taipe, J., & Melgarejo Arquinigo, F. (2022). *Aplicación de la metodología 5S para mejorar la productividad en empresas constructoras de Lima Metropolitana* [Tesis de maestría, Universidad César Vallejo]. Repositorio UCV.

Gapp, R., Fisher, R., & Kobayashi, K. (2008). Implementing 5S within a Japanese context: An integrated management system. Management Decision, 46(4), 565–579. https://doi.org/10.1108/00251740810865067

Garza Contreras, A. (2020). Los Criterios Estructurales en la edificación básica. Fondo Editorial de la Universidad Autónoma de Nuevo León.

Ghío Castillo, V. (2001). Productividad en Obras de Construcción; Diagnóstico, crítica y propuesta. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú.

Gobierno Regional de Apurímac. (2021). *Mejoramiento del servicio educativo nivel inicial N.° 92 Reyna de los Ángeles, distrito de Abancay, provincia de Abancay, departamento de Apurímac, con CUI N.° 2507785*. Banco de Inversiones del Ministerio de Economía y Finanzas del Perú. https://apps.invierte.pe

Gobierno Regional de Apurímac. (2021). *Plan de desarrollo regional concertado de Apurímac al 2030.* Gobierno Regional de Apurímac. https://es.scribd.com/document/576359279/FASE-1-PDRC-APURIMAC-envio-CEPLAN-1

González, V., Alarcón, L., & Malo, K. (2019). Factores que afectan la productividad en la construcción: una revisión sistemática. *Revista Ingeniería de Construcción,* 34(2), 72-84. https://ricuc.cl/index.php/ric/article/view/849

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Gundecha, M. M. (2012). *Study of factors affecting labor productivity at a building construction project in the USA*. University of Southern California.

Hendrickson, C., & Au, T. (2008). *Project Management for Construction: Fundamental Concepts for Owners, Engineers, Architects, and Builders* (2nd ed.). Prentice Hall. https://pmbook.ce.cmu.edu

Hirano, H. (1995). *5 Pillars of the Visual Workplace: The Sourcebook for 5S Implementation*. Productivity Press.

Horman, M., & Kenley, R. (2005). Quantifying levels of wasted time in construction with meta-analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 131(1), 52-61. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(2005)131:1(52)

Horta, I. M., & Camanho, A. S. (2014). Competitive position of construction companies using a dynamic performance evaluation model. *Journal of Construction Engineering and Management, 140*(4), 04013057. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000824

Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI. (2023). *Compendio estadístico regional: Apurímac*. https://www.inei.gob.pe

Jaca, C., Viles, E., Paipa-Galeano, L., Santos, J., & Mateo, R. (2014). Learning 5S principles from Japanese best practitioners: Case studies of five manufacturing companies. *International Journal of Production Research, 52*(15), 4574–4586. https://doi.org/10.1080/00207543.2013.878481

Koskela, L. (1992). *Application of the New Production Philosophy to Construction*. Stanford University. https://p2sl.berkeley.edu

Koskela, L. (2000). *An exploration towards a production theory and its application to construction* (Doctoral dissertation, VTT Technical Research Centre of Finland). https://vttresearch.com

Lean Construction Institute. (2021). *Lean construction for owners: Applying lean principles to design and construction delivery*. https://leanconstruction.org

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Mejía Aguilar, G. y Hernández C., T. C. (2007). Seguimiento de la productividad en obra: Técnicas de Medición de Rendimientos de Personal obrero. Colombia, Revista Universidad Industrial Santander, 6 (2), 45-59. https://revistas.uis.edu.co/index.php/revistauisingenierias/article/view/405

Ministerio de Economía y Finanzas – MEF. (2023). *Normas para la ejecución de inversiones públicas bajo Invierte.pe.* https://www.mef.gob.pe

Ministerio de Educación. (2021). *Plan nacional de infraestructura educativa al 2030.* MINEDU. https://www.gob.pe/minedu

Ministerio de Educación – MINEDU. (2022). *Normas técnicas para infraestructura educativa inicial*. https://www.gob.pe/minedu

Muther, R. (2015). *Systematic layout planning (SLP)* (4.ª ed.). Management & Industrial Research Publications.

Ohno, T. (1988). Toyota production system: Beyond large-scale production. Productivity Press.

Ortiz, C. A., & Park, M. (2011). Visual controls: Applying visual management to the workplace. CRC Press.

Ortiz Gutiérrez, D. R. (2013). *Implementación de la metodología 5S para mejorar la gestión de almacén de obras en la Universidad César Vallejo-Piura, en el área de almacenamiento de materiales de construcción* [Tesis de licenciatura, Universidad César Vallejo]. ALICIA–CONCYTEC.

Osada, T. (1991). *The 5S's: Five keys to a total quality environment*. Asian Productivity Organization.

Paredes Vela, F. (2023). *5S de Kaizen en las empresas de servicio de la construcción en la ciudad de Tarapoto periodo 2022* [Tesis de licenciatura, Universidad Científica del Perú].

Project Management Institute (PMI). (2021). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK®)* (7.ª ed.). PMI.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Ríos, F., Sánchez, M., & Paredes, C. (2021). Integración del método 5S y el layout de obra para mejorar la eficiencia en procesos constructivos. *Revista de Ingeniería Civil Peruana,* 38(1), 45-56. https://revistas.uni.edu.pe/index.php/ricp/article/view/1098

Rivera, J., & Maluk, C. (2019). Infraestructura educativa y equidad social: un análisis de la inversión pública en el sector educación. *Revista de Políticas Públicas, 23*(2), 45–60.

Sadeghpour, F., Andayesh, M., & Taneja, S. (2006). Improving construction layout planning through lean thinking. *Construction Innovation,* 6(2), 120-138. https://doi.org/10.1108/14714170610652679

Salvatierra-Garrido, J., Alarcón, L., & Koskela, L. (2012). Lean thinking in construction: application and future directions. *Lean Construction Journal,* 2012, 105-122. https://leanconstructionjournal.org

Saurin, T. A., Formoso, C. T., & Cambraia, F. B. (2005). *An Analysis of Construction Safety Best Practices from a Cognitive Systems Engineering Perspective*. *Safety Science, 44*(2), 313–322. https://doi.org/10.1016/j.ssci.2005.01.007

SENACE. (2023). *Guía para la certificación ambiental de inversiones públicas*. https://www.senace.gob.pe

Sun, L., Jiang, Y., & Wang, Z. (2023). *A study of the factors influencing labour productivity in construction* (2022 Vol. XX). SCITEPRESS. https://doi.org/10.5220/0011202880004223

Tommelein, I. D. (1998). *Pull-Driven Scheduling for Pipe-Spool Installation: Simulation of a Lean Construction Technique*. *Journal of Construction Engineering and Management, 124*(4), 279–288. https://doi.org/10.1061/(ASCE)0733-9364(1998)124:4(279)

Valverde, M., & Córdova, L. (2023). *Productividad laboral y metodologías de mejora continua en obras públicas*. Revista Peruana de Construcción, 8(3), 45–61.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Vargas, R. V. (2019). *Gerencia de proyectos: Un enfoque basado en el PMBOK® Guide* (6.ª ed.). Brasport. https://www.ricardo-vargas.com

Zhou, Y., Irizarry, J., & Li, Q. (2016). The impact of worksite layout on construction productivity. *Journal of Construction Engineering and Management,* 142(5), 04015094. https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001046

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

LISTADO DE ABREVIATURAS

- **5S:** Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitsuke (metodología japonesa de orden y limpieza).
- **BIM:** Building Information Modeling (Modelado de Información de la Construcción).
- **CAD:** Computer Aided Design (Diseño Asistido por Computadora).
- **CEPLAN:** Centro Nacional de Planeamiento Estratégico.
- **et al.:** y otros.
- **GORE:** Gobierno Regional.
- **h:m:** horas y minutos.
- **I.E.I.:** Institución Educativa Inicial.
- **INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática.
- **Invierte.pe:** Sistema Nacional de Programación Multianual y Gestión de Inversiones.
- **LEAN:** Lean Construction (Construcción sin desperdicios).
- **MEF:** Ministerio de Economía y Finanzas.
- **MINEDU:** Ministerio de Educación.
- **M.O:** mano de obra
- **OCI:** Órgano de Control Interno**.**
- **of.:** oficial
- **op.:** operario
- **op(EQ):** operario de equipo liviano
- **p.:** peón
- **PESTEL:** Político, Económico, Social, Tecnológico, Ecológico y Legal (análisis estratégico).
- **PMBOK:** Project Management Body of Knowledge (Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos).
- **PMI:** Project Management Institute.

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

- **SENACE:** Servicio Nacional de Certificación Ambiental para las Inversiones Sostenibles.
- **Tp:** Trabajo productivo
- **Tc:** Trabajo contributorio
- **Tnc:** Trabajo no contributorio

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

ANEXOS

Anexo 1

Desagregado de costos Bloque I según ejecución real

Los elementos estructurales del Bloque I se han ejecutado en un total de 28 días, para la aplicación del layout de obra integrado con el método 5S se ha calculado lo siguiente:

1. Personal para la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I.

CARGO	Nº DE PERSONAS	MESES	COSTO MENSUAL	SUB TOTAL
Coordinador de proyecto	1	0.93	5,720.00	5,319.60
Asistente de coordinador	1	0.93	4,000.00	3,720.00
Administrador de obra	1	0.93	3,500.00	3,255.00
Total				**12,294.60**

2. Materiales para la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I.

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
Folder	pqt	8	10.00	80.00
Micas	pqt	4	7.00	28.00
Bandeja Porta Documento	und	4	25.00	100.00
Posit Cuadrado De Colores	pqt	10	8.00	80.00
Archivador De Lomo Ancho Para Formato A-4	und	12	8.50	102.00
Borrador Br40	und	12	1.00	12.00
Cd R	cja	1	60.00	60.00
Cinta Masking X 1/2"	und	12	5.50	66.00
Corrector	und	6	5.00	30.00
Cuter Grande	und	4	8.00	32.00
Engrampador	und	2	25.00	50.00
Fastenerx50 Und	cja	5	6.00	30.00
Files	und	10	0.80	8.00
Lapicero Azul/Negro 060 Faber Castell	cja	4	50.00	200.00
Papel Fotocopia 80 Gr A-4	mll	15	38.00	570.00
Pegamento En Barra	und	10	4.50	45.00
Plumones Delgados Fc 45	und	6	0.50	3.00
Plumon Indeleble Grueso Difer. Colores	und	6	5.00	30.00
Resaltador	und	6	4.50	27.00
Total				**1,553.00**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Servicios para la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I.

DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	MESES	P.U.	SUB TOTAL
Fotocopias	gbl	1.00	0.93	200.00	186.00
Impresión De Planos Y Escaneos	gbl	1.00	0.93	100.00	93.00
Total					**279.00**

4. Resumen del presupuesto para la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I.

DESCRIPCION	COSTO
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - PERSONAL	12,294.60
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - MATERIALES	1,553.00
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - SERVICIOS	279.00
TOTAL DE COSTOS DE APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S	**14,126.60**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 2

Desagregado de costos Bloque I según plazo contractual

Los elementos estructurales del Bloque I según el cronograma de obra se ejecutan en un total de 25 días, para la aplicación del layout de obra integrado con el método 5S se ha calculado lo siguiente:

1. Personal para la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I.

CARGO	Nº DE PERSONAS	MESES	COSTO MENSUAL	SUB TOTAL
Coordinador de proyecto	1	0.83	5,720.00	4,747.60
Asistente de coordinador	1	0.83	4,000.00	3,320.00
Administrador de obra	1	0.83	3,500.00	2,905.00
Total				**10,972.60**

2. Materiales para la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I.

DESCRIPCIÓN	UND.	CANTIDAD	P.U.	SUB TOTAL
Folder	pqt	8	10.00	80.00
Micas	pqt	4	7.00	28.00
Bandeja Porta Documento	und	4	25.00	100.00
Posit Cuadrado De Colores	pqt	10	8.00	80.00
Archivador De Lomo Ancho Para Formato A-4	und	12	8.50	102.00
Borrador Br40	und	12	1.00	12.00
Cd R	cja	1	60.00	60.00
Cinta Masking X 1/2"	und	12	5.50	66.00
Corrector	und	6	5.00	30.00
Cuter Grande	und	4	8.00	32.00
Engrampador	und	2	25.00	50.00
Fastenerx50 Und	cja	5	6.00	30.00
Files	und	10	0.80	8.00
Lapicero Azul/Negro 060 Faber Castell	cja	4	50.00	200.00
Papel Fotocopia 80 Gr A-4	mll	15	38.00	570.00
Pegamento En Barra	und	10	4.50	45.00
Plumones Delgados Fc 45	und	6	0.50	3.00
Plumon Indeleble Grueso Difer. Colores	und	6	5.00	30.00
Resaltador	und	6	4.50	27.00
Total				**1,553.00**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Servicios para la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I.

DESCRIPCIÓN	UND	CANTIDAD	MESES	P.U.	SUB TOTAL
Fotocopias	gbl	1.00	0.83	200.00	166.00
Impresión De Planos Y Escaneos	gbl	1.00	0.83	100.00	83.00
Total					**249.00**

4. Resumen del presupuesto para la aplicación del layout de obra + 5S en la ejecución del Bloque I.

DESCRIPCION	COSTO
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - PERSONAL	10,972.60
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - MATERIALES	1,553.00
COSTO DE LA APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S - SERVICIOS	249.00
TOTAL DE COSTOS DE APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA + 5S	**12,774.60**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

Anexo 3

Análisis de precios unitarios de los elementos estructurales según expediente técnico

1. Columnas:

Partida	02.01.03.03.01	ACERO FY=4200 KG/CM2				Rend:	250.0000 kg/DIA
	Código	*Descripción Insumo*	*Unidad*	*Cuadrilla*	*Cantidad*	*Precio*	*Parcial*
		Mano de Obra					
	47 00002	OPERARIO	hh	1.000	0.0320	27.67	0.89
	47 00003	OFICIAL	hh	1.000	0.0320	21.76	0.70
							1.59
		Materiales					
	02 00149	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	5.20	0.31
	03 00150	ACERO CORRUGADO ASTM A615 - GRADO 60	kg		1.0700	5.70	6.10
	30 00151	DISCO 14"x1/8"x1" PARA CORTE DE ACERO	und		0.0100	17.95	0.18
							6.59
		Equipo					
	29 04170	DOBLADORA DE FIERRO CORRUGADO	hm	0.250	0.0080	5.50	0.04
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.59	0.05
	48 00147	CORTADORA TRONZADORA DE METAL 14" 2200W.	hm	0.250	0.0080	6.00	0.05
	49 00148	AMOLADORA ELECTRICA 4 1/2", 850 WATTS	hm	0.200	0.0064	6.00	0.04
							0.18
						Costo Unitario por kg :	**8.36**

Partida	02.01.03.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA COLUMNAS				Rend:	12.0000 m2/DIA
	Código	*Descripción Insumo*	*Unidad*	*Cuadrilla*	*Cantidad*	*Precio*	*Parcial*
		Mano de Obra					
	47 00002	OPERARIO	hh	1.000	0.6667	27.67	18.45
	47 00003	OFICIAL	hh	1.000	0.6667	21.76	14.51
	47 00065	PEON	hh	2.000	1.3333	19.68	26.24
							59.20
		Materiales					
	02 00135	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.2000	5.20	1.04
	02 00133	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.1000	5.20	0.52
	30 00136	DISCO 7 1/4"x5/8" PARA CORTE DE MADERA	und		0.0125	26.90	0.34
	43 00137	MADERA TORNILLO	p2		5.1600	6.10	31.48
							33.38
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	59.20	1.78
	48 00134	SIERRA CIRCULAR DE 7 1/4"	hm	0.200	0.1333	6.00	0.80
							2.58
						Costo Unitario por m2 :	**95.16**

Partida	02.01.03.03.03	CONCRETO FC=210 KG/CM² EN COLUMNAS				Rend:	10.0000 m3/DIA
	Código	*Descripción Insumo*	*Unidad*	*Cuadrilla*	*Cantidad*	*Precio*	*Parcial*
		Mano de Obra					
	47 00132	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.000	1.6000	27.67	44.27
	47 00002	OPERARIO	hh	2.000	1.6000	27.67	44.27
	47 00003	OFICIAL	hh	2.000	1.6000	21.76	34.82
	47 00065	PEON	hh	10.000	8.0000	19.68	157.44
							280.80
		Materiales					
	01 00129	LUBRICANTES, FILTROS, GRASAS	%EQ		3.0000	24.00	0.72
	05 00141	ARENA GRUESA (PUESTO EN OBRA)	m3		0.4930	80.00	39.44
	05 00142	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4" (PUESTO EN OBRA)	m3		0.6810	80.00	54.48
	21 00139	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		8.7530	29.00	253.84
	34 00127	GASOLINA 90 OCTANOS	gln		0.1000	19.20	1.92
							350.40
		Equipo					
	00 03705	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" (MAQUINA SERVIDA)	hm	1.000	0.8000	6.00	4.80
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	280.80	8.42
	48 00143	WINCHE ELECTRICO 5.0 HP DE DOS BALDES	hm	1.000	0.8000	12.00	9.60
	49 00140	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.000	0.8000	12.00	9.60
							32.42
						Costo Unitario por m3 :	**663.62**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

2. Vigas:

Partida	02.01.03.06.01	ACERO FY=4200 KG/CM2				Rend:	250.0000 kg/DIA
	Código	*Descripción Insumo*	*Unidad*	*Cuadrilla*	*Cantidad*	*Precio*	*Parcial*
		Mano de Obra					
	47 00002	OPERARIO	hh	1.000	0.0320	27.67	0.89
	47 00003	OFICIAL	hh	1.000	0.0320	21.76	0.70
							1.59
		Materiales					
	02 00149	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	5.20	0.31
	03 00150	ACERO CORRUGADO ASTM A615 - GRADO 60	kg		1.0700	5.70	6.10
	30 00151	DISCO 14"x1/8"x1" PARA CORTE DE ACERO	und		0.0100	17.95	0.18
							6.59
		Equipo					
	29 04170	DOBLADORA DE FIERRO CORRUGADO	hm	0.250	0.0080	5.50	0.04
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.59	0.05
	48 00147	CORTADORA TRONZADORA DE METAL 14" 2200W.	hm	0.250	0.0080	6.00	0.05
	49 00148	AMOLADORA ELECTRICA 4 1/2", 850 WATTS	hm	0.200	0.0064	6.00	0.04
							0.18
						Costo Unitario por kg :	**8.36**

Partida	02.01.03.06.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA VIGAS				Rend:	9.0000 m2/DIA
	Código	*Descripción Insumo*	*Unidad*	*Cuadrilla*	*Cantidad*	*Precio*	*Parcial*
		Mano de Obra					
	47 00002	OPERARIO	hh	1.000	0.8889	27.67	24.60
	47 00003	OFICIAL	hh	1.000	0.8889	21.76	19.34
	47 00065	PEON	hh	0.500	0.4444	19.68	8.75
							52.69
		Materiales					
	02 00135	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1500	5.20	0.78
	02 00133	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0850	5.20	0.44
	30 00136	DISCO 7 1/4"x5/8" PARA CORTE DE MADERA	und		0.0025	26.90	0.07
	43 00137	MADERA TORNILLO	p2		6.1700	6.10	37.64
							38.93
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	52.69	1.58
	48 00134	SIERRA CIRCULAR DE 7 1/4"	hm	0.200	0.1778	6.00	1.07
							2.65
						Costo Unitario por m2 :	**94.27**

Partida	02.01.03.06.03	CONCRETO FC=210 KG/CM² PARA VIGAS				Rend:	12.0000 m3/DIA
	Código	*Descripción Insumo*	*Unidad*	*Cuadrilla*	*Cantidad*	*Precio*	*Parcial*
		Mano de Obra					
	47 00132	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.000	1.3333	27.67	36.89
	47 00002	OPERARIO	hh	2.000	1.3333	27.67	36.89
	47 00003	OFICIAL	hh	2.000	1.3333	21.76	29.01
	47 00065	PEON	hh	8.000	5.3333	19.68	104.96
							207.75
		Materiales					
	01 00129	LUBRICANTES, FILTROS, GRASAS	%EQ		3.0000	20.00	0.60
	05 00141	ARENA GRUESA (PUESTO EN OBRA)	m3		0.4930	80.00	39.44
	05 00142	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4" (PUESTO EN OBRA)	m3		0.6810	80.00	54.48
	21 00139	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		8.7530	29.00	253.84
	34 00127	GASOLINA 90 OCTANOS	gln		0.1000	19.20	1.92
							350.28
		Equipo					
	00 03705	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" (MAQUINA SERVIDA)	hm	1.000	0.6667	6.00	4.00
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	207.75	6.23
	48 00143	WINCHE ELECTRICO 5.0 HP DE DOS BALDES	hm	1.000	0.6667	12.00	8.00
	49 00140	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.000	0.6667	12.00	8.00
							26.23
						Costo Unitario por m3 :	**584.26**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

3. Losas:

Partida	02.01.03.08.01	ACERO FY=4200 KG/CM2				Rend:	250.0000 kg/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	OPERARIO	hh	1.000	0.0320	27.67	0.89
	47 00003	OFICIAL	hh	1.000	0.0320	21.76	0.70
							1.59
		Materiales					
	02 00149	ALAMBRE NEGRO N° 16	kg		0.0600	5.20	0.31
	03 00150	ACERO CORRUGADO ASTM A615 - GRADO 60	kg		1.0700	5.70	6.10
	30 00151	DISCO 14"x1/8"x1" PARA CORTE DE ACERO	und		0.0100	17.95	0.18
							6.59
		Equipo					
	29 04170	DOBLADORA DE FIERRO CORRUGADO	hm	0.250	0.0080	5.50	0.04
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	1.59	0.05
	48 00147	CORTADORA TRONZADORA DE METAL 14" 2200W.	hm	0.250	0.0080	6.00	0.05
	49 00148	AMOLADORA ELECTRICA 4 1/2", 850 WATTS	hm	0.200	0.0064	6.00	0.04
							0.18
						Costo Unitario por kg :	**8.36**

Partida	02.01.03.08.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO NORMAL PARA LOSA ALIGERADA				Rend:	9.0000 m2/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00002	OPERARIO	hh	1.000	0.8889	27.67	24.60
	47 00003	OFICIAL	hh	1.000	0.8889	21.76	19.34
	47 00065	PEON	hh	0.500	0.4444	19.68	8.75
							52.69
		Materiales					
	02 00135	ALAMBRE NEGRO N° 8	kg		0.1500	5.20	0.78
	02 00133	CLAVOS CON CABEZA DE 2 1/2", 3", 4"	kg		0.0850	5.20	0.44
	30 00136	DISCO 7 1/4"x5/8" PARA CORTE DE MADERA	und		0.0025	26.90	0.07
	43 00137	MADERA TORNILLO	p2		6.1700	6.10	37.64
							38.93
		Equipo					
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	52.69	1.58
	48 00134	SIERRA CIRCULAR DE 7 1/4"	hm	0.200	0.1778	6.00	1.07
							2.65
						Costo Unitario por m2 :	**94.27**

Partida	02.01.03.08.04	CONCRETO F'C=210 KG/CM² PARA LOSA ALIGERADA				Rend:	24.0000 m3/DIA
	Código	Descripción Insumo	Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio	Parcial
		Mano de Obra					
	47 00132	OPERADOR DE EQUIPO LIVIANO	hh	2.000	0.6667	27.67	18.45
	47 00002	OPERARIO	hh	2.000	0.6667	27.67	18.45
	47 00003	OFICIAL	hh	2.000	0.6667	21.76	14.51
	47 00065	PEON	hh	8.000	2.6667	19.68	52.48
							103.89
		Materiales					
	01 00129	LUBRICANTES, FILTROS, GRASAS	%EQ		3.0000	10.00	0.30
	05 00141	ARENA GRUESA (PUESTO EN OBRA)	m3		0.4930	80.00	39.44
	05 00142	PIEDRA CHANCADA DE 1/2" Y 3/4" (PUESTO EN OBRA)	m3		0.6810	80.00	54.48
	21 00139	CEMENTO PORTLAND TIPO I	bol		8.7530	29.00	253.84
	34 00127	GASOLINA 90 OCTANOS	gln		0.1000	19.20	1.92
							349.98
		Equipo					
	00 03705	VIBRADOR DE CONCRETO 4 HP 2.40" (MAQUINA SERVIDA)	hm	1.000	0.3333	6.00	2.00
	37 00001	HERRAMIENTAS MANUALES	%MO		3.0000	103.89	3.12
	48 00143	WINCHE ELECTRICO 5.0 HP DE DOS BALDES	hm	1.000	0.3333	12.00	4.00
	49 00140	MEZCLADORA CONCRETO TAMBOR 18HP 11P3	hm	1.000	0.3333	12.00	4.00
							13.12
						Costo Unitario por m3 :	**466.99**

Tesis publicada con autorización del autor
No olvide citar esta tesis

RESOLUCIÓN DIRECTORAL ACADÉMICA DE FACULTAD N°100-2025-DAFCA-U. CIENTÍFICA

FACULTAD DE: CIENCIAS AMBIENTALES

Lima 19 de setiembre del 2025

VISTO:

El informe de resolución independiente académico y la eximición del comité de Ética del proyecto de tesis titulado: "APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA INTEGRADO CON EL MÉTODO 5S PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA OBRA REYNA DE LOS ÁNGELES", presentado por:

- Marianne Heivy Vivanco Casaverde
- Alex Remigio Muñoz Arteaga

CONSIDERADO:

Que, de acuerdo al reglamento general de la Universidad Científica del Sur y los reglamentos para obtener el grado académico de Maestro en Gestión de la Construcción se debe desarrollar un trabajo de investigación

Que, de acuerdo normativa vigente de la Universidad Científica del Sur, en uso de las atribuciones conferidas al director académico de carrera

SE RESUELVE:

Aprobar e inscribir el proyecto de tesis titulado: "APLICACIÓN DE LAYOUT DE OBRA INTEGRADO CON EL MÉTODO 5S PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD DE LA MANO DE OBRA EN LOS ELEMENTOS ESTRUCTURALES DE LA OBRA REYNA DE LOS ÁNGELES", con Número de registro: POS-122-2025-00799, y establecer el inicio del periodo de ejecución del mencionado proyecto, con plazo de sustentación 21 DE SETIEMBRE DE 2026 y nombrar al docente CARLOS ROLANDO LEGUA PÉREZ como asesor para el desarrollo de tesis en cuestión.

Regístrese, Comuníquese y archívese



Arq. André Nery
Director Académico
Facultad de Ciencias Ambientales