



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN
CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CREACIÓN DE
SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL, APURÍMAC, 2024

Línea de investigación:
**Desarrollo urbano-rural, catastro, prevención de riesgos, hidráulica y
geotecnia**

Tesis para optar el Título Profesional de Ingeniero Civil

Autor

Pareja Palomino, Nish Henderson

Asesor

Bendezú Romero, Lenin Miguel

ORCID: 0000-0002-4650-260X

Jurado

Benites Zuñiga, Jose Luis

Pomachagua Basualdo, Yuri Arturo

Ariza Flores, Víctor Andre

Lima - Perú

2026

INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN
CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA
CREACIÓN DE SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL,
APURÍMAC, 2024

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	3%	7%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net	3%
	Fuente de Internet	
2	repositorio.unfv.edu.pe	3%
	Fuente de Internet	
3	www.coursehero.com	2%
	Fuente de Internet	
4	Submitted to Universidad Nacional Federico Villarreal	1%
	Trabajo del estudiante	
5	alicia.concytec.gob.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
6	repositorio.ucv.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
7	fdocuments.ec	<1 %
	Fuente de Internet	
8	Submitted to Universidad Andina del Cusco	<1 %
	Trabajo del estudiante	
9	Submitted to Universidad Cesar Vallejo	<1 %
	Trabajo del estudiante	
10	repositorio.continental.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
11	repositorio.upt.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	
12	vsip.info	<1 %
	Fuente de Internet	
13	repositorio.urp.edu.pe	<1 %
	Fuente de Internet	

Submitted to Universidad Privada del Norte



FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION
PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CREACIÓN DE SERVICIO DE
HABITABILIDAD INSTITUCIONAL, APURÍMAC, 2024

Línea de Investigación:

Desarrollo urbano-rural, Catastro, Prevención de Riesgos, Hidráulica y Geotecnia

Tesis para optar por el Título profesional de Ingeniero Civil

Autor

Pareja Palomino, Nish Henderson

Asesor

Bendezú Romero, Lenin Miguel

ORCID: 0000-0002-4650-260X

Jurado

Benites Zuñiga, Jose Luis

Pomachagua Basualdo, Yuri Arturo

Ariza Flores, Víctor Andre

Lima – Perú

2026

Dedicatoria

Este trabajo lo dedico sobre todo a Dios, por darme la vida y permitido llegar hasta este punto de mi formación profesional y por haberme dado salud para lograr mis objetivos

A mis padres que siempre han velado por mi felicidad y educación, que fueron fundamentales para conseguir cada una de mis metas planteadas personal y profesionalmente. Este logro académico es un reflejo del incansable esfuerzo que han invertido para brindarme una educación sólida y de calidad. Su inspiración y palabras de aliento me motivan a continuar alcanzar el éxito y luchar para cumplir con todas mis metas y sueños.

A mis cuatro hermanos, quienes siempre me apoyan incondicionalmente y que fueron parte fundamental para llegar a esta etapa de mi vida.

Agradecimientos

Agradezco profundamente a la Facultad de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Federico Villarreal, por ser el pilar fundamental en mi formación académica y profesional. En esta institución encontré la inspiración, las herramientas y el entorno que me permitieron alcanzar mi meta de ser ingeniero.

Agradezco a mis docentes, quienes me acompañaron a lo largo de este proceso académico, compartiendo no solo sus conocimientos, sino también sus experiencias y valores, los cuales constituyen hoy una parte esencial de mi desarrollo personal y profesional.

ÍNDICE

RESUMEN	viii
ABSTRACT.....	ix
I. INTRODUCCIÓN	1
1.1. Descripción y formulación del problema.....	1
<i>1.1.1. Problema general</i>	2
<i>1.1.2. Problemas específicos</i>	2
1.2. Antecedentes	2
1.3. Objetivos.....	8
<i>1.3.1. Objetivo general</i>	8
<i>1.3.2. Objetivos específicos</i>	8
1.4. Justificación	8
<i>1.4.1. Práctica</i>	8
<i>1.4.2. Social</i>	9
1.5. Hipótesis	9
II. MARCO TEÓRICO.....	11
2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación	11
<i>2.1.1. Origen del Lean Construction</i>	11
<i>2.1.2. Productividad</i>	21
2.2. Definición conceptual	26

III.	MÉTODO	28
3.1.	Tipo de investigación.....	28
3.2.	Ámbito temporal y espacial	29
3.3.	Variables	30
3.4.	Población y muestra.....	33
3.5.	Instrumentos.....	34
3.6.	Procedimientos.....	34
3.7.	Análisis de datos	36
3.8.	Consideraciones éticas.....	36
IV.	RESULTADOS.....	37
4.1.	Descripción del proyecto	37
4.2.	Constructibilidad.....	43
4.3.	Benchmarking.....	53
4.4.	Programación.....	58
V.	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	73
VI.	CONCLUSIONES	76
VII.	RECOMENDACIONES.....	78
VIII.	REFERENCIAS.....	79
IX.	ANEXOS.	95

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables	31
Tabla 2. Ubicación geográfica del proyecto	37
Tabla 3. Especificaciones técnicas generales.....	38
Tabla 4. Zonificación y ambientes.....	39
Tabla 5. Presupuesto general de obra	43
Tabla 6. Metrados de obras provisionales.....	44
Tabla 7. Metrados de estructura.....	45
Tabla 8. Metrados de instalaciones eléctricas.....	47
Tabla 9. Productividad de la mano de obra en general	49
Tabla 10. Productividad de la mano de obra bajo procedimientos tradicionales.....	51
Tabla 11. Productividad de los costos bajo métodos tradicionales.....	52
Tabla 12. ACI-PPC acumulado.....	58
Tabla 13. Causas de incumplimiento acumulado	59
Tabla 14. Indicadores acumulados EVM del proyecto posterior a la implementación	63
Tabla 15. Productividad de la mano de obra en general	67
Tabla 16. Productividad de la mano de obra después de la mejora	69
Tabla 17. Productividad de los costos bajo método posterior a la mejora.....	71

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación del proyecto Centro Poblado Socco	30
Figura 2. Plano general del primer nivel.....	41
Figura 3. Plano general del segundo nivel	42
Figura 4. Porcentajes de los procesos convencionales con relación al TP, TC y TNC	50
Figura 5. Índice de productividad de los costos.....	52
Figura 6. Programación clásica establecida dentro de obra	54
Figura 7. Ruta crítica.....	54
Figura 8. Modelo Benchmarking regido por la metodología Lean Construction	55
Figura 9. Producción y filosofía optimizada.....	56
Figura 10. PPC acumulado	61
Figura 11. Análisis de causas de incumplimiento acumulado	61
Figura 12. Análisis de causas de incumplimiento.....	62
Figura 13. Curva S EVM del proyecto posterior a la implementación.....	65
Figura 14. Productividad después de la implementación con relación al TP, TC y TNC	68
Figura 15. Índice de productividad de los costos.....	72

RESUMEN

El presente estudio se enmarca en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 9: Industria, Innovación e Infraestructura, al promover la innovación en los procesos constructivos mediante la implementación de la metodología Lean Construction. El objetivo general fue determinar la incidencia de dicha metodología en la mejora de la productividad en la creación de un servicio de habitabilidad institucional en el centro poblado Socco, distrito de Tapairihua, provincia de Aymaraes, Apurímac, durante el año 2024. La investigación se respaldó bajo una tipología aplicada, con diseño no experimental, nivel explicativo y enfoque cuantitativo–longitudinal. La muestra estuvo conformada por las partidas críticas de la obra, analizadas a través de observación directa, reportes de avance, cartas balance, Lookahead y Last Planner System. Se evaluaron tres dimensiones de la metodología: constructabilidad, benchmarking y programa Probeco, contrastando sus efectos sobre la productividad de mano de obra, recursos y cronograma. Los resultados mostraron mejoras notables en la reducción de incompatibilidades, la optimización del uso de materiales y la eficiencia del cronograma. Asimismo, se evidenció que la productividad laboral y material se incrementó al aplicar herramientas Lean de manera integral. Se concluye que Lean Construction incidió significativamente en la productividad, recomendándose su aplicación en proyectos municipales para garantizar obras más eficientes, sostenibles y alineadas a las demandas sociales.

Palabras clave: Lean, productividad, construcción, calidad.

ABSTRACT

This study is part of the Sustainable Development Goal (SDG) 9: Industry, Innovation and Infrastructure, by promoting innovation in construction processes through the implementation of the Lean Construction methodology. The general objective was to determine the impact of this methodology on improving productivity in the creation of an institutional habitability service in the Socco populated center, Tapairihua district, Aymaraes province, Apurimac, during the year 2024. The research was of applied type, with non-experimental design, explanatory level and quantitative-longitudinal approach. The exhibition was made up of the critical items of the work, analyzed through direct observation, progress reports, balance cards, Lookahead and Last Planner System. Three dimensions of the methodology were evaluated: constructability, benchmarking and Probeco program, contrasting their effects on labor productivity, resources and schedule. The results showed remarkable improvements in the reduction of incompatibilities, the optimization of the use of materials and the efficiency of the schedule. Likewise, it was evidenced that labor and material productivity increased by applying Lean tools in an integral way. It is concluded that Lean Construction had a significant impact on productivity, recommending its application in municipal projects to ensure more efficient, sustainable and aligned to social demands works.

Keywords: Lean, productivity, construction, quality

I. INTRODUCCIÓN

1.1. Descripción y formulación del problema

La industria de la construcción enfrenta un crecimiento lento en la productividad de la mano de obra. Según Barbosa et al. (2017), mientras la economía mundial y el sector manufacturero crecieron a tasas del 2.8% y 3.6%, respectivamente, la productividad en la construcción incrementó apenas un 1% en los últimos 20 años. Esto evidencia una resistencia al cambio en los procesos y una limitada adopción de nuevas metodologías como Lean Construction, que podrían optimizar recursos y tiempos, mejorando significativamente la eficiencia del sector.

En América Latina, conceptos clave de Lean Construction, como la constructabilidad, son poco conocidos y aplicados. Ardila (2018) identifica que, en Bogotá, por ejemplo, el término constructabilidad es familiar solo para unos pocos, lo que repercute en la ausencia de mejoras en las distintas fases de los proyectos. Esta falta de conocimiento genera una pérdida significativa en la productividad, especialmente en la fase de ejecución, donde los procesos podrían ser optimizados mediante estrategias que fomenten la eficiencia y la calidad del trabajo.

En el Perú, la baja productividad en la construcción se relaciona con la persistencia de métodos tradicionales y la falta de sistemas de control modernos. Vargas (2017) señala que, aunque existe predisposición hacia la mejora, el uso de herramientas convencionales para la planificación y control de obras perpetúa deficiencias en la productividad. Esto limita la competitividad de las empresas constructoras y restringe su capacidad para satisfacer demandas crecientes en infraestructura y habitabilidad.

En el Centro Poblado de Socco, Apurímac, la productividad de la mano de obra en proyectos de habitabilidad institucional refleja deficiencias similares a las observadas a nivel

nacional. Según observaciones realizadas en obras locales, el bajo rendimiento laboral y la falta de aplicación de metodologías modernas, como Lean Construction, generan pérdidas económicas significativas. Estas deficiencias no solo afectan a las empresas constructoras, sino también al bienestar de la comunidad, al retrasar la disponibilidad de servicios administrativos y habitacionales esenciales para el desarrollo local. De continuar esta situación, se incrementará el riesgo de desempleo y la insatisfacción de las necesidades básicas de los pobladores.

1.1.1. Problema general

¿Cuál es la incidencia de la aplicación de la metodología Lean construction en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024?

1.1.2. Problemas específicos

- ¿Cuál es la incidencia de la constructabilidad en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024?
- ¿Cuál es la incidencia del benchmarking en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024?
- ¿Cuál es la incidencia de un programa probeco en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024?

1.2. Antecedentes

1.2.1. Antecedentes internacionales

Zambrano et al. (2020), en su estudio, el objetivo de la presente investigación fue describir y analizar el estado actual de la implementación de la metodología Lean Construction en el país, reconociendo su importancia como estrategia moderna de gestión que permite optimizar tiempos, reducir desperdicios y mejorar la productividad en los proyectos constructivos. Para cumplir con este propósito, se llevó a cabo una revisión documental exhaustiva de fuentes académicas y casos prácticos relacionados con la aplicación de esta

metodología en diferentes regiones de Colombia. Los resultados permitieron identificar una incorporación progresiva de Lean Construction, con énfasis en prácticas como la planificación colaborativa y la mejora continua, aunque también se evidenciaron limitaciones vinculadas a la falta de capacitación y a barreras culturales en las organizaciones. Se concluye que esta metodología representa una alternativa eficaz para fortalecer la competitividad del sector construcción colombiano, siempre que se superen los retos asociados a su implementación.

Gómez (2022), en su estudio, tuvo por objetivo diseñar y aplicar una guía estratégica específica para la implementación de Lean Construction en dicho proyecto, asegurando su adaptabilidad, escalabilidad y sostenibilidad en futuras construcciones. La metodología consistió en desarrollar un plan piloto basado en la guía elaborada, aplicando herramientas clave como el sistema Last Planner (incluyendo Lookahead y Pull Planning), análisis de restricciones, causa raíz, metodología Just-in-Time e indicadores SMART. Los resultados reflejaron una mejora del 10% en el indicador PPC (Porcentaje de Plan Completado), una reducción de atrasos entre el 1% y 14% en diversas áreas, y un 90% de aceptación del enfoque Lean. Se concluye que la aplicación estructurada de esta filosofía genera beneficios tangibles en integración, productividad y colaboración, promoviendo una cultura de mejora continua dentro del proyecto.

Sánchez (2022), en su estudio, tuvo por objetivo realizar un análisis comparativo entre el sistema industrializado convencional y la metodología Lean Construction, utilizando como caso de estudio la empresa Constructora Kuman. Para ello, se evaluaron herramientas asociadas a la gestión de operaciones y a la mejora de la productividad. La metodología se basó en un enfoque analítico que permitió contrastar ambos sistemas en términos de eficiencia y resultados operativos. Los hallazgos mostraron que Lean Construction proporciona mayor control sobre los procesos, mejora la coordinación entre áreas y permite una ejecución más eficiente en

tiempo y costo. Se concluye que la adopción de Lean Construction representa una alternativa viable para modernizar y optimizar la gestión de proyectos constructivos en el país.

Finalmente, Reyes (2020), en su estudio, Con el objetivo de asegurar la continuidad de sus operaciones, la Corporación Nacional del Cobre de Chile (Codelco) ha impulsado diversos proyectos de construcción minera gestionados por su Vicepresidencia de Proyectos (VP). Esta investigación tuvo como propósito generar valor institucional mediante la recopilación, análisis y digitalización de datos relacionados con la productividad y la gestión de las Causas de No Cumplimiento (CNC) en tres proyectos emblemáticos: Mina Chuquicamata Subterránea, Andes Norte y Talabre Etapa VIII. La metodología consistió en el análisis de eventos históricos y lecciones aprendidas, enfocándose en identificar patrones comunes y proponer acciones preventivas. Los resultados revelaron que las CNC se originan en deficiencias como la baja confiabilidad de datos, comunicación ineficiente, falta de estandarización y planificación fragmentada. Se concluye que la implementación de medidas derivadas de eventos de mejora, orientadas a fortalecer la disciplina operacional, podría prevenir hasta el 75% de las CNC en futuros contratos. La información se integró en una plataforma digital que facilita la gestión del conocimiento para toda la VP.

1.2.2. Antecedentes nacionales

Gilacopa y Colque (2020), en su estudio titulado “Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad de las obras de edificaciones en la ciudad de Tacna”. determinaron la influencia de la filosofía Lean Construction en la mejora de la productividad en obras de edificación en la ciudad de Tacna, proponiendo además sugerencias para optimizar la gestión constructiva y la productividad laboral. Bajo un enfoque cuantitativo, de nivel descriptivo y diseño no experimental-transversal, se trabajó con una muestra no probabilística de seis actividades constructivas seleccionadas mediante criterios objetivos y

consultas a expertos. La recolección de datos se realizó mediante muestreo del trabajo, con diez sesiones de muestreo y un promedio de 397 observaciones, aplicando herramientas Lean Construction como el Nivel General de Actividad (NGA) y la Carta de Balance. Los resultados mostraron una productividad laboral promedio de 30,10% en trabajos productivos, 45,07% en contributivos y 24,83% en no contributivos, concluyendo que el uso de Lean Construction impulsa la optimización de la mano de obra y la gestión de proyectos constructivos.

Miranda et al. (2020) en su tesis titulado “evaluación de la eficacia de la aplicación de last planner system en un proyecto de construcción en la etapa de acabados - arquitectura en Perú en el año de 2019”. Establecieron que, en el contexto de una ciudad en crecimiento demográfico y económico, donde la demanda de proyectos inmobiliarios multifamiliares de mediana envergadura es alta, se implementó el Last Planner System (LPS) para reducir tiempos de ejecución. Este estudio analizó y aplicó dicha metodología en un proyecto de edificación de cinco pisos, centrándose en partidas de acabados durante un periodo de cinco semanas. La planificación incluyó la división en tres sectores, la elaboración de un Plan Intermedio (Look Ahead Planning) y un Plan Semanal. A diferencia de estudios previos, como el de Miranda Casanova (2012), este trabajo destaca la eficacia del LPS en proyectos medianos, logrando un porcentaje de eficacia del 76 % en la ejecución de partidas de arquitectura, concluyendo que esta metodología es eficiente para optimizar tiempos en obras de características similares.

Díaz et al. (2019), en su artículo científico “Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil”. Establecen que, la creciente competitividad en el sector de la construcción civil, junto con las altas exigencias de los clientes, ha impulsado a las empresas a optimizar sus procesos de producción para cumplir con los plazos y estándares de calidad. Este estudio se centró en analizar la integración del sistema de gestión de calidad (SIG) y el sistema de planificación y control de producción Last Planner System (LPS) en una obra colombiana. A través de la recopilación de datos sobre

su implementación e integración, así como entrevistas a ingenieros responsables, se identificaron ventajas y desventajas del proceso. Los resultados del caso de estudio evidenciaron que la combinación de SIG y LPS mejora significativamente la calidad, reduce tiempos y optimiza costos en los proyectos de construcción.

Rojas (2023), en su tesis titulada “Aplicación de conceptos Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco, 2021”. Aplicaron los conceptos de Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco en 2021. Con un enfoque cuantitativo, nivel explicativo y diseño no experimental, se realizó una encuesta para estudiar la constructabilidad y se recopilaron datos longitudinales en campo para implementar el concepto de Benchmarking. La población incluyó a trabajadores en partidas estructurales de edificios de 8 a 10 pisos con sistema estructural dual. Los resultados destacaron que el uso del Informe Semanal de Producción (ISP) permitió mejorar rendimientos en actividades como el Apuntalamiento de Prelosas y la instalación de previgas, mientras que el Nivel General de Actividades (NGA) mostró un incremento del 11.75% en trabajos productivos (TP) y una reducción del 15.75% en trabajos no contributivos (TNC). Además, se diseñó un programa que integra Benchmarking y Constructabilidad desde la fase de concepción hasta la construcción, concluyendo que estas herramientas tienen un impacto significativo en la mejora de la productividad y permiten registrar una ganancia total de 2,634.66 HH's.

Jiménez y Zuñiga (2024) en su tesis titulada “Influencia en la aplicación de la Metodología Lean Construction en obras de construcción”. Analizaron la viabilidad de su aplicación en proyectos de construcción. Se utilizó una metodología que incluyó la búsqueda exhaustiva de 38 artículos publicados entre 2019 y 2023 en bases de datos como Scopus, ScienceDirect, EBSCO y SciELO. Los resultados recopilados fueron organizados y analizados en una hoja de cálculo para su redacción final. Los hallazgos destacan que la aplicación de

Lean Construction garantiza la sostenibilidad, transparencia y una adecuada planificación, diseño, ejecución y control de los proyectos, asegurando el cumplimiento de las metas propuestas por los contratistas.

Chinchay (2023) en su tesis titulada “Aplicación De La Metodología Lean Construction Para Mejorar La Productividad En Obra De Pavimentación Urbana, Cajamarca 2020”. Tuvo por objetivo, aplicar la metodología Lean Construction para mejorar la productividad en la obra de pavimentación urbana, Cajamarca. El desarrollo de esta investigación se basó en las partidas que conformaban el proyecto de “Construcción de calzada, vereda, rampa y muro de contención en el barrio San Pedro del distrito de San Miguel, provincia De San Miguel, departamento De Cajamarca”, con la muestra de los trabajos realizados en el proyecto, cuyas técnicas de recolección de datos fue por análisis documentarios y la observación directa, es importante tener la información bibliográfica para un buen entendimiento del desarrollo en la investigación, y poder desarrollar formatos para la obtención de datos y estas ser procesadas con la ayuda de los software Microsoft Excel, Ms Project y AutoCAD, ya que estos resultados en sus inicios mostraba falencias en la productividad con porcentajes físicos de avance de 29.38% y debían llegar a un avance físico de 86.21%. Con la implementación de la metodología Lean Construction los resultados posteriores fueron positivos, ya que se logró cumplir con la meta de no caer en atraso en su entrega del proyecto. Por lo que se concluye, que la implementación de la metodología Lean Construction mediante sus herramientas: Visual Management, Last Planner System, Value Stream Mapping, gestión de proyectos; generan impactos positivos en la productividad y por lo tanto en los avances, además se recomienda aplicar a BIM como una herramienta para controlar con mayor eficiencia las partidas que se programarían, así como la medición de los trabajos con la carta balance y la formación o capacitación al personal clave sobre Lean Construction”.

1.3. Objetivos

1.3.1. *Objetivo general*

Determinar la incidencia de la aplicación de la metodología Lean Construction en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.

1.3.2. *Objetivos específicos*

- Determinar la incidencia de la constructabilidad en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.
- Determinar la incidencia del benchmarking en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.
- Determinar la incidencia de un programa probeco en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.

1.4. Justificación

1.4.1. *Práctica*

Desde el plano práctico, la presente investigación se realiza con el propósito de mejorar la productividad en la creación de servicios de habitabilidad institucional mediante la aplicación de la metodología Lean Construction. Esta metodología permite optimizar el uso de recursos, reducir los tiempos de ejecución y minimizar los desperdicios en los proyectos de infraestructura pública. Se desarrolla porque en la gestión municipal aún se evidencian falencias en la planificación y ejecución de obras, lo que genera demoras, sobrecostos y baja eficiencia operativa. La aplicación de Lean Construction responde a estas problemáticas al ofrecer herramientas concretas como el Last Planner System y el análisis de flujos de trabajo, que permiten tener un mayor control de las actividades constructivas. Esta mejora en la gestión beneficia directamente a las municipalidades y entidades públicas encargadas de ejecutar obras,

ya que les permite desarrollar proyectos con mayor eficiencia, cumpliendo los plazos establecidos y reduciendo los costos operativos. Además, favorece a los trabajadores y usuarios de dichas infraestructuras, quienes acceden a espacios más funcionales y adecuados.

1.4.2. Social

Desde el enfoque social, el estudio busca contribuir a la mejora de las condiciones de habitabilidad institucional en beneficio de la comunidad. Se realiza porque la infraestructura pública cumple un rol fundamental en la prestación de servicios esenciales a la ciudadanía, y su calidad impacta directamente en el bienestar de las personas. Mediante la optimización de los procesos constructivos con Lean Construction, se puede atender con mayor rapidez y eficacia las demandas de la población, especialmente en regiones como Apurímac, donde se requiere fortalecer la capacidad del Estado para brindar servicios dignos y eficientes. Esta mejora beneficia a la población usuaria, al permitirle acceder a servicios en ambientes adecuados y con mejores condiciones de atención. Asimismo, promueve un uso más responsable de los recursos públicos, lo que refuerza la transparencia y fortalece la confianza de la ciudadanía en la gestión municipal.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis general

La aplicación de la metodología Lean Construction incide significativamente en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.

1.5.2. Hipótesis específicas

- La constructabilidad incide significativamente en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.

- El benchmarking incide significativamente en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.
- El programa Probeco incide significativamente en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Bases teóricas sobre el tema de investigación

2.1.1. *Origen del Lean Construction*

El término "Lean Construction" se estableció en la primera reunión de LCI en 1993 para describir la producción sin residuos a lo largo de la ejecución de proyectos de construcción (Zambrano et al., 2019). El apoyo inicial provino del sistema de producción de Toyota, que se utiliza para evitar pérdidas y añadir valor sistemáticamente al proceso de fabricación. Y, a su vez, se basa en el sistema fordista de producción en masa establecido a principios del siglo XX (Zambrano et al., 2014).

A. Principios de la filosofía Lean Construction. La filosofía Lean Construction se sustenta en una concepción integral de la optimización productiva, entendida como un proceso continuo que busca eliminar actividades sin valor, estabilizar los flujos de trabajo y maximizar el rendimiento global del proyecto. En esta línea, Pérez et al. (2019) señalan que los principios del enfoque Lean orientan la gestión hacia la reducción sistemática de actividades que no aportan valor al usuario final, al mismo tiempo que promueven un análisis detallado de las necesidades del cliente para aumentar el valor percibido del producto o servicio. Esta mirada implica intervenir en la inestabilidad del sistema, ya que fluctuaciones en materiales, mano de obra o planificación incrementan la variabilidad y afectan el flujo continuo de las operaciones.

Desde esta concepción, Lean Construction enfatiza la importancia de acortar la duración de los ciclos de producción para generar ritmos de trabajo más predecibles y eficientes. Asimismo, propone la reducción de pasos, partes o relaciones innecesarias dentro del proceso constructivo, entendiendo que cada interacción adicional eleva el riesgo de retrasos, pérdidas o errores. La flexibilidad también se convierte en un pilar relevante, pues permite adaptar la salida del sistema ante cambios del entorno sin comprometer la productividad. De acuerdo con Koskela y Howell (2021), esta adaptabilidad es clave para

enfrentar la complejidad creciente de los proyectos contemporáneos, donde los equipos requieren responder con rapidez a variaciones técnicas o logísticas.

Los principios Lean también resaltan la necesidad de intensificar la claridad de los procesos, de modo que cada fase sea comprensible, visible y trazable, lo que facilita el control operativo y la toma de decisiones basada en datos. Este control no se ejerce únicamente sobre partes aisladas, sino sobre la totalidad del flujo productivo, reconociendo que la eficiencia depende del equilibrio entre flujos continuos y conversiones adecuadamente gestionadas. En este sentido, Alarcón et al. (2022) explican que el control integral del proceso evita cuellos de botella y permite alinear a todos los actores del proyecto con los objetivos de productividad.

La filosofía añade, además, el compromiso permanente con la mejora continua como motor de la transformación organizacional. Esta búsqueda constante de perfeccionamiento se apoya en el análisis sistemático de los flujos, en la evaluación comparativa con buenas prácticas del sector (benchmarking) y en la utilización de diagramas que representen el comportamiento real del proceso productivo, permitiendo identificar oportunidades de optimización. Como señalan Viana et al. (2023), estas herramientas favorecen una cultura colaborativa donde los equipos se involucran activamente en detectar fallas, compartir aprendizajes y proponer soluciones sostenibles para elevar la productividad en obra.

En conjunto, los principios de Lean Construction planteados por Pérez et al. (2019) y reafirmados por investigaciones recientes posicionan a esta filosofía como un enfoque estratégico para intervenir los procesos constructivos, especialmente en proyectos de infraestructura pública que requieren altos estándares de eficiencia, trazabilidad y uso responsable de recursos. Su aplicación permite reducir pérdidas, estabilizar el flujo productivo y promover una gestión orientada al valor, contribuyendo de manera directa al incremento de la productividad en servicios de habitabilidad institucional.

B. Modelos de la filosofía Lean. Dentro de los modelos operativos que han consolidado la filosofía Lean Construction, el Last Planner System (LPS) destaca como un instrumento clave para transformar la planificación tradicional en un proceso colaborativo y confiable orientado al flujo continuo. Este sistema, también denominado El último planificador, propone cuestionar los métodos convencionales de programación y orientarlos hacia la obtención de compromisos realistas y alcanzables por parte de quienes ejecutan las actividades. Desde esta perspectiva, Daz et al. (2019) explican que el LPS se estructura a partir de distintas escalas de planificación (general, semanal y diaria) complementadas con un análisis sistemático de restricciones que permiten identificar los factores que impiden el cumplimiento de los objetivos de producción. Su aplicación favorece la estabilidad del flujo de trabajo, incrementa la eficiencia de la mano de obra y contribuye al control de costos vinculados con el desempeño operativo, elementos que impactan de manera directa en la productividad del proyecto.

En coherencia con ese planteamiento, Hoyos y Botero (2018) destacan que el LPS fortalece la fiabilidad del sistema productivo al promover una cultura de coordinación entre los equipos, sustentada en la comunicación constante, la toma de decisiones informada y la revisión continua de las restricciones que afectan el avance programado. Sobre esa base, Cortés et al. (2020) señalan que la eficacia del LPS descansa en un conjunto de pilares estratégicos que orientan su funcionamiento. Estos pilares enfatizan la centralidad del planificador como agente decisor dentro del proceso, la necesidad de asegurar un flujo de actividades estable mediante reuniones de coordinación periódicas, y la importancia de visualizar el rendimiento real a través de indicadores como el Porcentaje de Plan Completado (PPC). Este último constituye una herramienta esencial para reconocer patrones de cumplimiento, evaluar la confiabilidad de los compromisos asumidos y retroalimentar la toma de decisiones en los siguientes ciclos de planificación.

Los principios del LPS también subrayan la importancia de compartir la información con todas las partes interesadas, promoviendo transparencia en el proceso constructivo y un alineamiento efectivo entre los distintos equipos. Investigaciones recientes, como la de Hamzeh et al. (2022), corroboran que la visibilidad colectiva de los datos operativos mejora la capacidad de respuesta ante desviaciones y fortalece la corresponsabilidad en la ejecución de los planes. Del mismo modo, la mejora continua se configura como el eje transversal del sistema, pues el aprendizaje derivado del análisis de causas de incumplimiento permite ajustar métodos, optimizar secuencias y perfeccionar la colaboración. Este enfoque iterativo ha sido reafirmado por Daniel y Pasquire (2023), quienes sostienen que el LPS no solo incrementa la confiabilidad operativa, sino que transforma la cultura organizacional hacia una más reflexiva, participativa y orientada a resultados.

En conjunto, el modelo Last Planner System se presenta como un marco estratégico de gestión que incrementa la predictibilidad y productividad de los proyectos mediante la toma de decisiones cercana a la ejecución, la visualización permanente del avance y la mejora continua basada en datos reales. Su integración dentro de la filosofía Lean Construction refuerza la capacidad del equipo para alcanzar metas de desempeño en proyectos complejos, como la creación de servicios de habitabilidad institucional, donde la coordinación y la estabilidad del flujo adquieren un papel determinante.

C. LookAhead Planning. El LookAhead Planning constituye un componente esencial dentro de los modelos operativos del Last Planner System, ya que permite anticipar escenarios productivos y asegurar la continuidad del flujo de trabajo en etapas de planificación de corto y mediano plazo. Según Alarcón et al. (2018), esta herramienta organiza información que resulta particularmente útil para la asignación de tareas dentro de una planificación intermedia, actuando como un puente entre el plan maestro y la programación semanal. Su horizonte temporal suele abarcar entre cuatro y seis semanas, lo que proporciona una visión

suficiente para identificar restricciones, coordinar actividades y ajustar la disponibilidad de recursos antes de que se conviertan en obstáculos críticos para el avance del proyecto. De acuerdo con Daz et al. (2017), esta característica convierte al Look Ahead en un mecanismo confiable, dado que su diseño permite anticipar fallas potenciales y transformar los compromisos de producción en flujos de trabajo más estables y predecibles.

En este enfoque, el Look Ahead Planning promueve que las tareas planificadas se conviertan en actividades productivas mediante una revisión constante de sus requisitos, secuencias y dependencias. A través de este proceso es posible controlar la salida del flujo de trabajo y adecuarla a las necesidades reales del proyecto, lo que implica descomponer el plan director en componentes manejables que faciliten su gestión operativa. Esta lógica de desglose contribuye a establecer procedimientos claros para la ejecución de tareas, garantizando que las actividades cuenten con los recursos, condiciones y autorizaciones necesarias antes de su programación definitiva. La incorporación sistemática de datos operativos permite también hacer un seguimiento en tiempo real del avance, contrastando las tareas completadas con los plazos principales y generando información actualizada que facilita la toma de decisiones.

Investigaciones recientes, como las de Seppänen et al. (2022) y Reyes-López et al. (2023), han demostrado que el Look Ahead Planning incrementa significativamente la confiabilidad del sistema productivo al reducir la variabilidad y mejorar la coordinación entre los equipos de trabajo. Su aplicación favorece la detección temprana de restricciones, fortalece el análisis del flujo y consolida un ambiente de colaboración continua entre las partes involucradas. De este modo, el Look Ahead se integra como un proceso transversal en la planificación y supervisión del Last Planner System, asegurando que los compromisos semanales se formulen sobre bases realistas y que el proyecto avance de manera consistente hacia sus hitos principales.

D. Método de trenes de trabajo. El método de trenes de trabajo se ha consolidado como una de las estrategias más eficientes para organizar procesos constructivos que requieren una secuencia lineal y estable. Según Figueroa et al. (2017), este enfoque surgió como una alternativa para programar actividades en serie, especialmente en contextos donde la continuidad del flujo productivo es indispensable. Su fundamento se relaciona con los principios de la Teoría de las Restricciones de Eliyahu Goldratt, la cual sostiene que toda organización opera bajo límites de capacidad y, por tanto, debe producir únicamente lo que sus recursos pueden manejar en un momento determinado. En esa lógica, González y Estrada (2015) explican que el método desagrega los paquetes entregables en tareas individuales cuya secuencia permite generar pequeños lotes de producción, lo que facilita la identificación del ritmo y la capacidad real de cada eslabón del proceso.

Este planteamiento se complementa con las bases conceptuales de Lean Construction, pues ambos enfoques priorizan la optimización del flujo, la reducción de variabilidad y el aprovechamiento máximo de los recursos disponibles. Investigaciones recientes, como las de Aparicio et al. (2023), afirman que la integración entre Lean y la Teoría de las Restricciones fortalece la capacidad de los equipos para reducir desperdicios y coordinar actividades de forma más sincronizada. En ese marco, la secuencia lógica de los acontecimientos adquiere un rol esencial, ya que determina el orden adecuado de ejecución de las tareas en función de sus dependencias, los tiempos de procesamiento y los recursos disponibles. Tal como señalan Alcaide y Ruiz (2021), estas dependencias deben resolverse mediante una adecuada asignación de recursos y tiempos de espera técnicos para evitar interrupciones del flujo.

La característica central del método es que opera bajo un principio de continuidad absoluta: la detención de una actividad repercute inmediatamente en las demás, afectando al conjunto del sistema productivo. Esto implica que garantizar el flujo de trabajo no solo es una condición operativa, sino también una estrategia para asegurar que el proyecto avance dentro

de los plazos previstos. De acuerdo con Michalski et al. (2022) y Castaño et al. (2020), esta continuidad permite alcanzar niveles superiores de eficiencia y productividad, siempre que se mantenga un nivel aceptable de riesgo y una variabilidad mínima en las operaciones. Por ello, la metodología resulta especialmente ventajosa en proyectos donde las tareas pueden dividirse en partes equivalentes, dando lugar a un sistema equilibrado y con una producción constante. En esta línea, Osunsammi et al. (2019) muestran que su aplicación es particularmente eficaz en actividades rutinarias como construcción repetitiva, instalaciones eléctricas o mantenimiento de redes de agua, donde la estandarización de los procesos es un factor determinante.

Otro aporte relevante de este enfoque es que impulsa la configuración de estaciones de trabajo con capacidades equivalentes y demandas similares, lo que evita la formación de cuellos de botella y mantiene la coherencia en el avance diario del proyecto. Estudios recientes como el de Sacks et al. (2022) demuestran que esta uniformidad no solo mejora la predictibilidad del sistema, sino que también potencia la curva de aprendizaje de los equipos al repetir tareas similares bajo condiciones controladas. Asimismo, la metodología requiere sectorizar el área de intervención, identificar las actividades necesarias, ordenarlas secuencialmente y dimensionar los recursos de manera precisa, a fin de construir un flujo continuo y equilibrado que facilite el control operativo.

Entre las principales ventajas del método destacan su simplicidad para el seguimiento, la mejora de la productividad y el fortalecimiento de la especialización de los equipos, favoreciendo entornos de trabajo más eficientes y consistentes. Sin embargo, diversos autores advierten que su mayor limitación radica en que todas las actividades se consideran rutas críticas; por tanto, la interrupción de una sola tarea vuelve ineficiente todo el sistema. Esta condición, señalada también por Thomas et al. (2023), exige un control riguroso para asegurar que cada eslabón cumpla con su rol dentro del tiempo y capacidad definidos.

E. Teoría de restricciones. La Teoría de las Restricciones (TOC) constituye un enfoque sistémico que permite comprender cómo los distintos procesos de una organización se encuentran interconectados y cómo determinadas actividades pueden limitar el desempeño global del sistema. Según García et al. (2016), esta teoría concibe la operación como un conjunto complejo de eventos que dependen unos de otros y cuyo flujo puede verse afectado por diferentes tipos de impedimentos. Entre ellos destacan las restricciones físicas, vinculadas a recursos tangibles como maquinaria, infraestructura o disponibilidad de personal; las restricciones políticas, asociadas a reglas, normas o decisiones administrativas que limitan el rendimiento; y las restricciones de mercado, que surgen cuando la demanda restringe la capacidad productiva de la organización. Reconocer la naturaleza de estas limitaciones resulta esencial para mejorar el flujo de actividades y orientar los esfuerzos hacia la optimización de los recursos disponibles.

El marco conceptual de la TOC fue desarrollado por el físico israelí Eliyahu M. Goldratt, quien en su obra *La Meta* planteó una metodología de mejora continua basada en la identificación y gestión de cuellos de botella. Este enfoque propone localizar la restricción principal del sistema, explotarla de manera que se utilice al máximo su capacidad, y subordinar el resto de procesos a esta, buscando mantener un flujo estable alrededor de la limitación identificada. Una vez optimizada, es fundamental elevar su capacidad para superar la restricción y, finalmente, reiniciar el ciclo cuando ésta migra hacia otra parte del proceso. Investigaciones recientes, como las de Gupta y Boyd (2021) y Rahman et al. (2023), destacan que este enfoque iterativo permite crear un sistema de aprendizaje organizacional capaz de adaptarse a la variabilidad del entorno y sostener mejoras significativas en productividad.

La aplicación de la Teoría de las Restricciones se ha extendido más allá de su origen en los procesos de manufactura, alcanzando campos como la gestión de proyectos, la logística, los servicios y la construcción. En el ámbito constructivo, la TOC ha demostrado ser una

herramienta eficaz para gestionar la variabilidad, mejorar la programación y garantizar que las actividades fluyan sin interrupciones significativas. Estudios como el de Long, González y Kim (2022) evidencian que la combinación de TOC con metodologías Lean potencia la capacidad de detectar desperdicios y de priorizar recursos en aquellos puntos donde su impacto es mayor para el sistema. Asimismo, su incorporación en entornos comerciales y de servicios ha permitido optimizar tiempos de respuesta, incrementar la satisfacción del cliente y mejorar el rendimiento financiero, especialmente cuando se integra con herramientas de simulación, técnicas de planificación avanzada y análisis de capacidad.

En síntesis, la Teoría de las Restricciones ofrece una perspectiva estratégica para comprender las limitaciones sistémicas y orientar esfuerzos de mejora continua. Su énfasis en la identificación de cuellos de botella, la asignación eficiente de recursos y el control del flujo la convierten en una herramienta valiosa para proyectos de construcción, manufactura y logística, donde la productividad depende del equilibrio y la coherencia entre todos los procesos que componen la operación.

F. Sistema Last Planner. En los proyectos de ingeniería, un buen sistema de control garantizará que todas las tareas necesarias se completen a tiempo y que todos los recursos disponibles se gestionen eficazmente. La idea fundamental que subyace es aumentar las tasas de finalización de las actividades de construcción disminuyendo la incertidumbre relacionada con la planificación. Para ilustrar este principio, recordaremos tres escenarios habituales de proyectos de construcción (Daz et al., 2019).

En la Etapa 1 se establecen los plazos y los recursos disponibles para las actividades, o lo que "debe hacerse". No obstante, a medida que avanza el proyecto, resulta más difícil llevar a cabo el plan inicial y empiezan a surgir alternativas. La situación empieza a parecer algo que

se hará en ese momento. Por fin, el plan inicial se ha ajustado hasta el punto de que puede decirse que "se puede" ejecutar la actividad de una manera distinta a la prevista en un principio.

Por lo tanto, visto lo visto, hay que tomar medidas que permitan controlar mejor la ejecución del primer plan. Sin embargo, sigue existiendo una brecha entre "se puede hacer" y "se hará" en lo que respecta a la ejecución de algunas actividades de construcción.

La mayoría de los proyectos avanzan de la fase de planificación a la de ejecución como se representa en la figura, pero este desarrollo solo tiene en cuenta lo que "se debe" y lo que "se hará", sin considerar si "se puede" o no (Miranda y Torobisco, 2019).

G. Productividad y rendimiento. La productividad y el rendimiento son conceptos clave en cualquier ámbito laboral, especialmente en sectores como la construcción, donde la eficiencia de los recursos y el cumplimiento de los plazos son determinantes para el éxito de los proyectos (Hwang et al., 2021). La productividad se refiere a la relación entre los insumos utilizados y los resultados obtenidos, midiendo qué tan eficientemente se transforman los recursos en productos o servicios (Ghosh y Sweis, 2023). Por otro lado, el rendimiento está más ligado al desempeño específico de actividades, evaluando la eficacia con la que se realizan las tareas asignadas dentro de un contexto determinado (Yi y Chan, 2020).

En la industria de la construcción, la productividad y el rendimiento son indicadores esenciales que no solo afectan los costos y la calidad de los proyectos, sino también la sostenibilidad y competitividad de las empresas (Alsulami et al., 2022). Un bajo nivel de productividad implica un desperdicio significativo de recursos, mientras que un rendimiento insuficiente en actividades críticas puede provocar retrasos y sobrecostos que afectan la viabilidad del proyecto (Cheng et al., 2021). Por esta razón, el análisis y mejora de estos indicadores es una prioridad para los responsables de la gestión constructiva.

Metodologías modernas como Lean Construction han surgido como soluciones efectivas para abordar estos desafíos, proporcionando herramientas específicas para identificar cuellos de botella, optimizar flujos de trabajo y reducir actividades no productivas (Sacks et al., 2020). Estas estrategias permiten no solo incrementar la productividad global del proyecto, sino también mejorar el rendimiento de cada etapa, asegurando que los equipos de trabajo operen de manera coordinada y eficiente. El enfoque en procesos como el Last Planner System y la constructabilidad ha demostrado ser particularmente útil para maximizar el potencial de los recursos humanos y materiales (Hamzeh et al., 2022).

2.1.2. Productividad

Se consigue mediante el manejo eficiente del recurso humano para que ejecute trabajos constructivos, está relacionada con la experiencia y los rendimientos del trabajador. Jiménez (2019). De acuerdo con Ghio (2001), la productividad se define como el resultado de la división de la producción y los recursos utilizados para conseguir la producción mencionada. Se establece la siguiente ecuación:

$$productividad = \frac{Producción}{Recursos empleados}$$

A. Rendimiento. Es el cociente que proviene de la división de horas hombre (HH's) utilizadas entre la cantidad de producción real generados en obra. Ghio (2001). Viene dado por la siguiente ecuación:

$$Rendimiento = \frac{HH's}{Cantidad de producción real}$$

B. Rendimiento y velocidad. Al igual que en el caso anterior, las definiciones de los términos rendimiento y velocidad no están muy claras para muchos estudiantes y profesionales del sector de la construcción, lo que trae como consecuencia la creencia de que

ambos son lo mismo o atribuir el concepto de uno de estos términos, en el otro (Yi y Chan, 2020).

C. Velocidad. Se le conoce también como velocidad de producción, es el cociente de la cantidad producida (m3, m2, kg, etc.) sobre el tiempo empleado Ghio (2001). Comúnmente la jornada de trabajo es de 8, 8.5 o 5.5 horas al día y el tiempo empleado es medido en horas o días.

$$Velocidad = \frac{Cantidad\ producida}{Tiempo\ empleado}$$

D. Técnica de las 3 “M”. Por sus siglas en japonés quiere decir muda, muri y mura, que traduciéndolo al español sería desperdicio, sobrecarga y desnivelado. Consiste en identificar en las actividades que se ejecutan los tres tipos de términos mencionados (Ohno, 2020).

E. Desperdicios (Muda). Es aquello que no agrega valor para el cliente y no consume recursos, es por ello que es necesario reducirlos o eliminarlos. Existen 8 tipos de desperdicios (antiguamente se consideraban 7 pero con el transcurrir de los años se añadió 1 más), los cuales son los siguientes: sobreproducción, esperas o tiempos de inactividad, transporte innecesario, sobreprocesamiento, exceso de inventario, exceso de movimiento, defectos de calidad y talento (Liker & Franz, 2021).

F. Sobre carga (Muri). Consiste en llevar a la persona, material, o equipo más allá de sus límites provocando un problema de seguridad y calidad. Esto puede tener origen en un desnivelado de trabajo (mura) o un exceso de eliminación de desechos en el proceso Medina (2021).

G. Desnivel (Mura). Un sistema de trabajo desnivelado tendrá como consecuencia muchos desperdicios y sobrecargas en el trabajo. Por ello es importante nivelar el flujo de

trabajo y un ejemplo de esto es a través de una sectorización con similar producción (Ohno, 2020).

H. Trabajo productivo. De acuerdo con Ghio (2001), son los trabajos que contribuyen de manera directa con la producción como: vaciado de concreto, colocación y amarre de aceros en vigas, etc.

I. Trabajo contributivo. Según Ghio (2001), están definidos como los trabajos de apoyo que son necesarios ejecutarse para poder realizar los trabajos productivos, además Womack (1996) los considera como pérdidas de segundo nivel. Algunos ejemplos de estos trabajos son: revisar planos, aplomar, proporcionar instrucciones, etc.

J. Trabajo no contributivo. Son actividades que no generan valor y tienen un costo Ghio (2001). Adicionalmente, según la lista de Womack (1996), es una pérdida de primer nivel. Como ejemplo de estos trabajos tenemos: conversar, descansar, rehacer trabajos, etc.

K. Productividad de la mano de obra. Se consigue mediante el manejo eficiente del recurso humano para que ejecute trabajos constructivos, está relacionada con la experiencia y los rendimientos del trabajador. Jiménez (2019). De acuerdo con Ghio (2001), la productividad se define como el resultado de la división de la producción y los recursos utilizados para conseguir la producción mencionada. Diversos factores influyen a la productividad de la mano de obra como la edad del trabajador, la habilidad, capacidad física, experiencia, ubicación geográfica, etc. Viene dado por la siguiente ecuación:

$$Productividad = \frac{Producción}{Recursos empleados}$$

L. Constructabilidad. Para Espinoza (2009), la constructabilidad es la combinación del conocimiento y la experiencia, esta presenta en las todas las fases de un proyecto de construcción. Según Orihuela y Orihuela (2003), la constructabilidad es una práctica que recoge conocimientos en la fase operacional del proyecto con el objetivo de

usarlos anticipadamente en etapas como la planificación y diseño para poder conseguir mejoras en la gestión de proyectos de construcción, así como también la aplicación de la constructabilidad mejorará su eficiencia si está relacionado con conceptos del Lean Construction.

N. Constructabilidad en la fase de diseño. Aplicar la constructabilidad en esta etapa consiste en conseguir toda la información y los conocimientos de la construcción antes de trabajar la ingeniería de detalle. (Orihuela y Orihuela, 2003).

Asimismo, la constructabilidad en las obras civiles se refiere al grado en que el diseño, la planificación y la ingeniería de un proyecto facilitan su construcción eficiente, segura y económica en campo. Este concepto busca integrar desde las etapas tempranas del proyecto el conocimiento práctico de la ejecución, considerando aspectos como la secuencia constructiva, la disponibilidad de materiales, el uso de equipos, la logística y la mano de obra. Una adecuada constructabilidad permite anticipar interferencias, reducir reprocesos y minimizar tiempos improductivos, logrando que las soluciones técnicas planteadas en los planos sean viables y coherentes con las condiciones reales de obra (Escante & Ariza, 2025).

En el ámbito de las obras civiles, la constructabilidad se convierte en un factor clave para mejorar la productividad y el control del proyecto, ya que contribuye a optimizar el uso de recursos y a disminuir costos asociados a errores de diseño o falta de coordinación entre especialidades. Su aplicación favorece una ejecución más ordenada y predecible, fortaleciendo la comunicación entre proyectistas, supervisores y personal de obra. De este modo, la constructabilidad no solo impacta en el rendimiento técnico de la construcción, sino también en la calidad final de la infraestructura y en el cumplimiento de plazos establecidos (Durón et al., 2023).

M. Constructabilidad en la fase de ejecución. La constructabilidad también aplica cuando se está en etapa de obra, mediante soluciones creativas y métodos innovadores se podrá conseguir un buen manejo de los recursos que contribuirá a la eficacia de los procesos constructivos. (Orihuela y Orihuela, 2003).

O. Plan o programación Probeco. Tomando como referencia a Phalen et al. (2014), el programa de constructabilidad constituye una herramienta fundamental para documentar y planificar la política de gestión del equipo del proyecto en relación con la optimización de los procesos constructivos. Este enfoque propone que la programación se desarrolle con objetivos claramente definidos por los usuarios, proyectistas y la alta dirección, estableciendo desde un inicio un marco común que oriente la toma de decisiones. Asimismo, se destaca la necesidad de contar con un cuadro organizacional que determine roles y responsabilidades entre los participantes del proyecto, garantizando así una estructura operativa clara y eficiente.

El programa también debe incluir planes basados en la constructabilidad acompañados de guías de implementación, lo que permitirá facilitar su uso y promover una aplicación coherente a lo largo de las diferentes etapas del proyecto. A ello se suma la importancia de medir y verificar indicadores clave de desempeño (KPI), asignando responsables para su seguimiento y posterior interpretación. Dichos indicadores constituyen la base para realizar ejercicios de benchmarking que fortalezcan la comunicación de los resultados obtenidos en la integración del proyecto. De igual modo, se consideran esenciales los procedimientos orientados a la retroalimentación, incluyendo procesos de depuración, acopio y almacenamiento del aprendizaje generado durante el desarrollo de las actividades, con el propósito de mejorar continuamente la gestión del conocimiento del equipo.

Por último, el programa requiere el uso de formularios, agendas y listas de verificación que apoyen la planificación semanal del trabajo, así como mecanismos formales para la

resolución de problemas. La literatura reciente confirma que la integración de estos componentes favorece la coordinación entre los actores del proyecto y contribuye a una ejecución más eficiente y alineada con los principios de la constructabilidad (O'Connor et al., 2020).

2.2. Definición conceptual

Lean Construction: Es una metodología de gestión en la construcción basada en los principios de Lean Manufacturing, enfocada en optimizar recursos, reducir desperdicios y maximizar el valor para el cliente a través de la mejora continua de procesos constructivos (Sacks et al., 2020).

Productividad: Relación entre la cantidad de recursos empleados (como horas hombre o materiales) y los resultados obtenidos en un proyecto, siendo un indicador clave de eficiencia en la construcción (Hwang et al., 2021).

Rendimiento: Medida específica de la cantidad de trabajo realizado en un tiempo determinado o por unidad de recurso, utilizado para evaluar el desempeño en actividades constructivas concretas (Yi y Chan, 2020).

Mano de Obra: Conjunto de trabajadores involucrados directamente en la ejecución de actividades constructivas, cuya productividad y rendimiento son determinantes para el éxito de un proyecto (Alsulami et al., 2022).

Encofrado: Proceso constructivo que consiste en preparar moldes temporales que darán forma al concreto mientras esta fragua y alcanza la resistencia requerida (Neville y Brooks, 2021).

Horas Hombre (hh): Unidad de medida que representa el tiempo de trabajo invertido por una persona en una tarea específica, comúnmente utilizada para evaluar productividad y costos laborales (Piechnick y Müller, 2020).

Metrado: Cantidad de materiales o trabajo requeridos para completar una actividad específica en un proyecto de construcción, expresado generalmente en unidades de medida como metros cuadrados o metros cúbicos (Smith y Torres, 2021).

Last Planner System (LPS): Herramienta de Lean Construction enfocada en la planificación colaborativa, que busca garantizar la fiabilidad y el cumplimiento de las tareas programadas en un proyecto (Hamzeh et al., 2022).

Constructabilidad: Concepto de Lean Construction que se refiere a la capacidad de un diseño para ser construido de manera eficiente, optimizando los recursos y reduciendo problemas durante la ejecución (O'Connor et al., 2020).

III. MÉTODO

3.1. Tipo de investigación

La investigación se realizó bajo una tipología aplicada, orientada a resolver un problema concreto dentro del ámbito constructivo mediante la implementación de herramientas Lean Construction. Según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), la investigación aplicada utiliza teorías existentes para intervenir directamente en una realidad específica y generar mejoras observables en el entorno estudiado. En este caso, se recopiló información de campo que permitió identificar parámetros de productividad y comprender la gestión operativa del proyecto, lo que coincide con la finalidad de un estudio aplicado al buscar transformar procesos reales mediante nuevos métodos de trabajo.

3.1.1. Enfoque de la investigación

El enfoque de la investigación se sustentó como cuantitativo, dado que se analizaron datos numéricos asociados a productividad, rendimiento, horas-hombre y porcentajes PPC. Como lo describen Creswell y Creswell (2021), un enfoque cuantitativo implicó la recopilación y análisis de datos medibles para explicar fenómenos y establecer relaciones entre variables. Bajo este fundamento, el estudio se apoyó en indicadores de obra que permitieron evaluar la incidencia de la metodología Lean Construction sobre la productividad del proyecto, atendiendo a un proceso sistemático, objetivo y replicable.

3.1.2. Diseño de la investigación

Se consideró un diseño no experimental y longitudinal. Un diseño no experimental, según Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), se caracteriza porque las variables no son manipuladas deliberadamente, sino observadas tal como se presentan en su contexto natural. Esto se ajustó al presente estudio, en el cual los procesos constructivos fueron monitoreados sin intervención directa. A su vez, longitudinal porque se realizó un seguimiento continuo

durante 14 semanas, lo cual concordó con la definición de Babbie (2020), quien sostuvieron que los estudios longitudinales analizan cambios y tendencias en periodos definidos.

3.1.3. Alcance de la investigación

Asimismo, la investigación tuvo un alcance explicativo, pues se buscó determinar la incidencia de la metodología Lean Construction sobre la productividad del proyecto. De acuerdo con Creswell (2014), los estudios explicativos buscan comprender cómo y por qué se producen ciertos efectos entre variables. Asimismo, el diseño asumió una naturaleza longitudinal ya que se evaluaron transformaciones generadas por la aplicación de herramientas Lean a lo largo del tiempo, lo cual permitió comprender su impacto de manera progresiva.

3.2. Ámbito temporal y espacial

El estudio se desarrolló en el proyecto de creación del servicio de habitabilidad institucional ubicado en el Centro Poblado Socco, distrito de Tapairihua, provincia de Aymaraes, región Apurímac. Según Marshall y Rossman (2016), el ámbito espacial establece el contexto geográfico donde se ejecuta la investigación, mientras que el ámbito temporal define el periodo en el que se recolectan los datos. En este caso, el análisis se realizó durante el proceso constructivo real, lo que permitió evaluar los efectos de Lean Construction en tiempo de obra. Se puede evidenciar esto en la siguiente figura:

Figura 1

Ubicación del proyecto Centro Poblado Socco



Nota: Extraído de Google Maps. Todos los derechos reservados al 2024.

3.3. Variables**3.3.1. *Variable independiente***

Aplicación de la metodología Lean construction

Dimensiones: constructabilidad, benchmarking, programa probeco

3.3.2. *Variable dependiente*

Productividad

Dimensiones: rendimiento mano de obra, rendimiento recursos y materiales,
rendimiento cronograma

3.3.3. *Operacionalización de variables*

Se presenta lo siguiente:

Tabla 1*Operacionalización de variables*

Variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Variable independiente Aplicación de la metodología Lean Construction	metodología de gestión enfocada en mejorar la eficiencia de los procesos constructivos. Se basa en la eliminación de desperdicios, la optimización del uso de recursos y la mejora continua en todas las etapas del proyecto. Esta filosofía promueve una planificación colaborativa, el cumplimiento de plazos y la entrega de valor al cliente final.	Se gestiona por medio de 3 dimensiones que hacen referencia a la constructabilidad, benchmarking y programa probeco	Constructabilidad	Cantidad de incompatibilidades en planos Cantidad de reuniones Método de innovación Soluciones para el probeco	Escalar
			Benchmarking	Rendimiento de empresa Porcentaje del tipo de trabajo realizado	Ordinal
			Programa Probeco	Auditoria Sectorización Organigrama	Escalar
Variable dependiente Productividad	Se refiere a la relación entre los recursos utilizados y los resultados obtenidos en un proceso determinado. En el sector construcción, implica lograr más avances en obra con menos tiempo, materiales y costos. Una	Hace referencia al comportamiento de los indicadores internos como mano de obra, materiales, recursos y cronograma	Productividad de la mano de obra Productividad en recursos y materiales Productividad del calendario y plan maestro	Rendimiento de la mano de obra Rendimiento de los recursos y materiales Rendimiento del calendario y plan maestro	Escalas

alta productividad
refleja eficiencia
operativa,
aprovechamiento
adecuado del tiempo y
mejora en la calidad del
trabajo realizado.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

La población estuvo compuesta por la totalidad de actividades del proyecto “Servicio de Habitabilidad Institucional, Apurímac, 2024”, que constituyen el universo operativo donde se evaluó la productividad. Según Kumar (2019), la población es el conjunto de unidades que comparten características comunes y son objeto de estudio dentro de una investigación. En este caso, dichas unidades corresponden a todas las partidas y procesos constructivos ejecutados en la obra, los cuales conformaron la unidad de análisis, entendida como el elemento específico sobre el cual se realizaron las observaciones, mediciones y evaluaciones metodológicas. Al considerar como unidad de análisis al proyecto mismo y sus actividades críticas, se garantizó la precisión en la recolección de datos y la coherencia con los objetivos del estudio orientados a medir la incidencia de Lean Construction sobre la productividad.

3.4.2. Muestra

La muestra estuvo constituida por las partidas críticas ejecutadas durante 14 semanas. Según Otzen y Manterola (2017), una muestra es un subconjunto de la población seleccionado con el fin de obtener información precisa y analizar aspectos específicos del fenómeno estudiado. La elección de partidas críticas se realizó por su relevancia operativa y su incidencia directa en la productividad global del proyecto.

Se empleó un muestreo no probabilístico intencional, lo cual se ajusta a la definición de Hernández-Sampieri y Mendoza (2018), quienes señalan que este tipo de muestreo selecciona unidades según su importancia para el estudio. En este caso, se eligieron actividades con alto impacto en el avance de obra.

3.5. Instrumentos

La técnica principal fue la observación directa. Según Anguera et al. (2018), la observación sistemática permite registrar comportamientos o eventos en tiempo real, siendo adecuada cuando se requiere medir procesos operativos en campo. Esta técnica permitió analizar las actividades en ejecución, restricciones y desempeño del flujo de trabajo.

Field (2018) indica que un instrumento es cualquier recurso utilizado para registrar información de manera estructurada, lo cual se cumplió mediante los formatos y reportes empleados. Se consideró como instrumentos para la recolección de información los siguientes:

- Los cuadros de restricciones
- Reporte de las actividades críticas
- Reportes de avance de obra.
- Análisis de restricciones
- Programación maestra LookAhead
- Sectorización
- Carta balance

3.6. Procedimientos

Los datos para recolectar fueron proporcionados por las contratistas que tuvieron los planos definitivos firmados. Además, se contó de igual forma con el expediente final que se entregó a la empresa ejecutora.

Asimismo, los datos recolectados fueron revisados para su respectivo estudio estadístico. Se compararon con el planeamiento planteado en la cual se vieron los tiempos y costos reales de ejecución del proyecto utilizando herramientas como el Last Planner y LookAhead.

Se hizo focalización principal sobre las actividades críticas y significativas establecidas en la ruta de trabajo, esto consolidando la programación de obra, actividades.

Posterior se abordó el análisis de la productividad establecida bajo la metodología tradicional de construcción para el establecimiento de las nuevas estrategias fundamentadas en la metodología Lean Construction. En síntesis, se consideró lo siguiente:

- Selección de actividades críticas
- Realización de formatos de recolección de información
- Validación por juicio de expertos de los formatos de recolección
- Complemento de la carta balance para detallar la producción de las actividades consideradas en el paso 1.
- Realizar el análisis de indicadores de productividad para identificar las pérdidas, tiempos y recursos.
- Implementación de la metodología Lean Construction establecimiento cronogramas e hitos de obra
- Sectorización
- Obtención del inventario necesario para las tareas partiendo del análisis de restricciones.
- Medición de la productividad por medio de la programación semanal por medio de porcentaje PPC y CNC.
- Avance físico y horas hombre/máquina

Establecimiento del informe de productividad de los resultados durante el periodo de estudio.

3.7. Análisis de datos

El análisis de los datos se abordó por medio de estadística descriptiva que englobó gráfico de barras y tablas de frecuencia y porcentaje con la información que se obtuvo de campo por medio del software Microsoft Excel. Esto promovió la generación de las pérdidas de tiempo y costos que se dan en la construcción de gran escala. Se abordó también formatos con programaciones diaria y semanales. Con esto se procedió la elaboración de curvas de rendimiento de productividad a nivel semanal, como acumulado y de evolución del rendimiento de los tiempos de las nuevas herramientas junto con las cartas balances de cuadrilla.

3.8. Consideraciones éticas

A fin de salvaguardar la identidad de los participantes se trabajó con herramientas estandarizadas como la Norma Técnica en los cuales no figuran datos o formas de identificar al examinado, siendo el carácter normativo lo que definirá esta aplicación. Asimismo, antes de la aplicación o comparativa de la norma, el análisis y recaudación de la información de campo se realizará posterior a la aprobación por parte de las autoridades correspondientes, sobre los alcances del estudio, el uso de los datos, mediante la lectura de una carta de consentimiento del participante, quedando en la elección personal de ellos si se quedan o se retiran del ambiente donde se aplicarán la recolección de las muestras y de la información.

IV. RESULTADOS

4.1. Descripción del proyecto

4.1.1. Introducción

Se enmarcó bajo una gestión conjunta con el Estado, creación de servicio de habitabilidad institucional en la gestión municipal y servicio administrativo que cuenta con un sistema a porticado de 02 niveles con loza aligerada en ambos niveles, cobertura con estructuras metálicas y láminas termo acústicas; cercos perimétricos con reforzamiento de muro de contención construido a base de concreto armado, rampas y otros.

4.1.2. Ubicación política del proyecto

El proyecto se ubicó geográficamente de la siguiente manera:

Tabla 2

Ubicación geográfica del proyecto

Parámetro	Descripción
Departamento	Apurímac
Provincia	Aymaraes
Distrito	Tapairihua
Localidad	Socco
Región geográfica	Sierra
Altitud	2,472 m.s.n.m.

4.1.3. Planificación física del proyecto

Construcción de local de habitabilidad institucional donde se pudo desarrollar actividades productivas, sociales en área de 10m² y que constó de infraestructura, sala de reuniones (1er nivel), servicios higiénicos en el nivel 1, almacén (2do nivel), área de limpieza (2do nivel), oficina 01, tesorería (2do nivel), oficinas 02, logística (2do nivel), oficinas 03,

alcaldía (2do nivel), oficinas 04, secretaría (2do nivel), Hall (2do nivel), servicios higiénicos 02 (2do nivel).

4.1.4. Especificación física del proyecto

Las especificaciones se plantearon de la siguiente manera:

Tabla 3

Especificaciones técnicas generales

Parámetro	Descripción
Albañilería	Muros interiores: El acabado de muros interiores consiste en el tarrajeo de acabado cemento – arena. Los trabajos de pintura en muros se realizaron con pintura satinado lavable, de colores Claros variados de acuerdo con los planos indicados. Los zócalos y contra zócalos se acabarán con cerámicos en todos los bloques y servicios higiénicos. Muros exteriores: El acabado de muros exteriores consiste en el tarrajeo de acabado cemento – arena. Los trabajos de pintura se realizaron con pintura satinado lavable, con predominancia de colores claros.
Revoques	Aplicados en muros y cielo rasos de calidad 1:5 Cemento: Arena
Falsos pisos	De concreto ciclópeo de 4” espesor
Pisos	En zonas públicas se utilizan pisos de cerámico antideslizante de colores claros en dimensiones de 40 x 40 cm. Dispuestos alternadamente de modo que generan movimiento. Las áreas de administración también son de cerámico antideslizante de 40x40 en tonalidades grises. Las veredas será de cemento frotachado bruñado y con juntas de dilatación cada 3.00 m. de 0.5 cm. Con asfalto
Zócalos	Cerámica Vitrificada: SS.HH.
Contrazocalos	Contra zócalo, Mayolica de cerámico de 10x40 cm.
Carpintería	Las puertas son de madera de acuerdo con el diseños y acabados propuesto por el proyectista, especificado en el plano de Puertas, especialmente en las puertas interiores siendo por lo general las puertas exteriores de los módulos, Puertas de vidrio de 6mm con marco de aluminio, en gran parte de los ambientes, en el caso de mamparas de vidrio es necesario resaltar las puertas de vidrio con marco de aluminio corredizas. Ventanas Las ventanas fueron de tipo pivotante tipo nova (ver plano de detalles) vidrio 6, mm claro transparente (ver planos). Acuerdo a lo establecido en el plano de detalles.
Carpintería metálica	Mampara de vidrio en la fachada principal con sus respectivas especificaciones en el plano de detalle. Estructura con Acero Lac cuadrado de 4 x 2” y correas de acero en las que se cubrirá con planchas de policarbonato alveolar de 1 cm, ver planos.

Instalaciones sanitarias y eléctricas	Se contará con las redes y salidas necesarias. También contará con redes de agua fría.
Sistema de tratamiento de aguas servidas	Se instaló al sistema de aguas servidas a un sistema de pozo séptico y percolador.

4.1.5. Aguas

El sistema principal de abastecimiento de agua es a través de las redes de la población, conducidas por tuberías de 2" de diámetro y es suministrada las 24 horas del día. Las redes que ingresa a la infraestructura están ubicadas en la vía de acceso a la población de la localidad de Socco.

4.1.6. Energía eléctrica

La comitada principal de tipo trifásica, las mismas que provienen de la red pública administrada por Electro Sur Este.

4.1.7. Zonificación y ambientes

Para los ambientes se establecieron los siguientes criterios:

Tabla 4

Zonificación y ambientes

AMBIENTES	UNIDAD DE MEDIDA	DEMANDA EN CANT. AL AÑO 10	META
INFRAESTRUCTURA			
SALA DE REUNION (1er nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00
SSHH NIVEL 01	AMBIENTE	1.00	1.00
ALMACEN (2do nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00
AREA DE LIMPIEZA (2do nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00
OF 01 - TESORERIA (2do nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00
OF 02 - LOGISTICA (2do nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00

AMBIENTES	UNIDAD DE MEDIDA	DEMANDA EN CANT. AL AÑO 10	META
OF 03 - ALCALDIA (2do nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00
OF 04 - SECRETARIA (2do nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00
OF 05 - CONTABILIDAD	AMBIENTE	1.00	1.00
OF 06 – SALA DE REUNION	AMBIENTE	1.00	1.00
HALL - (2do nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00
SSHH NIVEL 02 (2do nivel)	AMBIENTE	1.00	1.00
ESCALERA	GLOBAL	1.00	1.00

Con base a la descripción anterior, se establecieron los siguientes planos generales:

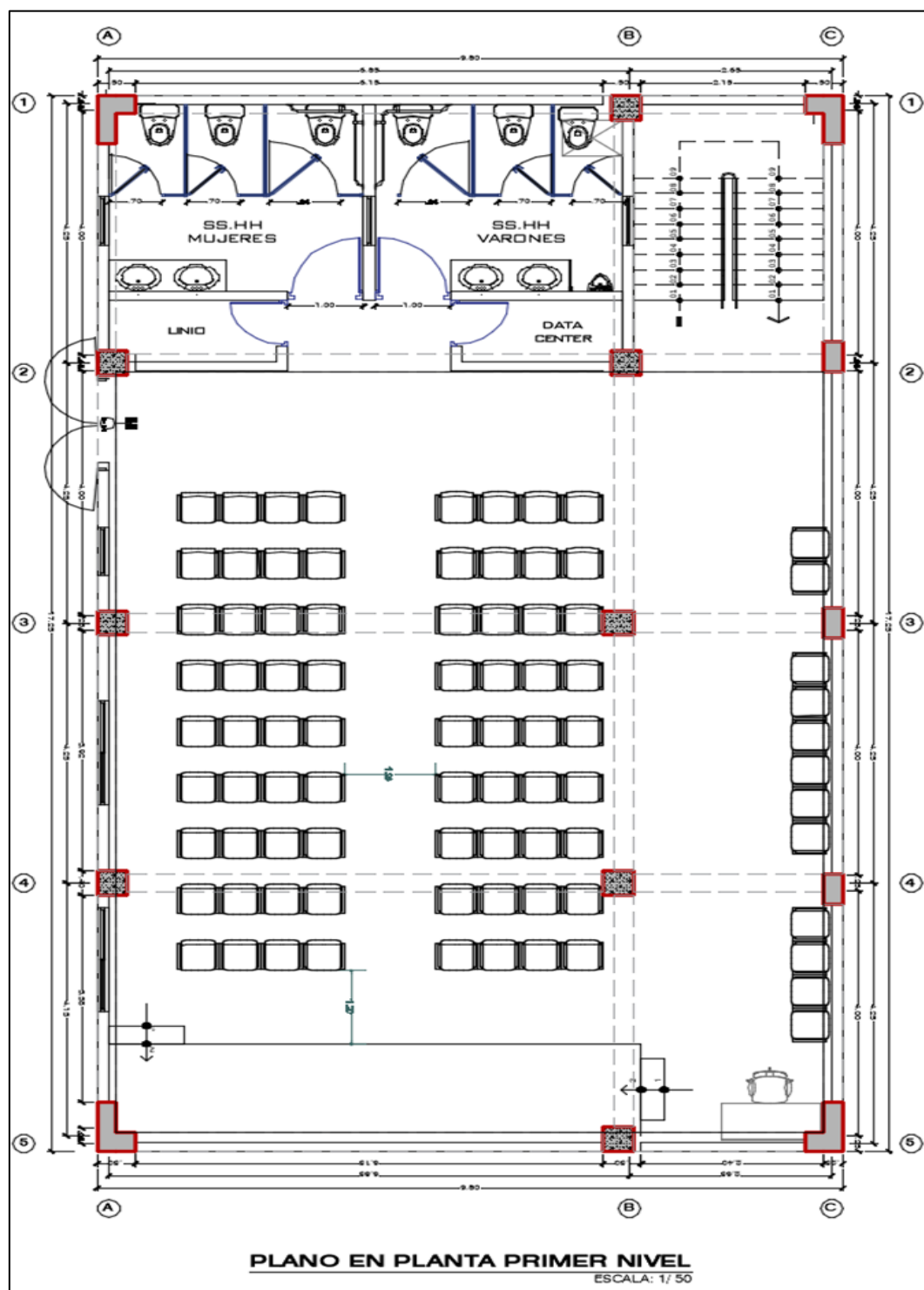
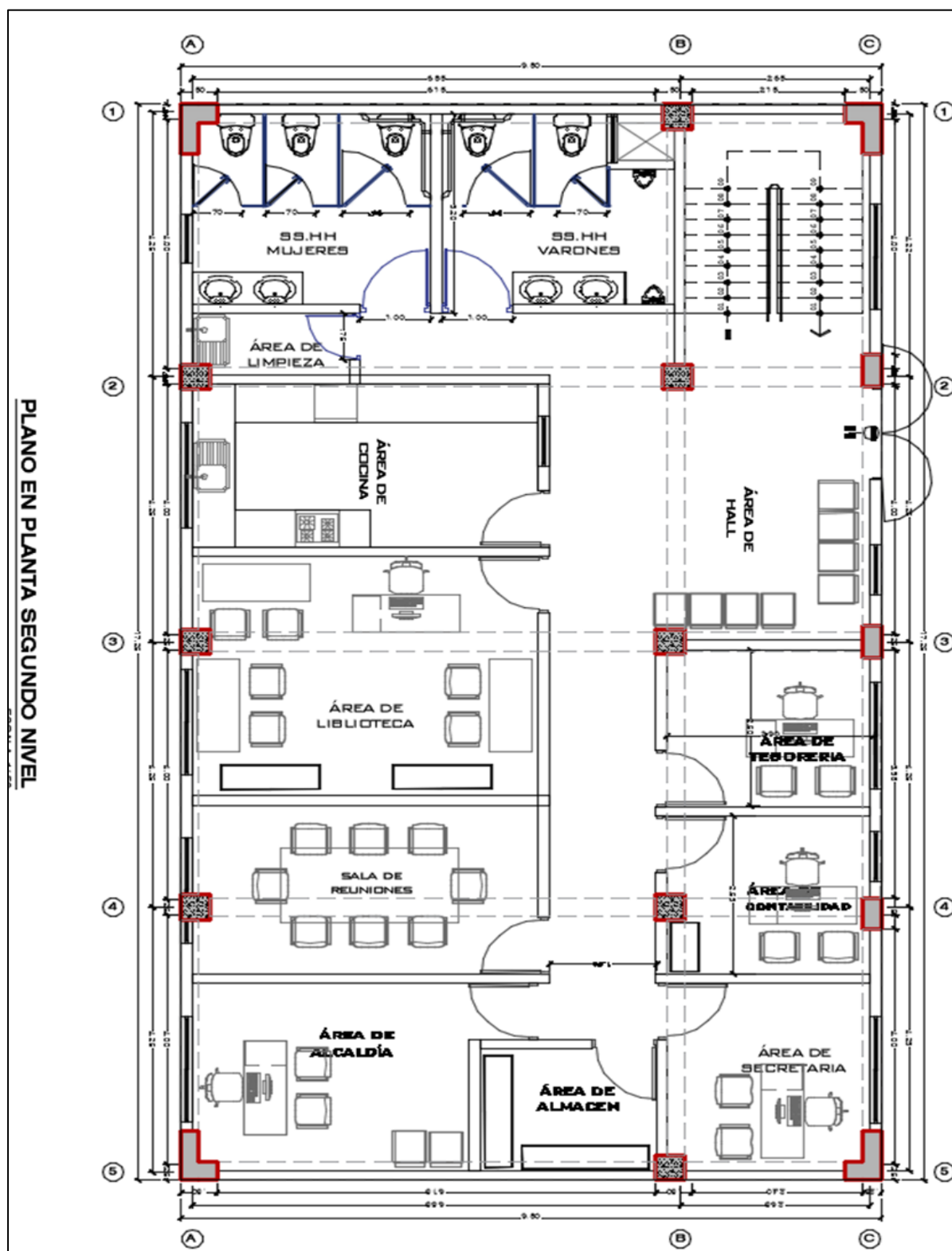
Figura 2*Plano general del primer nivel*

Figura 3

Plano general del segundo nivel



4.2. Constructibilidad

4.2.1. Presupuesto general

Tomando en consideración el tiempo de la creación de servicios de habitabilidad institucional en la gestión municipal y servicios administrativos del Centro Poblado Socco, se consideraron 90 días. Asimismo, se consideró el siguiente presupuesto:

Tabla 5

Presupuesto general de obra

RESUMEN GENERAL DEL PRESUPUESTO	
INVERSIÓN:	CREACIÓN DE SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL EN LA GESTIÓN MUNICIPAL Y SERVICIO ADMINISTRATIVO DE CENTRO POBLADO SOCCO.
CÓDIGO ÚNICO DE INVERSIÓN:	
UNIDAD EJECUTORA DE INVERSIONES:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TAPAIRIHUA
UBICACIÓN:	CENTRO SOCCO-TAPAIRIHUA- AYMARAES - APURIMAC
DESCRIPCION	COSTO (S/.)
I.- COSTO DIRECTO	S/ 484,343.79
II.- COSTO INDIRECTO	S/ 145,052.60
GASTOS GENERALES (11.44%)	S/ 79,133.10
EXPEDIENTE TÉCNICO	S/ 24,000.00
GASTO DE SUPERVISIÓN	S/ 24,667.60
GASTO DE LIQUIDACIÓN	S/ 17,251.90
TOTAL	S/ 629,396.39

4.2.2. Metrados de obras provisionales

Tabla 6

Metrados de obras provisionales

RESUMEN DE METRADO - OE.1 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD				
Proyecto: “CREACION DE SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL EN LA GESTION MUNICIPAL Y SERVICIO ADMINISTRATIVO DEL CENTRO POBLADO SOCCO DISTRITO DE TAPAIRIHUA DE LA PROVINCIA DE AYMARAE DEPARTAMENTO DE APURIMAC” Propietario: MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TAPAIRIHUA Fecha: Marzo/2025 Especialidad: OE.1 OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD Modulo: LOCAL COMUNAL				
			Ubicación:	
			Provincia:	AYMARAE
			Distrito:	TAPAIRIHUA
			Comunidad Campesina:	SOCCO

ITEM	DESCRIPCION	UNID	LOCAL COMUNAL	
			PARCIAL	TOTAL
OE.01	OBRAS PROVISIONALES, TRABAJOS PRELIMINARES, SEGURIDAD Y SALUD			
OE.01.01	OBRAS PROVISIONALES Y TRABAJOS PRELIMINARES			
OE.01.01.01	CONSTRUCCIONES PROVISIONALES			
OE.01.01.01.01	ALMACENES			
OE.01.01.01.01.01	CONSTRUCCION ALMACEN DE OBRA	m2	50.00	50.00
OE.01.01.01.02	CARTELES			
OE.01.01.01.02.01	CARTEL DE OBRA 3.60 X 2.40 M	und	1.00	1.00
OE.01.01.02	INSTALACIONES PROVISIONALES			
OE.01.01.02.01	AGUA PARA LA CONSTRUCCION			
OE.01.01.02.01.01	SERVICIO PROVISIONAL DE AGUA POTABLE	mes	3.00	3.00
OE.01.01.02.02	ENERGIA ELECTRICA PROVISIONAL			
OE.01.01.02.02.01	SERVICIO PROVISIONAL DE ELECTRICIDAD	mes	3.00	3.00
OE.01.01.03	TRABAJOS PRELIMINARES			
OE.01.01.03.01	LIMPIEZA DE TERRENO			
OE.01.01.03.01.01	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	m2	383.41	383.41
OE.01.01.04	MOVILIZACIÓN DE CAMPAMENTO, MAQUINARIA Y HERRAMIENTAS			
OE.01.01.04.01	FLETE TERRESTRE	ton	5.00	5.00
OE.01.01.04.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	GLB	1.00	1.00
OE.01.01.05	TRAZOS, NIVELES Y REPLANTEO			
OE.01.01.05.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR			
OE.01.01.05.01.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO PRELIMINAR	m2	383.41	383.41

OE.01.01.0 5.02	REPLANTEO DURANTE EL PROCESO			
OE.01.01.0 5.02.01	TRAZO, NIVELES Y REPLANTEO DURANTE EL PROCESO	m2	383.41	383.41
OE.01.02	SEGURIDAD Y SALUD			
OE.01.02.0 1	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO			
OE.01.02.0 1.01	ELABORACIÓN, IMPLEMENTACIÓN Y ADMINISTRACIÓN DEL PLAN DE SEGURIDAD Y SALUD EN EL TRABAJO	GL B	1.00	1.00
OE.01.02.0 1.02	EQUIPOS DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	un d	12.00	12.00
OE.01.02.0 1.03	EQUIPOS DE PROTECCIÓN COLECTIVA	GL B	1.00	1.00
OE.01.02.0 1.04	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	GL B	1.00	1.00
OE.01.02.0 1.05	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	GL B	1.00	1.00

4.2.3. Metrados de estructura

Tabla 7

Metrados de estructura

RESUMEN DE METRADO - OE.2 ESTRUCTURAS
--

Proyecto:	“CREACIÓN DE SERVICIO HABITABILIDAD INSTITUCIONAL EN LA GESTIÓN MUNICIPAL Y SERVICIO ADMINISTRATIVO DE CENTRO POBLADO SOCCO DISTRITO DE TAPAIRIHUA DE LA PROVINCIA DE AYMARAE DEL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC.”			
Propietario:	MUNICIPALIDAD DISTRITSL DE TAPAIRIHUA			
Fecha:	Nov-23	Provincia:	AYMARAE	
Especialidad:	OE.2 ESTRUCTURAS	Distrito:	TAPAIRIHUA	
Modulo:	CASA COMUNAL	Comunidad Campesina:	SOCCO	

ITEM	DESCRIPCION	UN D	CASA COMUNAL	
			PARCIAL	TOTAL
OE.02	ESTRUCTURAS			
OE.02.01	MOVIMIENTO DE TIERRAS			
OE.02.01.01	NIVELACIÓN DE TERRENO			
OE.02.01.01.0 1	NIVELACION RIEGO Y COMPACTADO DE LA SUB-RASANTE PLATAFORMA	m2	178.95	178.95
OE.02.01.02	EXCAVACIONES			
OE.02.01.02.0 1	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=1.00M MATERIAL SUELTO	m3	65.33	65.33
OE.02.01.02.0 2	EXCAVACION MANUAL DE ZANJAS H=1.50M MATERIAL SUELTO	m3	121.88	121.88
OE.02.01.02	CORTES			
OE.02.01.02.0 1	CORTE MASIVO DE TERRENO CON MAQUINA	m3	541.19	541.19
OE.02.01.03	RELLENOS			
OE.02.01.03.0 1	RELLENO CON MATERIAL PROPIO			

OE.02.01.03.0 1.01	RELLENO CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO (COMPACTADO)	m3	58.17	58.17
OE.02.01.03.0 2	RELLENOS CON MATERIAL DE PRÉSTAMO			
OE.02.01.03.0 2.01	BASE DE AFIRMADO H=0.10M	m2	142.60	142.60
OE.02.01.04	NIVELACIÓN INTERIOR Y APISONADO			
OE.02.01.04.0 1	NIVELACION Y COMPACTADO A NIVEL DE SUB-RASANTE INTERIORES	m2	142.60	142.60
OE.02.01.05	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE			
OE.02.01.05.0 1	ACARREO INTERNO, MATERIAL PROCEDENTE DE EXCAVACIONES Y OTROS	m3	141.95	141.95
OE.02.01.05.0 2	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE CON EQUIPO	m3	737.26	737.26
OE.02.02	OBRAS DE CONCRETO SIMPLE			
OE.02.02.01	CIMENTOS CORRIDOS			
OE.02.02.01.0 1	CIMENTOS CORRIDOS 1:10 +30% PM	m3	20.65	20.65
OE.02.02.01.0 2	CIMENTOS CORRIDOS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	264.30	264.30
OE.02.02.02	SOLADOS/FALSO PISO			
OE.02.02.02.0 1	SOLADO C:H, 1:12	m2	63.86	63.86
OE.02.02.02.0 2	FALSO PISO C:H 1:8 E=4"	m2	178.95	178.95
OE.02.02.03	SOBRECIMENTOS			
OE.02.02.03.0 1	SOBRECIMENTOS, CONCRETO 1:8+25% P.M.	m3	1.42	1.42
OE.02.02.03.0 2	SOBRECIMIENTO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	18.95	18.95
OE.02.03	OBRAS DE CONCRETO ARMADO			
OE.02.03.01	ZAPATAS			
OE.02.03.01.0 1	ZAPATAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	26.62	26.62
OE.02.03.01.0 3	ZAPATAS, ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	994.03	994.03
OE.02.03.02	MURO DE CONCRETO			
OE.02.03.02.0 1	MURO DE CONCRETO, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	10.89	10.89
OE.02.03.02.0 2	MURO DE CONCRETO, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	108.85	108.85
OE.02.03.02.0 3	MURO DE CONCRETO, ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	802.78	802.78
OE.02.03.03	COLUMNAS			
OE.02.03.03.0 1	COLUMNAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	20.57	20.57
OE.02.03.03.0 2	COLUMNAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	206.19	206.19
OE.02.03.03.0 3	COLUMNAS, ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	1,923.66	1,923.66
OE.02.03.04	VIGAS DE CIMENTACION			
OE.02.03.04.0 1	VIGAS DE CIMENTACION, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	15.64	15.64
OE.02.03.04.0 2	VIGAS DE CIMENTACION, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	104.26	104.26
OE.02.03.04.0 3	VIGAS DE CIMENTACION, ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	2,521.07	2,521.07
OE.02.03.05	VIGAS			
OE.02.03.05.0 1	VIGAS, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	24.63	24.63
OE.02.03.05.0 2	VIGAS, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	151.69	151.69
OE.02.03.05.0 3	VIGAS, ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	3,591.74	3,591.74
OE.02.02.06	LOSA ALIGERADA			
OE.02.02.06.0 1	LOSA ALIGERADA, CONCRETO F'C=210 KG/CM2	m3	33.42	33.42

OE.02.02.06.02	LOSA ALIGERADA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	305.37	305.37
OE.02.02.06.03	LOSA ALIGERADA, LADRILLO DE 0.15X0.30X0.30	und	2,544.71	2,544.71
OE.02.03.06.04	LOSA ALIGERADA, ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	1,472.45	1,472.45
OE.02.02.07	ESCALERA			
OE.02.02.07.01	ESCALERA, CONCRETO F'C=210 KG/CM2 INC.	m3	3.29	3.29
OE.02.02.07.02	ESCALERA, ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	18.57	18.57
OE.02.02.07.03	ESCALERA ACERO F'Y=4200 KG/CM2	kg	276.38	276.38
OE.02.05	VARIOS			
OE.02.05.01	JUNTAS			
OE.02.05.01.01	JUNTAS DE DILATACION CON SELLADOR ELASTICO	m	265.58	265.58

4.2.4. Metrados de instalaciones eléctricas

Tabla 8

Metrados de instalaciones eléctricas

RESUMEN DE METRADO INSTALACIONES ELECTRICAS
--

Proyecto :	CREACIÓN DE SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL EN LA GESTIÓN MUNICIPAL Y SERVICIO ADMINISTRATIVO DE CENTRO POBLADO SOCCO DISTRITO DE TAPAIRIHUA DE LA PROVINCIA DE AYMARAES DEL DEPARTAMENTO DE APURÍMAC		
Propietario:	MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE GAMARRA		
Fecha :	15/OCTUBRE/2022	Ubicación:	
Especialidad:	OE.4 INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS	Provincia:	AYMAR AES
Modulo :		Distrito:	TAPAIRIHUA
		Comunidad Campesina:	SOCCO

ITEM	DESCRIPCION	UN D	-	
			PARCIAL	TOTAL
05	INSTALACIONES ELÉCTRICAS Y MECÁNICAS			
05.01	CONEXIÓN A LA RED EXTERNA DE MEDIDORES			
05.01.01	CONEXION A RED EXISTENTE	und	1.00	1.00
05.02	SALIDAS PARA ALUMBRADO, TOMACORRIENTES, FUERZA Y SEÑALES DEBILES			
05.02.01	SALIDA			
05.02.01.01	SALIDA PARA CENTRO DE LUZ	pto	52.00	52.00
05.02.01.02	SALIDA PARA INTERRUPTOR SIMPLE, INCLUYE INSTALACION DE INTERRUPTOR	pto	19.00	19.00
05.02.01.03	SALIDA PARA INTERRUPTOR TRIPLE, INCLUYE INSTALACION DE INTERRUPTOR	pto	5.00	5.00
05.02.01.04	SALIDA PARA TOMACORRIENTE DOBLE PUESTA TIERRA, INCLUYE INSTALACION DE TOMACORRIENTE	pto	27.00	27.00
05.02.02	CANALIZACIONES, CONDUCTOS O TUBERÍAS			

05.02.02.01	TUBERIA PVC - P Ø 3/4"	m	242.54	242.54
05.02.02.02	TUBERIA PVC - P Ø 1"	m	3.00	3.00
05.02.03	CONDUCTORES Y CABLES DE ENERGÍA EN TUBERÍAS			
05.02.03.01	CABLE ELECTRICO 3-1x2.5mm² NH-80	m	485.08	485.08
05.02.03.02	CABLE ELECTRICO 3-1x6.0mm² NH-80	m	10.00	10.00
05.02.03.03	CONDUCTOR DE COBRE ELECTRICO DE 1x10mm²	m	242.54	242.54
05.02.04	TABLEROS PRINCIPALES			
05.02.04.01	TABLERO GENERAL TG	und	1.00	1.00
05.02.04.02	TABLERO DE DISTRIBUCION	und	1.00	1.00
05.02.05	DISPOSITIVOS DE MANIOBRA Y PROTECCIÓN			
05.02.05.01	INTERRUPTOR THERMOMAGNETICO MONOFASICA 2x40A	pza	1.00	1.00
05.02.05.02	INTERRUPTOR THERMOMAGNETICO MONOFASICA 2x32A	pza	1.00	1.00
05.02.05.03	INTERRUPTOR THERMOMAGNETICO MONOFASICA 2x20A	pza	3.00	3.00
05.02.05.04	INTERRUPTOR THERMOMAGNETICO MONOFASICA 2x16A	pza	3.00	3.00
05.02.05.05	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2x25A	pza	1.00	1.00
05.03	INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA			-
05.03.01	POZO A TIERRA	und	1.00	1.00
05.04	ARTEFACTOS			
05.04.01	LÁMPARAS			
05.04.01.01	LUMINARIA PANEL LED DE 40W	und	18.00	18.00
05.04.01.02	LUMINARIA LED DE 20W	und	27.00	27.00
05.04.01.03	LUMINARIA LED SPOTLIGHT 10W	und	7.00	7.00
05.05	SISTEMA DE SEGURIDAD			
05.05.01	PRUEBAS ELECTRICAS			
05.05.01.01	PRUEBAS DE ASILAMIENTO POR TABLERO DE DISTRIBUCION	GLB	1.00	1.00
05.05.01.02	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE INSTALACIONES INTERIORES	GLB	1.00	1.00
05.05.01.03	PRUEBAS Y BALANCEO DE CARGA	GLB	1.00	1.00

4.2.5. Productividad antes de la implementación Lean

Tiempo contributivo, tiempo no contributivo y tiempo productivo

Para obtener los resultados de estos indicadores de productividad de mano de obra, se observó detalladamente la ejecución de las partidas más incidentes de la obra, las mismas que se encuentran en ruta crítica y las mismas que fueron analizados en páginas anteriores.

Tabla 9*Productividad de la mano de obra en general*

Partida	TP (min)	TC (min)	TNC (min)
Estructuras y cimentación	320	421	356
Trabajos varios (Relleno y compacto de superficie, picado de vigas y losas en muro pantalla)	350	231	213
Columnas y placas-acero	194	351	121
Columnas y placas-encofrado	145	100	101
Vigas-encofrado de fondo	176	314	186
Losa-colocación de viguetas y bovedilla	200	187	182
Total	1385	1604	1159

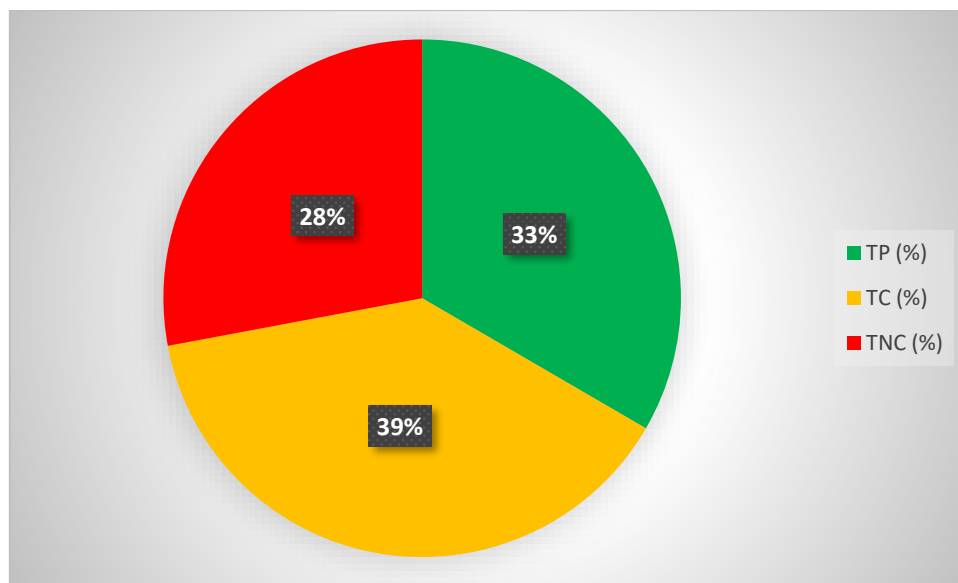
Se observa que, en términos generales, el tiempo contributivo (1604 minutos) es el más elevado, seguido por el productivo (1385 minutos) y finalmente el no contributivo (1159 minutos). Este patrón indica que, si bien una parte importante del tiempo se dedica a actividades necesarias que no generan avance físico directo (TC), existe aún una cantidad considerable de tiempo que no agrega valor (TNC), lo que sugiere oportunidades claras de mejora en la planificación y coordinación.

Entre las partidas, destacan positivamente los trabajos varios, con el mayor tiempo productivo (350 min) y un TNC relativamente bajo (213 min), lo que refleja una buena organización operativa. En contraste, la partida de estructuras anillo 6 y cimentación (etapa 1) presenta un alto tiempo contributivo (421 min) y también un TNC elevado (356 min), lo que podría estar

asociado a problemas de logística, interferencias o falta de recursos. Asimismo, las partidas de vigas-encofrado de fondo y losas evidencian tiempos no contributivos casi equivalentes a los productivos, reflejando ineficiencias que deben ser abordadas para optimizar el rendimiento. En conjunto, estos resultados muestran la necesidad de mejorar la gestión del tiempo en obra para reducir desperdicios y aumentar la productividad de la mano de obra.

Figura 4

Porcentajes de los procesos convencionales con relación al TP, TC y TNC



Consideración de horas hombre para la medición de la productividad

Se abordó una hoja de control de las horas hombre establecidas dentro de la ejecución de obra. Se estableció un periodo de tiempo promedio de 4 semanas de medición para el análisis. En tal sentido, se presenta la condensación de los índices resultantes del proceso consolidado durante el procedimiento tradicional.

Tabla 10*Productividad de la mano de obra bajo procedimientos tradicionales*

Partida	Horas hombre previstas	Horas hombres reales	Productividad de las horas hombre
P1	1847.14	2102.10	0.88
P2	1457.15	1974.25	0.74
P3	1214.25	1425.25	0.85
P4	940.58	1001.15	0.94
P5	847.58	950.47	0.89
P6	549.52	649.45	0.85
Total	6856.22	8102.67	0.85

Se evidencia en la tabla anterior los condensados de productividad de las horas hombres recolectadas en un periodo de 4 semanas de análisis de campo; tomando en cuenta, las partidas generales coinciden con el número de intervención de la mano de obra más no del equipo y maquinarias por lo que es menester intervenir ya que se observa una productividad de las HH bajas por lo que el empleo de más recursos y dinero se vuelve un actor principal en el sobre tiempo ejecutado.

Productividad basada en el costo

Para este análisis se fundamenta de igual manera bajo 4 semanas de observación y recolección de campo, esto para evidenciar el comportamiento de los egresos en tiempo real para evidenciar la valorización de la obra. Según Córdova y Alberto (2018), los parámetros para establecer la efectividad y eficiencia del presupuesto en obra viene dado por los siguientes criterios:

- Criterio 1: efectivo y eficiente: $1.04 \leq IP$
- Criterio 2: No eficiente y efectivo: $1.0 \leq IP < 1.04$
- Criterio 3: no eficiente y no efectivo: $IP < 1$

Con base a ello, se presenta la siguiente medición durante 4 semanas de análisis:

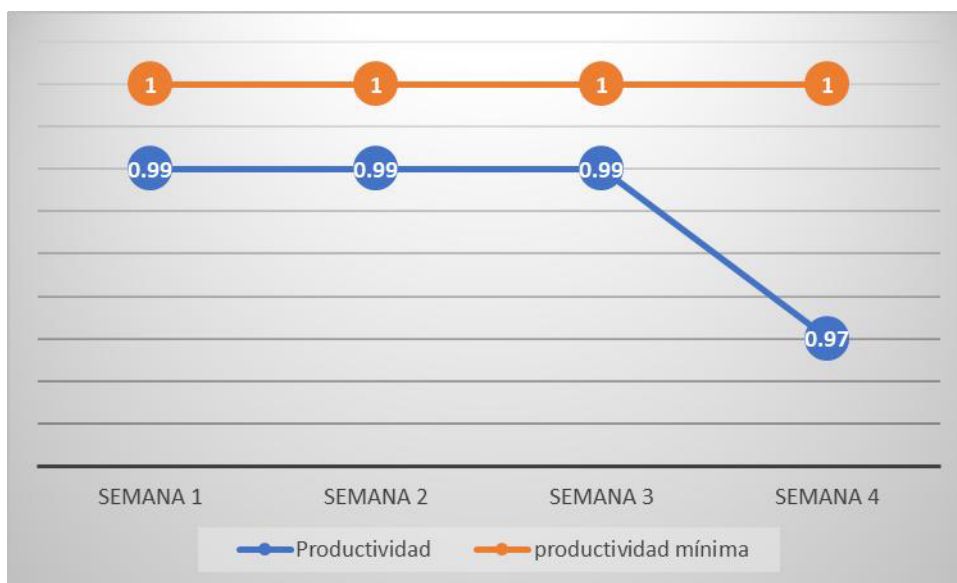
Tabla 11

Productividad de los costos bajo métodos tradicionales

Semana de análisis	Costo de Metrado y Exp.	Costo real	Productividad	Productividad requerida Córdova y Alberto (2018)	Conclusión
Semana 1	S/ 41395.12	S/ 41595.12	0.99	1	Criterio 3
Semana 2	S/ 31.281.46	S/ 31.481.46	0.99	1	Criterio 3
Semana 3	S/ 32.188.85	S/ 32.488.85	0.99	1	Criterio 3
Semana 4	S/ 8785.35	S/ 8985.35	0.97	1	Criterio 3
	Promedio		0.985	1	Criterio 3

Figura 5

Índice de productividad de los costos



4.3. Benchmarking

El benchmarking constituye una herramienta estratégica que permite comparar los procesos constructivos de la obra de habitabilidad institucional en Socco con referentes internos y externos de buenas prácticas en el sector construcción. A partir del diagnóstico de constructabilidad realizado en la etapa previa, se identificaron ineficiencias relacionadas con la compatibilidad de planos, el uso limitado de herramientas Lean y la escasa sistematización de indicadores de productividad. Estas falencias fueron contrastadas con experiencias exitosas de proyectos similares, tanto a nivel nacional como internacional, a fin de establecer parámetros de comparación que orienten la mejora continua del proyecto.

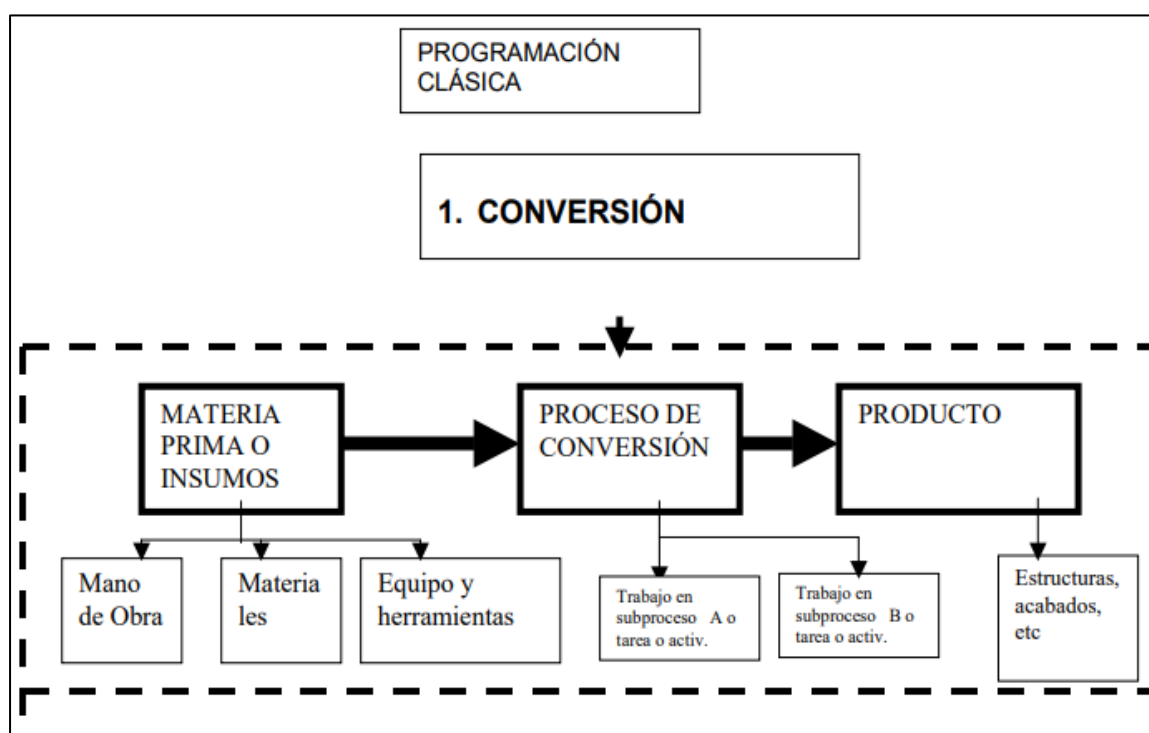
El proceso de benchmarking se desarrolló en tres fases. En primer lugar, se efectuó la selección de indicadores clave de productividad, centrados en el rendimiento de mano de obra, el aprovechamiento de materiales y el cumplimiento de cronogramas. Posteriormente, dichos indicadores fueron contrastados con estándares de proyectos de edificación institucional en Lima y Cajamarca, donde la implementación del Last Planner System y la sectorización de cuadrillas permitieron alcanzar mejoras significativas en trabajos productivos y reducción de

tiempos muertos. Finalmente, se procedió a la adaptación de las mejores prácticas, priorizando aquellas factibles de ser aplicadas en el contexto socioeconómico y técnico del distrito de Tapairihua, Apurímac.

Con base a ello, se estableció la comparativa de programación clásica y la propuesta para mejorar la productividad de la obra.

Figura 6

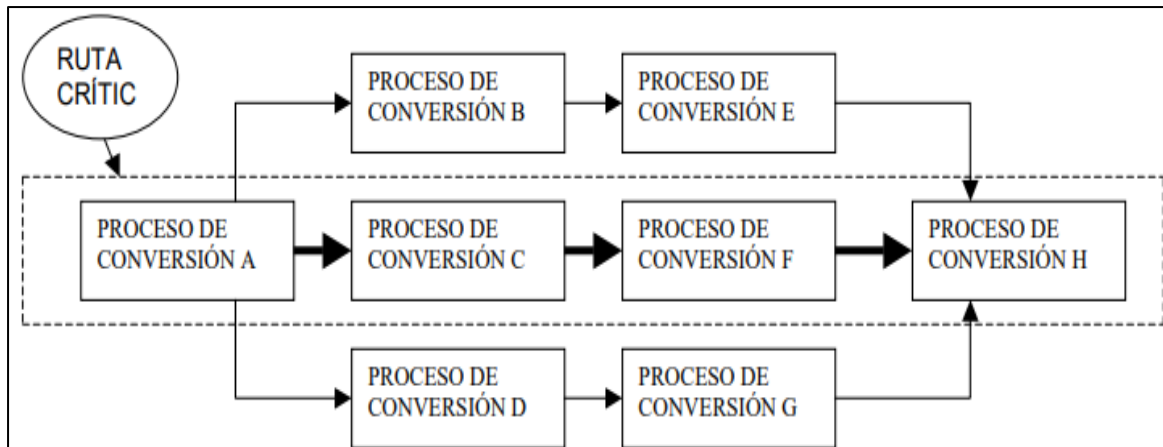
Programación clásica establecida dentro de obra



El modelo en cuestión es el esquema traducido cuando se programa tareas o actividades que está formada de más de dos tareas.

Figura 7

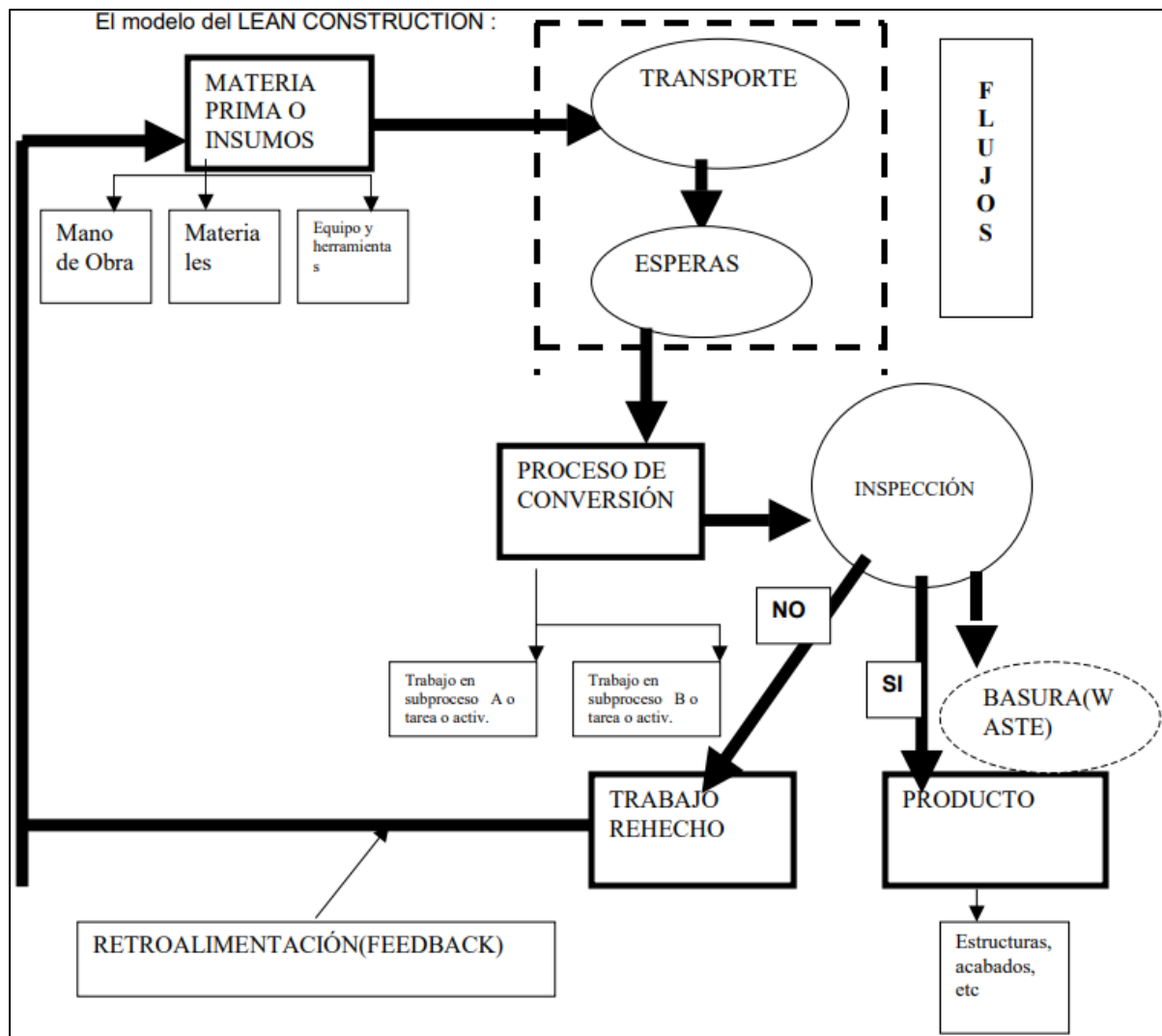
Ruta crítica



Este modelo clásico de programar dentro de la obra en cuestión no ha considerado los flujos o desplazamientos, paradas, almacenamiento, inspecciones, entre otros. Cabe destacar que los procesos son existentes entre el flujo físico y real que no agregan valor al producto final constructivo. Siendo inevitable, se promovió la propuesta siguiente bajo conversión de los tradicional al modelo Lean planteado.

Figura 8

Modelo Benchmarking regido por la metodología Lean Construction



Cabe destacar que el planteamiento tuvo un argüido sustento teórico regido por la filosofía Lean Construction, cuya validación se sostuvo en la puesta en marcha del enfoque clásico de construcción; pero, optimizando adecuadamente los recursos para una visión de calidad.

Figura 9

Producción y filosofía optimizada

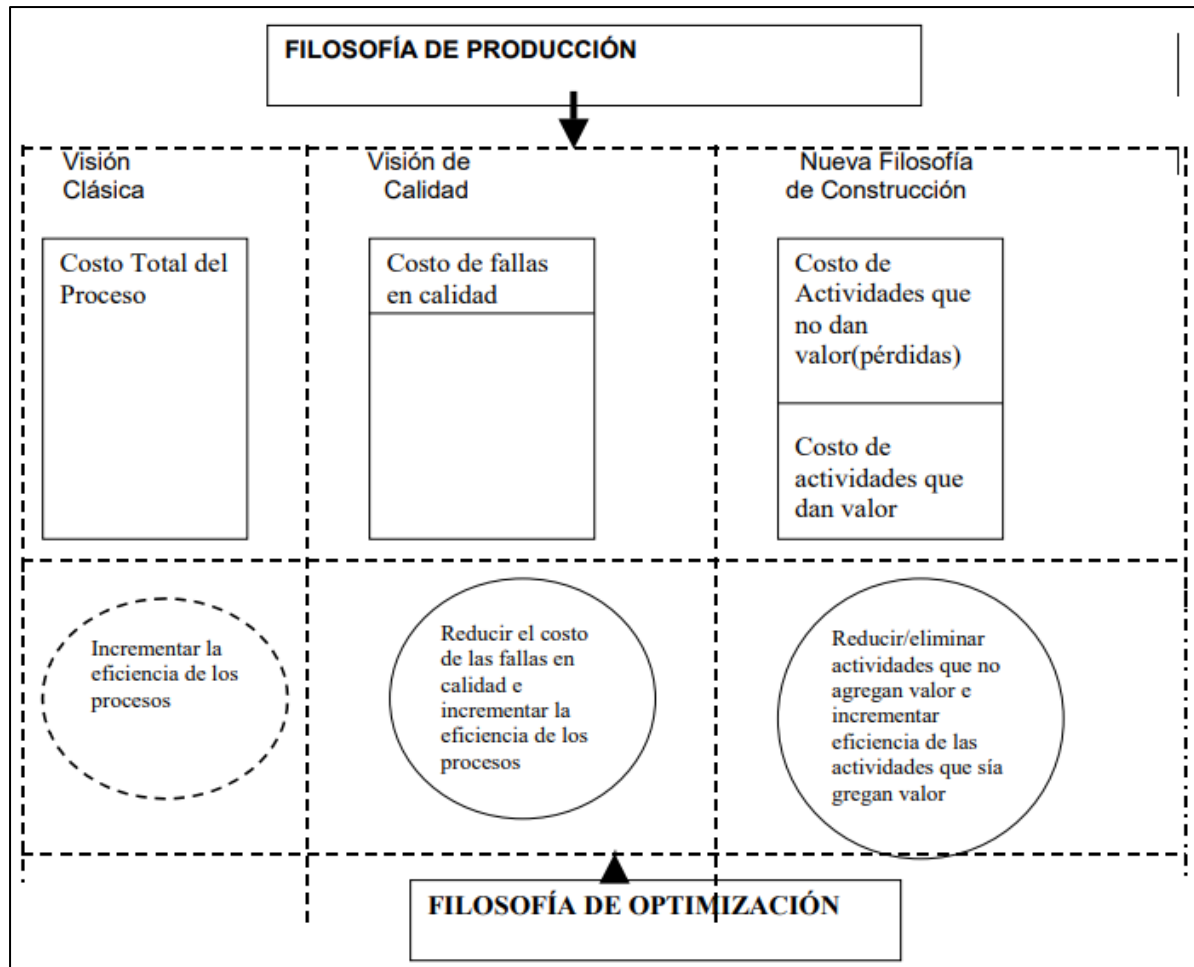


Tabla 13

Causas de incumplimiento acumulado

[illegible][illegible]

SEM 25	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
SEM 26	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0
SEM 27	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	1
SEM 28	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%	0	0%	1
SEM 29	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	1
SEM 30	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1
SEM 31	0	0%	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1
SEM 32	1	100%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%	1
	20	35%	10	18%	0	0%	5	9%	6	11%	0	0%	5	9%	2	4%	9	16%	0	0%	57

Figura 10

PPC acumulado

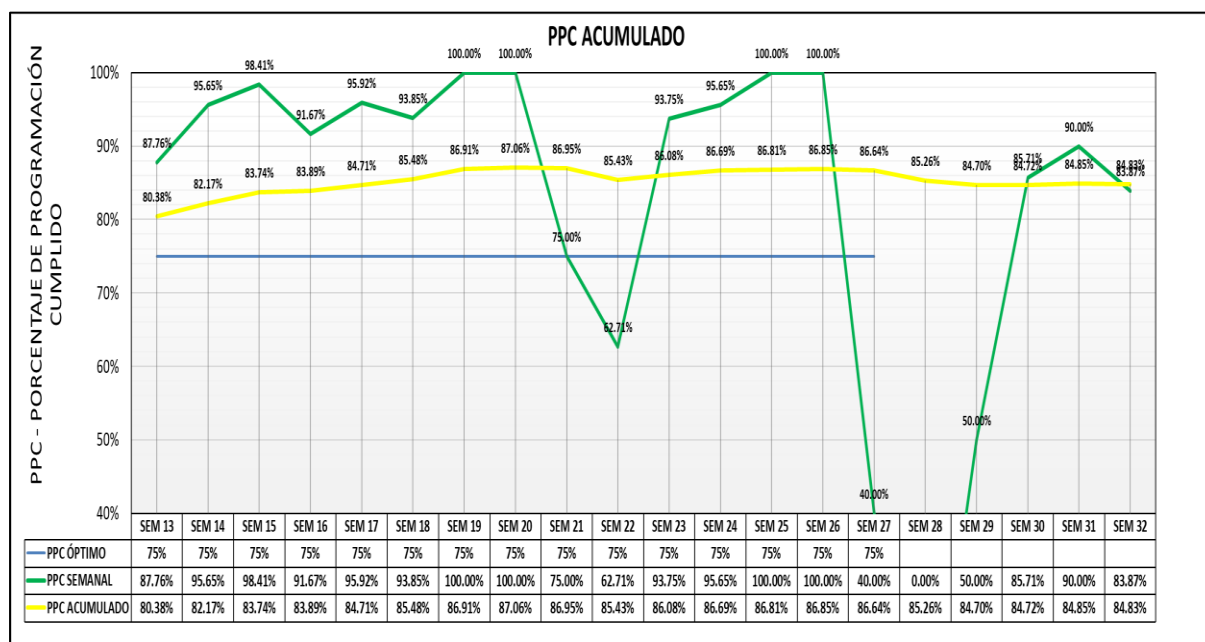


Figura 11

Análisis de causas de incumplimiento acumulado

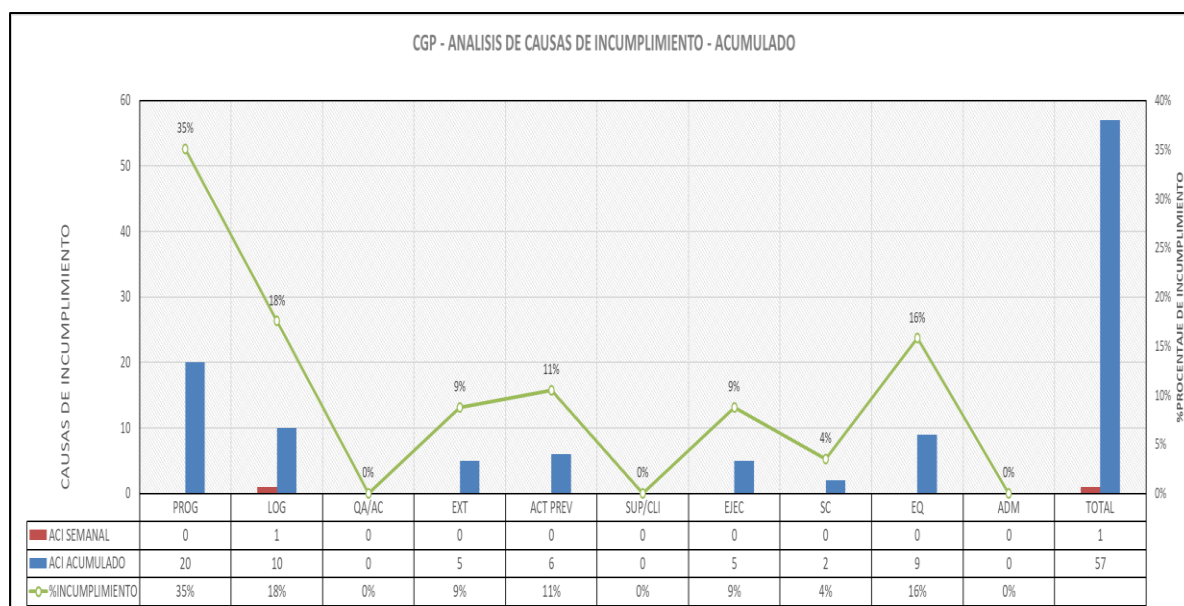


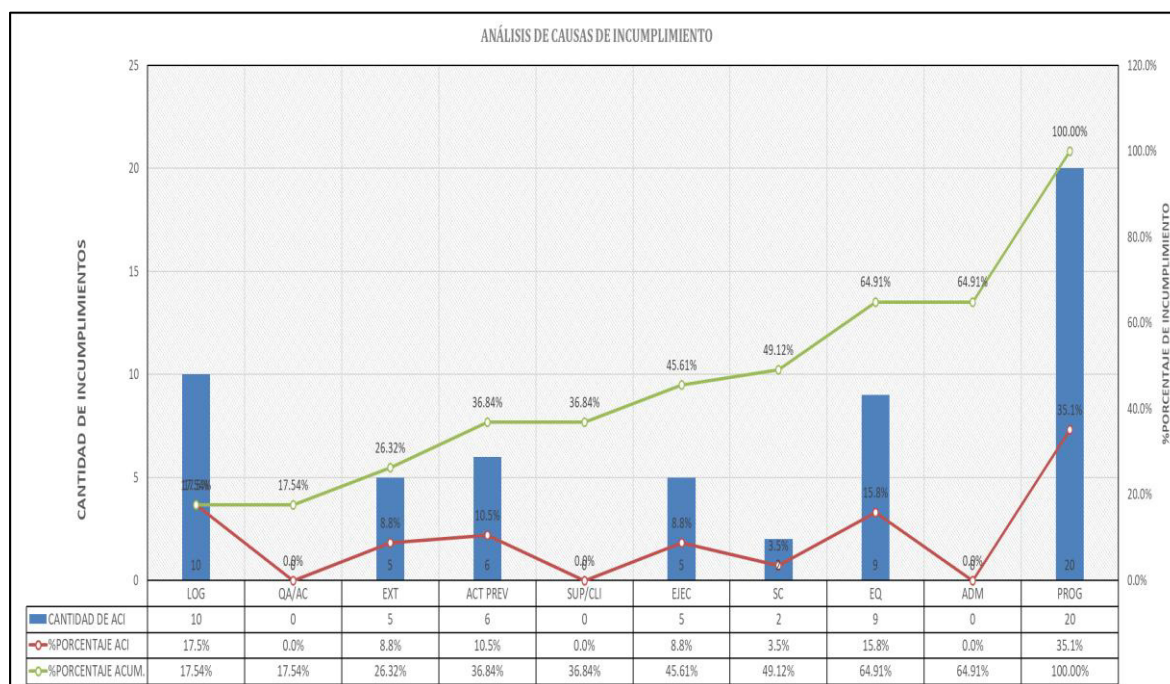
Figura 12*Análisis de causas de incumplimiento*

Tabla 14

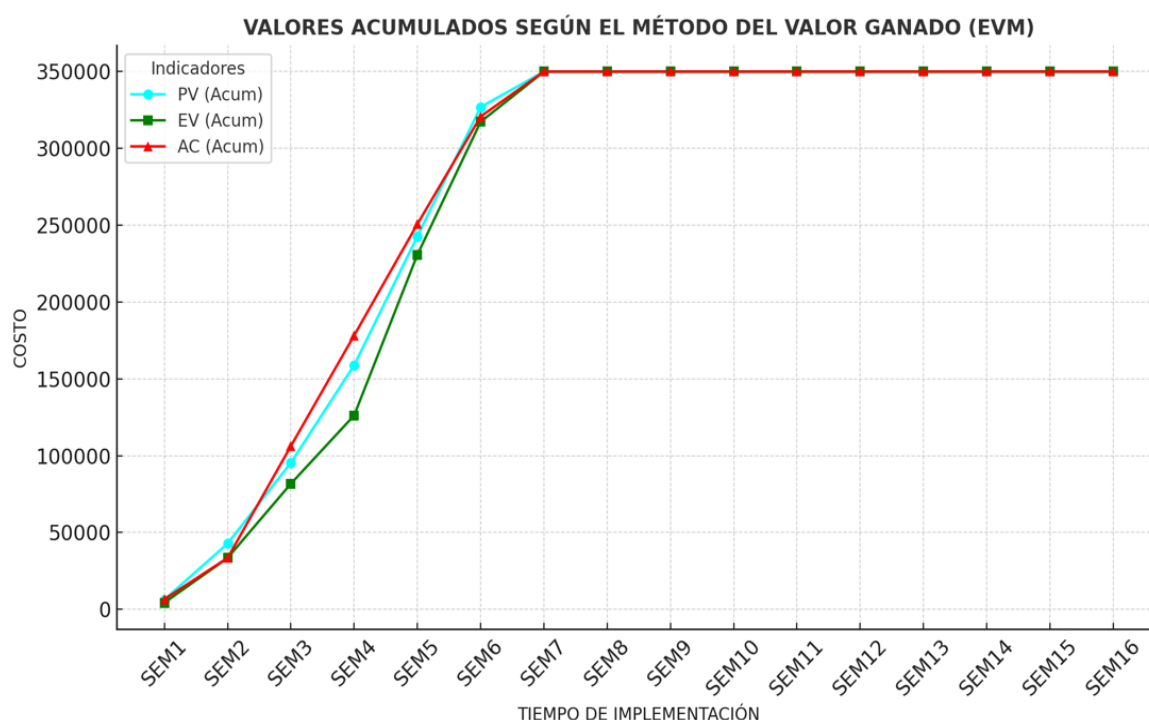
Indicadores acumulados EVM del proyecto posterior a la implementación

 Universidad Nacional Federico Villarreal		Fecha: 16/07/2023														
		Autor:														
		Obra:														
		Lugar:														
		Partida: Valor ganado														
Semana	Valor ganado (EVM)															
Semana	PV (Acum)	EV (Acum)	Ac (Acum)	% avance	CV	CPI	SV	SPI	BAC	EAC	ETC	VAC	EAC (tiempo)	TCPI	TSPI	PAC
Semana 1	S/6,265.19	S/4,260.33	S/6,528.16	6.22%	-S/2,267.83	0.65	-S/2,004.86	0.68	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	16 semanas	0.65	0.45	0.83
Semana 2	S/42,757.69	S/33,423.60	S/33,423.60	8.64%	-S/0.00	1.00	-S/9,334.09	0.78	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	S/257,255.92	16 semanas	0.75	0.55	0.88
Semana 3	S/95,384.62	S/81,707.88	S/106,234.28	11.93%	-S/24,256.40	0.77	-S/13,676.40	0.86	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	S/205,547.10	16 semanas	0.78	0.58	0.86
Semana 4	S/158.823.08	S/126,153.85	S/178,240.38	19.39%	-S/52,086.53	0.71	-S/32,669.23	0.79	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	S/175,537.85	16 semanas	0.77	0.58	0.90
Semana 5	S/242,769.23	S/230,769.23	S/250,759.25	34.54%	-S/19,989.98	0.92	-S/11,923.08	0.89	S/350,000.00	S/350,000.00	S/344,021.09	S/62,083.65	16 semanas	1.00	0.85	1.03
Semana 6	S/326,923.08	S/317,307.69	S/320,769.25	48.15%	-S/34,461.57	0.99	-S/9,615.38	0.97	S/350,000.00	S/350,000.00	S/293,473.07	S/44,320.33	16 semanas	1.05	0.89	1.10
Semana 7	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	54.42%	-S/19,355.52	0.95	-S/11,230.77	0.97	S/350,000.00	S/350,000.00	S/186,971.51	S/18,407.70	16 semanas	1.09	0.92	1.05
Semana 8	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	64.64%	-S/0.00	1.00	-S/24,076.92	1.00	S/350,000.00	S/350,000.00	S/108,409.75	S/3,368.69	16 semanas	1.10	0.97	1.00
Semana 9	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	75.03%	-S/12,992.68	0.97	-S/36,230.77	0.98	S/350,000.00	S/350,000.00	S/113,479.57	S/4,735.51	16 semanas	1.12	0.96	1.02
Semana 10	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	82.51%	-S/15,384.62	0.97	-S/15,384.62	0.98	S/350,000.00	S/350,000.00	S/103,842.36	S/4,731.54	16 semanas	1.10	0.96	1.03

Semana 11	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	87.32%	-S/2,583.78	1.00	-S/83,230.77	0.87	S/350,000.00	S/350,000.00	S/118,519.73	S/4,733.15	16 semanas	1.01	1.01	1.03
Semana 12	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	95.99%	-S/19,590.00	1.03	-S/10,384.62	1.00	S/350,000.00	S/350,000.00	S/75,139.93	S/3,006.71	16 semanas	1.01	1.02	1.04
Semana 13	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	90.34%	-S/16,482.20	1.04	-S/4,200.00	0.99	S/350,000.00	S/350,000.00	S/55,383.21	S/2,512.00	16 semanas	1.02	1.03	1.04
Semana 14	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	98.88%	-S/7,436.78	1.01	-S/12,000.00	1.01	S/350,000.00	S/350,000.00	S/11,075.51	S/1,345.92	16 semanas	1.00	1.04	1.05
Semana 15	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	99.83%	-S/0.00	1.00	-S/7,800.00	1.01	S/350,000.00	S/350,000.00	S/3,006.00	S/2,300.00	16 semanas	1.01	1.03	1.05
Semana 16	S/350,000.00	S/350,000.00	S/350,000.00	100.00%	-S/17,321.73	0.97	-S/10,000.00	1.01	S/350,000.00	S/350,000.00	S/5,645.00	S/3,400.00	16 semanas	1.01	1.03	1.04

Figura 13

Curva S EVM del proyecto posterior a la implementación



La tabla presentada detalla los indicadores acumulados según el método del Valor Ganado (EVM) para la obra en cuestión. En ella, se analizan los valores acumulados del Plan de Valor (PV), el Valor Ganado (EV) y el Costo Real (AC) a lo largo de 16 semanas de ejecución del proyecto. Además, se incluyen métricas clave como el porcentaje de avance, la variación de costos (CV), la variación de cronograma (SV), el índice de desempeño del costo (CPI) y del cronograma (SPI), así como el costo y tiempo estimados a la conclusión (EAC y ETC, respectivamente).

Los datos muestran cómo el proyecto evoluciona desde un avance inicial del 6.22% en la primera semana hasta alcanzar el 100% en la última semana. Sin embargo, se observan desviaciones significativas en las primeras semanas, como una variación negativa de costos (CV) en la semana 4 de -S/52,086.53, indicando que los costos reales superaron al valor ganado

en esa etapa. Conforme el proyecto avanza, los indicadores muestran una mejora en el desempeño, reflejado en índices CPI y SPI cercanos o iguales a 1, indicando un cumplimiento eficiente del costo y del cronograma.

El gráfico de la curva "S" complementa la interpretación de la tabla al mostrar de forma visual la evolución acumulada de los indicadores PV, EV y AC. En las primeras semanas, se evidencia una discrepancia entre el AC y el EV, indicando sobrecostos relativos al avance del proyecto. A partir de la semana 6, las líneas correspondientes al EV y al AC se aproximan, lo que denota un ajuste en el control del presupuesto y una mayor alineación con el cronograma planificado. Finalmente, en las últimas semanas, las tres líneas convergen, mostrando que el proyecto alcanzó los objetivos establecidos en términos de tiempo y costos.

4.5. Productividad y rentabilidad posterior a la implementación de la mejora

4.5.1. *Tiempo productivo (TP), tiempo contributivo (TC) y tiempo no contributivo (TNC)*

Para obtener los resultados de estos indicadores de productividad de mano de obra, se observó detalladamente la ejecución de las partidas más incidentes de la obra, las mismas que se encuentran en ruta crítica y las mismas que fueron analizados en páginas anteriores, como las obras de cartel de obra, movilización y desmovilización de maquinaria y equipos, limpieza de terreno manual, trazo, nivelación y replanteo preliminar, corte de terreno a nivel de subrasantes, excavación manual para zapatas y cimientos corridos, soldados de concreto y acero de refuerzo posterior a la implementación de la sectorización.

Tabla 15*Productividad de la mano de obra en general*

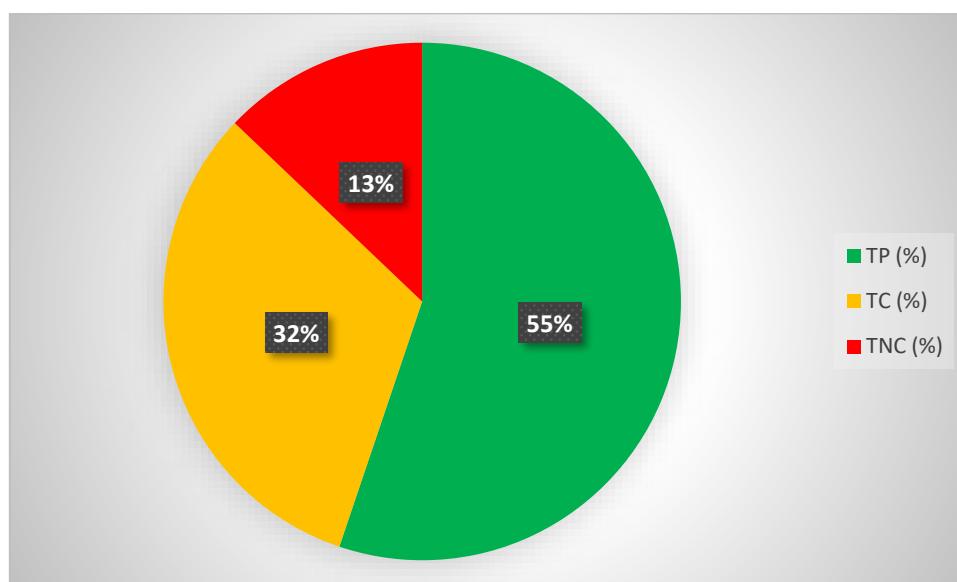
Partida	TP (min)	TC (min)	TNC (min)
Cartel de obra	142.25	102.3	88.74
Movilización y desmovilización de maquinaria y equipos	645	207.02	101
Limpieza de terreno manual	142.12	240	854
Trazo, nivelación y replanteo preliminar	1001.25	921	745.5
Corte de terreno a nivel de subrasante	1,512.02	804.20	451.25
Excavación manual para zapatas y cimientos corridos	1,723.02	925	84
Soldados de concreto	578.10	305.23	55
Acero de refuerzo	514.23	16.47	245.23
Total	11,236.86	6,499.22	2,624.72

La tabla presentada muestra la productividad de la mano de obra desglosada por partidas específicas relacionadas con actividades de construcción. Cada partida refleja tres indicadores principales: Tiempo Productivo (TP), Tiempo Contributivo (TC) y Tiempo No Contributivo (TNC), medidos en minutos. El TP se refiere al tiempo efectivamente invertido en realizar las tareas específicas de cada partida, mientras que el TC incluye actividades indirectamente relacionadas con la tarea principal, como preparación o coordinación. Por otro lado, el TNC representa tiempos perdidos debido a factores como interrupciones, demoras o ineficiencias.

En términos generales, se destaca que la mayor parte del tiempo acumulado corresponde al TP, con un total de 11,236.86 minutos, seguido del TC con 6,499.22 minutos, y finalmente el TNC, que suma 2,624.72 minutos. Partidas como "Excavación manual para zapatas y cimientos corridos" y "Corte de terreno a nivel de subrasante" son las actividades más demandantes en términos de TP, mientras que actividades como "Limpieza de terreno manual" evidencian altos valores de TNC, lo cual sugiere la necesidad de revisar y optimizar procesos para reducir tiempos improductivos y mejorar la eficiencia global de la obra.

Figura 14

Productividad después de la implementación con relación al TP, TC y TNC



Se esclarece en la figura la mejora dentro del trabajo productivo subiendo a 55% incrementando la productividad en un 13%. Consecuentemente, los trabajos contributarios se esclarece una mejora del 6% elevando a un 32%. Finalmente, respecto a los trabajos no contributarios, se evidencia un descenso significativo posterior a la implementación de la sectorización como metodología de mejora, se esclarece una mejora del 18%.

4.5.2. Horas hombre (HH) dentro de la productividad posterior a la implementación

Se abordó una hoja de control de las horas hombre establecidas dentro de la ejecución de obra. Se estableció un periodo de tiempo promedio de 4 semanas de medición para el análisis. En tal sentido, se presenta la condensación de los índices resultantes del proceso consolidado durante el procedimiento de sectorización.

Tabla 16

Productividad de la mano de obra después de la mejora

Partida	Horas hombre previstas	Horas hombres reales	Productividad de las horas hombre
Cartel de obra	97.02	86.01	1.12
Movilización y desmovilización de maquinaria y equipos	1,102.10	1,002.10	1.09
Limpieza de terreno manual	2,010.01	1,845.01	1.08
Trazo, nivelación y replanteo preliminar	1,450.04	1,312.06	1.10
Corte de terreno a nivel de subrasante	4,125.02	4,100.04	1.00
Excavación manual para zapatas y cimientos corridos	1,315	1,210	1.08
Soldados de concreto	397.23	385.23	1.03
Acero de refuerzo	649.02	614.02	1.05
Total	11,145.44	10,554.47	1.05

Se analizó la productividad de la mano de obra, comparando las horas hombre previstas y reales para cada partida de trabajo, así como la productividad de las horas hombre. La columna de horas hombre previstas representa el tiempo planificado para completar las tareas, mientras que las horas reales reflejan el tiempo realmente invertido. La productividad de las horas hombre se calcula como el cociente entre las horas previstas y las horas reales, con valores superiores a 1 indicando mayor eficiencia y valores iguales o inferiores a 1 sugiriendo ajustes en la planificación o ejecución.

En términos generales, la mayoría de las partidas presentan una productividad por encima de 1, destacando "Cartel de obra" (1.12) y "Trazo, nivelación y replanteo preliminar" (1.10), lo que indica un desempeño eficiente en estas actividades. Sin embargo, algunas partidas como "Corte de terreno a nivel de subrasante" tienen una productividad de 1.00, lo que refleja que las horas previstas fueron muy cercanas a las reales, indicando un cumplimiento ajustado al plan sin excedentes. En total, las horas hombre reales (10,554.47) son ligeramente menores a las previstas (11,145.44), lo que evidencia una gestión adecuada de los recursos y un desempeño global favorable en el proceso de sectorización.

4.5.3. Productividad fundamentada en el costo

Para este análisis se fundamenta de igual manera bajo 4 semanas de observación y recolección de campo, esto para evidenciar el comportamiento de los egresos en tiempo real para evidenciar la valorización de la obra. Según Córdova y Alberto (2018), los parámetros para establecer la efectividad y eficiencia del presupuesto en obra viene dado por los siguientes criterios:

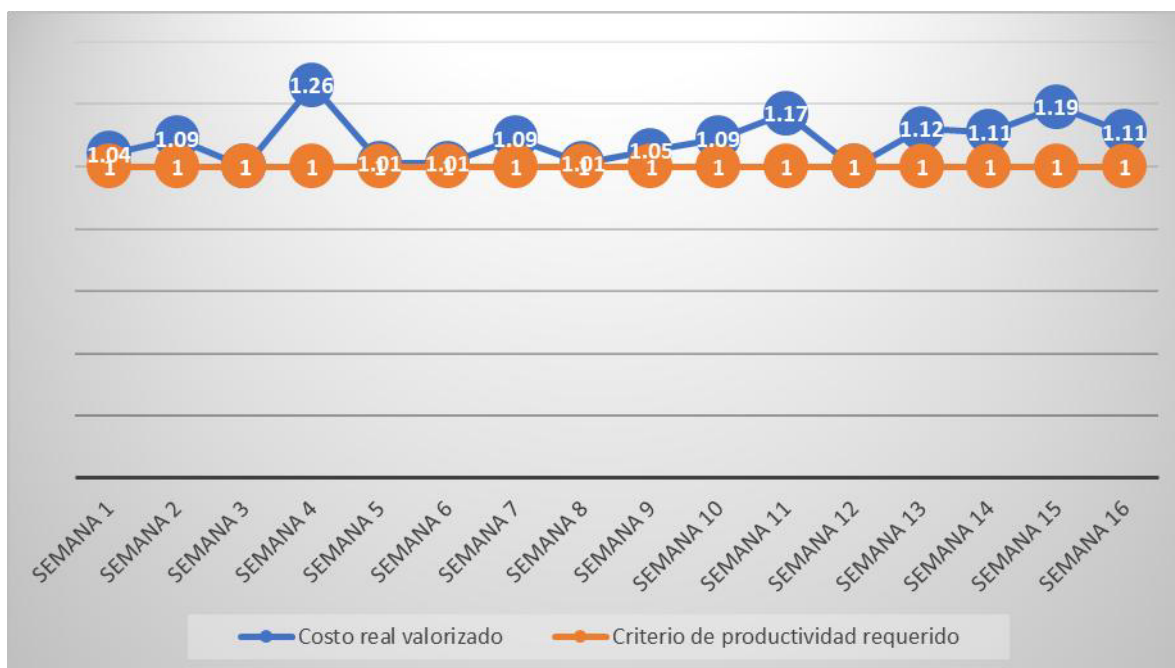
- Criterio 1: efectivo y eficiente: $1.04 \leq IP$
- Criterio 2: No eficiente y efectivo: $1.0 \leq IP < 1.04$
- Criterio 3: no eficiente y no efectivo: $IP < 1$

Con base a ello, se presenta la siguiente medición durante 4 semanas de análisis:

Tabla 17

Productividad de los costos bajo método posterior a la mejora

Semana	Costo de calendario contractual	Costo real valorizado	Productividad	Productividad requerida Córdova y Alberto (2018)	Conclusión
Semana 1	S/ 21,431.46	S/. 6,526.98	1.04	1	Criterio 1
Semana 2	S/ 11,973.84	S/. 123,843.68	1.09	1	Criterio 1
Semana 3	S/ 76,800.00	S/. 34,836.77	1.00	1	Criterio 2
Semana 4	S/ 19,132.92	S/. 59,045.73	1.26	1	Criterio 1
Semana 5	S/76,800.00	S/. 105,329.10	1.01	1	Criterio 2
Semana 6	S/12,476.79	S/. 8,677.86	1.01	1	Criterio 2
Semana 7	S/11,088.98	S/. 197,896.01	1.09	1	Criterio 1
Semana 8	S/7,239.82	S/. 26,628.62	1.01	1	Criterio 2
Semana 9	S/29,762.32	S/. 10,810.46	1.05	1	Criterio 1
Semana 10	S/14,785.30	S/. 48,333.00	1.09	1	Criterio 1
Semana 11	S/7,418.94	S/. 3,932.89	1.17	1	Criterio 1
Semana 12	S/14,785.30	S/. 24,796.86	1.00	1	Criterio 2
Semana 13	S/9,600.00	S/. 43,167.96	1.12	1	Criterio 1
Semana 14	S/11,973.84	S/. 13,207.02	1.11	1	Criterio 1
Semana 15	S/18,226.01	S/. 29,581.28	1.19	1	Criterio 1
Semana 16	S/11,973.84	S/. 40,202.24	1.11	1	Criterio 1
	Promedio		1.08	1	Criterio 1

Figura 15*Índice de productividad de los costos*

Se esclarece en la figura anterior el nivel de productividad de los costos generados no efectivos y no eficientes según la categoría establecida por Córdova y Alberto (2018), se evidencia que para la semana 16 el índice aumenta con relación a lo descrito por Córdova y Alberto (2018).

V. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En relación con el primer objetivo, referido a la incidencia de la constructabilidad, los resultados mostraron que su aplicación redujo incompatibilidades en planos y optimizó la secuencia de actividades en la obra de habitabilidad institucional en Socco. Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Rojas (2023), quien demostró que la integración de la constructabilidad en proyectos multifamiliares permitió aumentar en un 11.75% los trabajos productivos y reducir los no contributivos. De manera similar, Orihuela y Orihuela (2003) sostienen que la constructabilidad aplicada desde la etapa de diseño contribuye a mejorar la gestión del proyecto.

En contraste, Ardila (2018) había advertido que la constructabilidad en América Latina era poco conocida y aplicada, lo cual genera pérdidas en productividad. Este estudio confirma que, al contrario de esa realidad, cuando se incorpora de manera intencional y sistemática, se obtienen mejoras tangibles en el rendimiento, validando la pertinencia de su implementación en proyectos públicos locales.

El segundo objetivo, centrado en el benchmarking, evidenció que la comparación con proyectos de referencia permitió identificar brechas de productividad en mano de obra y materiales, generando estrategias de mejora adaptadas a la realidad local. Este resultado se encuentra en línea con Gómez (2022), quien mostró que la incorporación de planes piloto con herramientas Lean como Lookahead y Pull Planning redujo atrasos entre un 1% y 14%. Asimismo, Rojas (2023) diseñó un programa que integró benchmarking y constructabilidad, logrando registrar una ganancia significativa de horas hombre.

Por otro lado, estudios internacionales como los de Zambrano et al. (2020) y Sánchez (2022) también refuerzan que el benchmarking, junto con prácticas Lean, permite a las empresas constructoras modernizar sus procesos, mejorar la coordinación entre áreas y obtener

mayor control operativo. Los resultados en Socco demuestran que incluso en contextos rurales, esta herramienta es aplicable y eficaz.

En cuanto al tercer objetivo, relacionado con el programa Probeco, se halló que la estandarización de procesos y el seguimiento sistemático de indicadores facilitaron la detección de restricciones y la toma de decisiones oportunas en obra. Esto coincide con lo planteado por Phalen et al. (2014), quienes destacan que la implementación de un programa de constructabilidad documentado fortalece la gestión de proyectos. A nivel nacional, Chinchay (2023) también comprobó que Lean Construction, apoyado en herramientas como la carta balance y la gestión visual, permite cumplir metas de productividad y evitar atrasos en pavimentación urbana.

El análisis de Probeco, además, permite contrastar con Reyes (2020), quien en la Corporación Nacional del Cobre de Chile identificó que la sistematización de causas de no cumplimiento mediante plataformas digitales podía prevenir hasta el 75% de retrasos. La evidencia local reafirma la utilidad de programas de control y estandarización para reducir pérdidas en proyectos de diversa escala.

Finalmente, respecto al objetivo general, se confirmó que la aplicación integral de la metodología Lean Construction incidió significativamente en la productividad, reflejándose en mejoras en la eficiencia de mano de obra, reducción de desperdicios y cumplimiento del cronograma. Este resultado es congruente con Miranda-Mejía et al. (2020), quienes lograron un 76% de eficacia en la aplicación del Last Planner System en proyectos de acabados en Perú. Igualmente, coincide con Jiménez y Zúñiga (2024), quienes concluyeron que Lean Construction garantiza sostenibilidad, transparencia y cumplimiento de metas.

En suma, los hallazgos locales confirman que la filosofía Lean no solo es aplicable en grandes proyectos urbanos o mineros, sino también en obras de infraestructura institucional en

regiones rurales. Esta validación empírica fortalece la premisa de que la productividad en construcción no depende únicamente de la escala del proyecto, sino de la implementación adecuada de metodologías modernas de gestión.

VI. CONCLUSIONES

- 6.1. Se concluyó que la aplicación de la metodología Lean Construction mejoró cuantitativamente la productividad en la creación del servicio de habitabilidad institucional en Socco. La productividad de la mano de obra evidenció un incremento del trabajo productivo y una reducción del trabajo no contributivo, reflejando una redistribución eficiente del tiempo de trabajo durante la ejecución del proyecto. En términos económicos, el desempeño posterior a la implementación alcanzó un índice de productividad de costos promedio de 1.08, valor superior a la unidad, lo que indicó que los costos reales ejecutados fueron menores en relación con el valor planificado. Asimismo, el control del cronograma mostró un aumento sostenido del Porcentaje de Plan Completado (PPC) y una disminución de las causas de incumplimiento, confirmando que la metodología Lean Construction incidió positivamente en la eficiencia global del proyecto.
- 6.2. Se concluyó que la constructabilidad incidió positivamente en la productividad, al reducir incompatibilidades técnicas y reprocesos en la ejecución de las partidas críticas. Como resultado cuantitativo, la aplicación de criterios de constructabilidad permitió incrementar el porcentaje de trabajo productivo y reducir el trabajo no contributivo, lo que se tradujo en una disminución del consumo de horas-hombre por partida ejecutada. Esta optimización evidenció que la anticipación de soluciones constructivas mejoró el rendimiento operativo y redujo pérdidas asociadas a tiempos improductivos.
- 6.3. Se concluyó que el benchmarking mejoró cuantitativamente la productividad de la mano de obra y de los costos, al permitir adoptar rendimientos de referencia más eficientes. Los resultados mostraron un aumento del trabajo productivo y una reducción del trabajo no contributivo, generando una ejecución más eficiente de las actividades constructivas. En términos económicos, esta mejora se reflejó en un índice de productividad de costos

superior a 1.00, alcanzando un valor promedio de 1.08, lo que confirmó que el uso del benchmarking contribuyó directamente a optimizar el uso de los recursos del proyecto.

6.4. Se concluyó que el programa Probeco mejoró cuantitativamente la productividad asociada a la planificación y control del proyecto, al fortalecer la confiabilidad del sistema de programación. Como resultado, el Porcentaje de Plan Completado (PPC) aumentó progresivamente durante el periodo de estudio, mientras que las causas de incumplimiento se redujeron de manera sostenida, permitiendo un mayor control del avance físico. Además, el análisis de desempeño evidenció una mejor correspondencia entre el avance programado y el avance ejecutado, lo que confirmó que el programa Probeco contribuyó a una gestión más eficiente del tiempo y del cronograma de obra.

VII. RECOMENDACIONES

- 7.1. Incorporar la constructabilidad como política de gestión en proyectos municipales, asegurando que se aplique desde la fase de diseño hasta la ejecución, con equipos capacitados para anticipar y resolver incompatibilidades.
- 7.2. Establecer un sistema permanente de benchmarking en las entidades públicas, que permita comparar los resultados de obras locales con referentes nacionales e internacionales, promoviendo una cultura de aprendizaje y mejora continua.
- 7.3. Implementar de forma institucional el programa Probeco, integrándolo en los lineamientos de gestión de proyectos de infraestructura pública, con protocolos claros de estandarización, indicadores de seguimiento y retroalimentación constante.
- 7.4. Extender la aplicación de la metodología Lean Construction a proyectos de infraestructura en otras regiones del país, fomentando la capacitación de los equipos técnicos municipales y promoviendo la integración con herramientas digitales como BIM para fortalecer la eficiencia.

VIII. REFERENCIAS

- Alarcón, L. F., Mesa, H., & Howell, G. (2022). Lean Construction: Advances in theory and practice for improving project delivery. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(6), 04022045. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002289](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002289)
- Alarcón, L. F., Salvatierra, J., & Mesa, H. (2018). Improving reliability in construction planning through Lookahead and constraint analysis. *Journal of Construction Engineering and Management*, 144(9), 04018085. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001534](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001534)
- Alcaide, A., & Ruiz, P. (2021). Workflow sequencing and resource allocation in repetitive construction processes. *Journal of Construction Engineering and Management*, 147(12), 04021167. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002193](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002193)
- Alsulami, B., Elbeltagi, I., & Abdullah, A. (2022). Factors affecting construction productivity: A systematic review. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(5), 04022029. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002254](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002254)
- Aparicio, J., Pellicer, E., & Yepes, V. (2023). Theory of Constraints and Lean integration in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(1), 04022123. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002394](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002394)
- Aparicio, L., Amaya, O. y Devia, P. (2023). Aplicación de Deep Learning para la identificación de defectos superficiales utilizados en control de calidad de manufactura y producción industrial: una revisión de la literatura. *Ingeniería*, 28(1). <https://doi.org/10.14483/23448393.18934>

- Aparicio, P., García, M., & Serrano, D. (2023). Integrating Lean Construction and Theory of Constraints for workflow reliability in building projects. *Automation in Construction*, 148, 104776. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104776>
- Ardila, J. C. (2018). La constructabilidad como estrategia para mejorar la productividad en proyectos de edificación en Bogotá. *Revista Ingeniería de Construcción*, 33(2), 125–136. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732018000200125>
- Arias, K. y Yapuchura, V. (2019). *Aplicación del método Last Planner System enfocado a criterios de sectorización para la construcción de centros comerciales, en la provincia de Tacna, 2018*. [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna, Perú]. <https://repositorio.upt.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12969/831/Arias-Maldonado-Yapuchura-Platero.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M. J., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N., & Brown, S. (2017). *Reinventing construction: A route to higher productivity*. McKinsey Global Institute. <https://www.mckinsey.com/industries/capital-projects-and-infrastructure/our-insights/reinventing-construction-a-route-to-higher-productivity>
- Castaño, F., Pellicer, E., & Yepes, V. (2020). Line-of-balance scheduling in repetitive projects. *Automation in Construction*, 110, 103041. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2019.103041>
- Castaño, P., Sánchez, J. y García, J. (2021). Revisión bibliográfica sobre el estudio de pérdidas en la construcción bajo principios Lean. *Revista UIS Ingenierías*, 20(4), 27-44. <https://doi.org/10.18273/revuin.v20n4-2021003>

- Castaño, X., Morales, L., & Pinto, R. (2020). Productivity and risk balance in linear construction systems: A field evaluation. *Construction Management and Economics*, 38(10), 924–938. <https://doi.org/10.1080/01446193.2020.1730934>
- Castro, F., Castro, E., Osorio, J. y Merizalde, J. (2022). Causas de retraso en la construcción de proyectos de agua potable y alcantarillado en Ecuador. *Gaceta Técnica*, 23(1), 3-19. <https://doi.org/10.51372/gacetatecnica231.2>
- Cheng, Y., Won, J., & Lee, G. (2021). Quantifying productivity losses in construction due to workflow inefficiencies. *Automation in Construction*, 127, 103712. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2021.103712>
- Chinchay, B. (2023). *Aplicación de la metodología Lean Construction para mejorar la productividad en obra de pavimentación urbana, Cajamarca, 2020*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán, Perú]. Repositorio Institucional USS. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/11108>
- Collachagua, I. (2017). *Aplicación de la filosofía Lean construction en la construcción de departamentos multifamiliares “La Toscana”, como herramienta de mejora de la productividad*. [Tesis de grado, Universidad Continental, Perú]. Repositorio Institucional Continental. <https://hdl.handle.net/20.500.12394/3591>
- Comisión Económica para América Latina y el Caribe (2024). *América Latina y el Caribe ante el desafío de acelerar el paso hacia el cumplimiento de la Agenda 2030: transiciones hacia la sostenibilidad*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/5d78ae51-ddf7-4660-bd04-fced65d36f9b/content>
- Cortés, D., Salcedo, J., & Ríos, L. (2020). Implementación del Last Planner System en proyectos de construcción: análisis de sus pilares y efectos en el flujo de trabajo. *Revista*

Ingeniería de Construcción, 35(3), 199–210. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732020000300199>

Cortés, J., Alarcón, L. F., & Mesa, H. (2020). Key pillars of the Last Planner System. *Lean Construction Journal*, 2020, 58–71. <https://leanconstructionjournal.org/index.php/LCJ/article/view/132>

Cortés, M., Muñoz, D. y Ávila, M. (2020). Principales requerimientos de una herramienta TI basada en last planner® system. *Revista Ingeniería de Construcción*, 35(2), 126-134. https://scielo.conicyt.cl/scielo.php?script=sci_abstract&pid=S0718-50732020000200126&lng=es&nrm=iso

Cruz, N. y Centeno, E. (2019). La construcción epistemológica en Ingeniería Civil: visión de la Universidad de Costa Rica. *Actualidades Investigativas en Educación*, 19(1), 164-195. <http://dx.doi.org/10.15517/aie.v19i1.35328>

Daniel, E., & Pasquire, C. (2023). Enhancing learning cycles in Lean Construction: A study on continuous improvement within Last Planner System environments. *Construction Management and Economics*, 41(5), 377–392. <https://doi.org/10.1080/01446193.2023.2173456>

Daniel, E., & Pasquire, C. (2023). Last Planner System and collaborative planning performance. *Construction Management and Economics*, 41(5), 387–403. <https://doi.org/10.1080/01446193.2023.2174658>

Daz, D., Alarcón, L. F., & González, V. (2017). Lookahead planning reliability in construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 143(10), 04017063. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001368](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001368)

- Daz, R., López, F., & Herrera, P. (2017). Integración del Look Ahead Planning en sistemas de producción Lean: análisis de restricciones y control del flujo de trabajo. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32(1), 45–58. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732017000100045>
- Daz, R., López, F., & Herrera, P. (2019). Replanteamiento de la planificación tradicional mediante el Last Planner System en entornos Lean. *Journal of Construction Research*, 12(2), 145–160. <https://doi.org/10.24184/jcr.v12i2.2019>
- Díaz, L., De Oliveira, M., Pucharelli, P. y Pinzón, J. (2019). Integración entre el sistema last planner y el sistema de gestión de calidad aplicados en el sector de la construcción civil. *Revista Ingeniería de Construcción*, 34(2), 146-158. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732019000200146>
- Díaz-Bateca, D. C. & Rolón-Cárdenas, O. P. (2019). “El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. *Interfaces*, 3(1), 1-19.
- Durón, F., Rivas, L. & Cárdenas, M. (2023). Modelos para evaluar la complejidad de los proyectos de construcción de infraestructura. *Revista Ingeniería*, 28(1), e19021. <https://doi.org/10.14483/23448393.19021>
- Durón, R., Méndez, J., & Pineda, F. (2023). Constructability in civil infrastructure projects. *Revista Ingeniería y Región*, 11(2), 55–68. <https://doi.org/10.30554/ir.2023.11.2.2334>
- Escante, J., & Ariza, V. (2025). Constructability practices and productivity in civil works. *Revista Ingeniería de Construcción*, 40(1), 21–34. <https://doi.org/10.4067/S0718-50732025000100021>
- Escante, M. & Ariza, V. (2025). Evaluación de la constructibilidad post-construcción y la calidad del servicio en infraestructura de educación superior: evidencia de un campus

universitario peruano. *Revista Sostenibilidad*, 17(21), 9884.

<https://doi.org/10.3390/su17219894>

Figueroa, C., Martínez, R., & Paredes, H. (2017). Lineal production planning based on train-of-work methods in civil projects. *Revista Ingeniería de Construcción*, 32(2), 115–128.

<https://doi.org/10.4067/S0718-50732017000200115>

Figueroa, M., Diez, A., Castrillón, L. y Manrique, E. (2017). Simulación, Implementación y Pruebas de un Sistema de Compensación en Corriente Directa basado en Ultra Capacitores, para Sistemas Ferroviarios. *Información Tecnológica*, 28(1), 179-188.
<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642017000100018>

García, M., Paredes, L., & Suárez, J. (2016). Análisis de restricciones operativas en sistemas productivos complejos. *Revista Ingeniería Industrial*, 38(2), 45–58.

<https://doi.org/10.26439/ing.ind2016.v38n2.1234>

Ghosh, S., & Sweis, G. (2023). Revisiting productivity measurement in construction: Insights from global practices. *International Journal of Project Management*, 41(2), 189–201.

<https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2022.12.004>

Gilacopa, A. & Colque, R. (2020). *Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad de las obras de edificaciones en la ciudad de Tacna*. [Tesis de grado, Universidad Privada de Tacna, Perú]. Repositorio Institucional UPT.
<https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/1563>

Gómez, P. (2022). *Guía práctica para la implementación de la metodología Lean Construction en el proyecto Termosuria*. [Tesis de maestría, Universidad de los Andes]. Repositorio Institucional UNIANDES.

<https://repositorio.uniandes.edu.co/entities/publication/bcda29d1-3a2b-4864-ae85-3434dd20e100>

- González, A. y Estrada, R. (2015). Análisis dinámico por elementos finitos del conjunto soporte-captador de alta frecuencia de un tren subterráneo. *Ingeniería Mecánica*, 18(1), 23-30. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-59442015000100003
- González, J., & Estrada, M. (2015). Application of Theory of Constraints in linear task sequencing. *International Journal of Project Management*, 33(5), 1025–1034. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2015.01.005>
- Gupta, M., & Boyd, L. (2021). Theory of Constraints: Applications and advances in modern operations management. *International Journal of Production Economics*, 231, 107866. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2020.107866>
- Hamzeh, F., Zankoul, E., & Rached, F. (2022). Collaborative planning and transparent workflows: Impacts of Last Planner System in construction projects. *Automation in Construction*, 140, 104376. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104376>
- Hoyos, C., & Botero, L. (2018). Aplicación del Last Planner System para mejorar la eficiencia productiva en proyectos de obra civil. *DYNA*, 85(204), 221–228. <https://doi.org/10.15446/dyna.v85n204.66245>
- Hoyos, M. y Botero, L. (2018). Evolución e impacto mundial del Last Planner System: una revisión de la literatura. *Ingeniería y Desarrollo*, 36(1). <https://doi.org/10.14482/inde.36.1.10946>
- Hwang, B., Shan, M., & Looi, K. (2021). Key factors affecting productivity in construction projects. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 28(3), 879–896. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2020-0189>
- Jiménez, P. & Zuñiga, A. (2024). *Influencia en la aplicación de la metodología Lean Construction en obras de construcción*. [Tesis de grado, Universidad Señor de Sipán, Perú]. Repositorio Institucional USS.

<https://repositorio.uss.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12802/13094/Jimenez%20Medina%20Paola%20%26%20Zu%C3%B1iga%20Ino%C3%B1an%20Alicia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Koskela, L., & Howell, G. (2021). The underlying theory of Lean Construction revisited: Implications for productivity and flow. *Construction Management and Economics*, 39(9), 748–760. <https://doi.org/10.1080/01446193.2021.1931634>

Koskela, L., & Howell, G. (2021). Reforming project management: The role of Lean Construction. *Lean Construction Journal*, 2021, 1–15. <https://leanconstructionjournal.org/index.php/LCJ/article/view/152>

Leal, R. (2022). *Análisis del sistema Lean Construction como herramienta para la mejora continua en la productividad de la empresa constructora Kuman para el proyecto Torres de Altiva* [Tesis de grado de especialista, Universidad de América]. Repositorio Institucional UAMERICA <https://repository.uamerica.edu.co/bitstream/20.500.11839/8932/4/55455-2022-1-GEC.pdf>

Liker, J. K., & Franz, J. K. (2021). *The Toyota Way to Continuous Improvement* (2nd ed.). McGraw-Hill. <https://doi.org/10.1036/9781260468534>

Llerena, D. (2019). *Mejora de la productividad aplicando las herramientas Lean Construction en la ejecución del edificio Liberty de 20 pisos en la etapa de Casco Estructural ubicado en el distrito de Pueblo Libre*. [Tesis de grado, Universidad San Martín de Porres, Perú]. Repositorio Institucional USMP. https://repositorio.usmp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12727/5904/llerena_vdm.pdf?sequence=1&isAllowed=y

- Long, D., González, V., & Kim, Y. (2022). Integrating Theory of Constraints and Lean principles to improve workflow in construction projects. *Automation in Construction*, 142, 104480. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2022.104480>
- Medina-Hernández, E. (2022). *Desafíos de salud y bienestar en el mundo según indicadores ODS*. *Ciencia & Saúde Colectiva*, 29(2), 1-11. <https://doi.org/10.1590/1413-81232024292.15782022>
- Michalski, A., Glodzinski, E. y Bee, K. (2022). Técnicas de gestión de la construcción esbelta y tecnología BIM: revisión sistemática de la literatura. *Procedia Informática*, 196, 1036-1043. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.12.107>
- Michalski, A., Wodinski, M., & Novak, P. (2022). Managing workflow reliability in linear construction systems. *Journal of Civil Engineering and Management*, 28(4), 267–281. <https://doi.org/10.3846/jcem.2022.16493>
- Michalski, R., Costa, D., & Formoso, C. (2022). Flow continuity and productivity in Lean Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(9), 04022116. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002316](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002316)
- Ministerio de Salud (2023). *Informe de evaluación de institucional, correspondiente al año 2023*. <https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/6367467/5586907-informe-poi-pei-minsa-2023.pdf>
- Miranda, M. y Torobisco, E. (2019). *Evaluación de la eficiencia de la aplicación del Last Planner System en un proyecto de construcción en la etapa de acabados-Arquitectura del Perú en el año 2019*. [Tesis de grado, Universidad Tecnológica del Perú]. Repositorio Institucional UTP. <https://repositorio.utp.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12867/3532/Maykol%20Miran>

[da_Esmeralda%20Torobisco_Trabajo%20de%20Investigacion_Bachiller_2019.pdf?sequence=1&isAllowed=y](https://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312020000100014)

- Miranda, M., Torobisco, E. y Gómez, R. (2020). Evaluación de la eficacia de la aplicación de last planner system en un proyecto de construcción en la etapa de acabados - arquitectura en Perú en el año de 2019. *Investigación y Desarrollo*, 20(1), 193-213. http://www.scielo.org/bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2518-44312020000100014
- Murillo, M. & Llerena, J. (2024). Incorporación del modelo Lean Construction para innovar la gestión del tiempo en proyectos de construcción. *Perfiles Ingeniería*, 20(21), 38-57. <https://doi.org/10.31381/perfilesingenieria.v20i21.6599>
- Navarro, D. y Lanzón, M. (2018). Materiales de construcción. Estrategias para su enseñanza en las escuelas de arquitectura. *ESTOA, Revista de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Cuenca*, 7(14), 81-98. <https://doi.org/10.18537/est.v007.n014.a03>
- Neville, A. M., & Brooks, J. J. (2021). *Concrete Technology* (2nd ed.). Pearson.
- O'Connor, J. T., O'Brien, W. J., & Choi, J. O. (2020). Implementing constructability principles for improved project delivery. *Journal of Construction Engineering and Management*, 146(3), 04020008. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001765](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001765)
- Oficina de las Naciones Unidas de Servicios para Proyectos (2022). *Fortalecer la resiliencia de los sistemas de salud ante un futuro incierto: un informe de Economist Impact*. https://content.unops.org/publications/Health-systems-resilience_ES.pdf
- Ohno, T. (2020). *Toyota Production System: Beyond large-scale production* (30th Anniversary ed.). CRC Press. <https://doi.org/10.1201/9780429283165>
- Organización Mundial de la Salud (2024). *World health statistics 2024: monitoring health for the SDGs, sustainable development goals*.

<https://iris.who.int/bitstream/handle/10665/376869/9789240094703-eng.pdf?sequence=1>

- Osunsammi, A., Aigbavboa, C., & Thwala, W. (2019). Enhancing repetitive work efficiency through balanced linear scheduling. *Journal of Engineering, Design and Technology*, 17(5), 973–987. <https://doi.org/10.1108/JEDT-07-2018-0115>
- Osunsammi, T., Oke, A. y Clinton, A. (2019). Lean Construction Supply Chain: A Bibliometric Analysis of the Knowledge Base. *Modular And Offsite Construction*, 1(1).
- Osunsanmi, T., Oke, A., & Aigbavboa, C. (2019). Productivity improvement in repetitive construction processes. *Journal of Construction Engineering and Management*, 145(4), 04019018. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0001629](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0001629)
- Pérez, G., Del Toro, H. y López, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: caso estudio. *RITI*, 7(14), 110-121.
- Pérez, G., Rosales, J., López, A., Ponce, C. y Rodríguez, E. (2019). Evaluación de la gestión en la construcción de una tienda de conveniencia por medio de lean construction. *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, 13(3), 1-13. <https://www.redalyc.org/journal/1939/193961007001/html/>
- Pérez, P., Costa, D., & Formoso, C. (2019). Lean production in construction: Principles and applications. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 26(5), 842–859. <https://doi.org/10.1108/ECAM-10-2017-0222>
- Phalen, J., Porter, M., & Martin, J. (2014). Constructability improvement program: Framework and guidelines for project teams. *Construction Research Congress Proceedings*, 234–243. <https://doi.org/10.1061/9780784413517.024>

- Piechnick, C., & Müller, M. (2020). Measuring labor effort: Advances in work-hour analytics. *International Journal of Project Management*, 38(2), 95–104. <https://doi.org/10.1016/j.ijproman.2019.10.006>
- Pinzón, J. y Millán, A. (2017). Evaluación de herramientas para la gerencia de proyectos de construcción basados en los principios del PMI y la experiencia. *Prospectiva*, 15(2), 51-59. <https://doi.org/10.15665/rp.v15i2.746>
- Quispe, R. (2017). *Aplicación de “lean construction” para mejorar la productividad en la ejecución de obras de edificación, Huancavelica, 2017*. [Tesis de maestría, Universidad Cesar Vallejo]. Repositorio Institucional UCV. https://repositorio.ucv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12692/14979/Quispe_MRE.pdf?sequence=1
- Rahman, M., Alzubi, Y., & Williams, T. (2023). Managing constraints in construction projects. *Construction Management and Economics*, 41(7), 629–645. <https://doi.org/10.1080/01446193.2023.2211446>
- Rahman, S., Salam, M., & Chowdhury, S. (2023). System constraints and continuous improvement: A revised perspective on TOC in project-based environments. *Journal of Operations Management*, 68(1), 34–52. <https://doi.org/10.1016/j.jom.2022.100123>
- Razo, D. y García, O. (2021). Evaluación integral de la seguridad estructural de edificaciones existentes dañadas por sismos de gran magnitud. *Ingeniería Sísmica*, (104). <https://doi.org/10.18867/ris.104.565>
- Reyes, H. (2020). *Integración y análisis de eventos de mejora con Lean Construction en proyectos mineros de Codelco*. [Tesis de grado, Universidad de Chile, Chile]. Repositorio Institucional UCHILE. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/177905>

- Reyes-López, C., Aguilar, R., & Torres, D. (2023). Lean planning and workflow reliability: Effects of Lookahead analysis in medium-scale construction projects. *Automation in Construction*, 149, 104785. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104785>
- Reyes-López, M., Pellicer, E., & Yepes, V. (2023). Look-ahead planning and productivity improvement. *Automation in Construction*, 148, 104772. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2023.104772>
- Rojas, A. (2023). *Aplicación de conceptos Lean Construction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco, 2021*. [Tesis de grado, Universidad Nacional Federico Villarreal, Perú]. Repositorio Institucional UNFV. https://repositorio.unfv.edu.pe/bitstream/handle/20.500.13084/6828/UNFV_FIC_Rojas_Vargas_Javier_Valentin_Titulo_profesional_2023.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Sacks, R., Brilakis, I., & Pikas, E. (2022). Workflow balance and productivity improvement in linear construction. *Advanced Engineering Informatics*, 52, 101623. <https://doi.org/10.1016/j.aei.2022.101623>
- Sacks, R., Brilakis, I., Pikas, E., & Ly, V. (2020). Construction productivity research: Status, challenges, and future directions. *Automation in Construction*, 113, 103144. <https://doi.org/10.1016/j.autcon.2020.103144>
- Sánchez, H. (2022). *Análisis del sistema Lean construcción como herramienta para la mejora continua en la productividad de la empresa Constructura Kuman para el Proyecto Torres de Altiva*. [Tesis de grado, Universidad de las Américas, Colombia]. Repositorio Institucional UAMERICA. <https://repository.uamerica.edu.co/items/a1a42dad-6cd1-4654-8ce0-58cee3984793>

- Sandoval, A. & Valdez, M. (2020). *Aplicación de la filosofía Lean Construction para la mejora de la productividad en la construcción de 129 unidades básicas de saneamiento en cuatro caseríos del distrito de Llama- provincia de Chota-departamento de Cajamarca*. [Tesis de licenciatura, Universidad de San Martín de Porres]. Repositorio Institucional USMP. <https://hdl.handle.net/20.500.12727/9217>
- Sandoval, L., Ruiz, J. y López, G. (2016). La sectorización en redes de agua potable para mejorar su eficiencia hidráulica. *Ingeniería hidráulica y Ambiental*, 37(2), 29-43. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1680-03382016000200003
- Seppänen, O., Ballard, G., & Pikas, E. (2022). Improving flow and reducing variability through Lookahead Planning in the Last Planner System. *Construction Management and Economics*, 40(11), 890–905. <https://doi.org/10.1080/01446193.2022.2059874>
- Serpell, A. y Verbal, R. (1990). Análisis de operaciones mediante carta de balance. *Revista Ingeniería de Construcción*, (9), 1-16.
- Smith, R., & Torres, E. (2021). Quantity takeoff and measurement accuracy in construction projects. *Journal of Construction Research*, 19(2), 145–159. <https://doi.org/10.1016/j.jcr.2021.03.004>
- Thomas, A., González, V., & Freire, C. (2023). Constraints, criticality and flow stability in sequential construction systems. *Construction Innovation*, 23(3), 547–562. <https://doi.org/10.1108/CI-05-2022-0107>
- Thomas, H. R., Horman, M., & Thomas, S. (2023). Construction productivity management. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(2), 04022198. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002412](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002412)

- Valdes, Y., García, T. y González, T. (2022). Material de estudio sobre calidad en la construcción para la carrera Ingeniería Civil. *EduSol*, 22(78), 191-205. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1729-80912022000100191
- Vargas, R. (2017). Productividad en la industria de la construcción en el Perú. *Revista de la Construcción*, 16(1), 52–60. <https://doi.org/10.7764/RDLC.16.1.52>
- Viana, D., Mota, B., Peixoto, M., & Formoso, C. (2023). Benchmarking and continuous improvement in Lean Construction. *Journal of Construction Engineering and Management*, 149(3), 04022156. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002457](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002457)
- Yi, W., & Chan, A. (2020). Critical review of labor productivity research in construction. *Journal of Management in Engineering*, 36(5), 03120003. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000828](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000828)
- Zambrano, B., Cabello, S. y Ponce, E. (2020). Estado actual de la aplicación de la metodología Lean Construction en la gestión de proyectos de construcción en Colombia. *Ingeniare*, 2(25), 1-27.
- Zambrano, C., Lao, Y. y Moreno, M. (2019). El pensamiento lean desde la manufactura hasta la salud: una revisión de la literatura. *Correo Científico Médico*, 23(3), 876-894. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1560-43812019000300876
- Zambrano, J., Alarcón, L. F., & Pellicer, E. (2014). Lean construction principles applied to public projects. *Journal of Construction Engineering and Management*, 140(4), 04013068. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0000846](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0000846)
- Zenteno, A. (2004). *Aplicación de la metodología Lean Construction para la mejora de la planificación y programación en la construcción de un centro de salud* [Tesis de

licenciatura. Pontificia Universidad Católica del Perú]. Repositorio Institucional PUCP.

<http://hdl.handle.net/20.500.12404/28398>

IX. ANEXOS.

Incidencia de la aplicación de la metodología Lean Construction para mejorar la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.					
Problemas	Objetivos	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Metodología
General	General	General	V. Independiente Lean Construction	Constructabilidad Benchmarking Probeco	Enfoque: Cuantitativo-longitudinal Tipo: Aplicado Diseño: No experimental Población: Se tomó en consideración como población al casco estructural. Muestra: Por medio de un muestreo censal se consideró como muestra la obra en cuestión.
¿Cuál es la incidencia de la aplicación de la metodología Lean construction en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024?	Determinar la incidencia de la aplicación de la metodología Lean Construction en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.	La aplicación de la metodología Lean Construction incide significativamente en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.			
Específicos	Específicos	Específicos			
¿Cuál es la incidencia de la constructabilidad en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024?	Determinar la incidencia de la constructabilidad en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.	La constructabilidad incide significativamente en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.			
¿Cuál es la incidencia del benchmarking en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024?	Determinar la incidencia del benchmarking en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.	El benchmarking incide significativamente en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.	V. Dependiente Productividad	Productividad de la mano de obra	
¿Cuál es la incidencia de un programa probeco en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024?	Determinar la incidencia de un programa probeco en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.	El programa Probeco incide significativamente en la mejora de la productividad en la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.		Productividad en recursos y materiales	
				Productividad del calendario y plan maestro	

Lista de tareas

 Universidad Nacional Federico Villarreal		LISTA DE TAREAS	
Nombre:			
Cargo:			
Ítem	Tarea	Descripción	Fecha
Nombre:			
Cargo:			
Ítem	Tarea	Descripción	Fecha
Nombre:			
Cargo:			
Ítem	Tarea	Descripción	Fecha

Lista de chequeo

 Universidad Nacional Federico Villarreal		LISTA DE TAREAS	
Nombre:			
Cargo:			
Ítem	Tarea	¿Fue realizado?	Obs.
Nombre:			
Cargo:			
Ítem	Tarea	¿Fue realizado?	Obs.
Nombre:			
Cargo:			
Ítem	Tarea	¿Fue realizado?	Obs.

Formato de FIRST RUN STUDIES

 Universidad Nacional Federico Villarreal			FIRST RUN STUDIES		
Índice de productividad actual de la mano de obra					
PARTIDA:					
N. Personas	hh trabajadas	hh totales	#UBS	Metrado (m3)	IP
PARTIDA:					
N. Personas	hh trabajadas	hh totales	#UBS	Metrado (m3)	IP
PARTIDA:					
N. Personas	hh trabajadas	hh totales	#UBS	Metrado (m3)	IP
PARTIDA:					
N. Personas	hh trabajadas	hh totales	#UBS	Metrado (m3)	IP
PARTIDA:					
N. Personas	hh trabajadas	hh totales	#UBS	Metrado (m3)	IP
PARTIDA:					
N. Personas	hh trabajadas	hh totales	#UBS	Metrado (m3)	IP
PARTIDA:					
N. Personas	hh trabajadas	hh totales	#UBS	Metrado (m3)	IP

Carta Balance



Universidad Nacional
Federico Villarreal

CARTA BALANCE

PROYECTO:

NOMBRE DEL OBSERVADOR:

ACTIVIDAD OBSERVADA:

UBS:

FECHA:

HORA INICIO:

N°	TRABAJADOR 1	TRABAJADOR 2	TRABAJADOR 3	TRABAJADOR 4	TRABAJADOR 5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
7					
8					
9					
10					
11					
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					
26					
27					
28					
29					
30					

A				
B				
C				
D				
E				
F				
G				
H				
I				
J				
K				
L				
M				
N				
O				
P				
Q				
R				
S				
Total				

Trabajador	Nombre completo	Categoría	Edad	Procedencia

Tipo	Letras	Tarea
TP	A	
	B	
	C	
	D	
	E	
	F	
	G	
	H	
TC	I	
	J	
	K	
	L	
TNC	M	
	N	
	O	
	P	
	Q	
	R	
	S	

TOTAL	
0	TP
0	
0	
0	
0	
0	
0	
0	
0	TC
0	
0	
0	
0	TNC
0	
0	
0	
0	TOTAL

Formato LookAhead Planning

[illegible]

Formato de plan semanal

[illegible]

Formato de porcentaje de plan cumplido

[illegible]

Análisis de restricciones

[illegible]

Anexo C. Validación por juicio de expertos

 Universidad Nacional Federico Villarreal	 Facultad de Ingeniería Civil
Pregrado Escuela profesional de ingeniería civil	
VALIDEZ DE CONTENIDO (JUICIO DE EXPERTOS)	
Estimado experto, se hace una respetada solicitud para que sea usted el validador de los instrumentos de la investigación titulada: "INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CREACIÓN DE SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL, APURÍMAC, 2024".	
Objetivo: Determinar la incidencia de la aplicación de la metodología Lean Construction en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.	
Instrucciones: La evaluación requiere de lectura detallada y completa de cada uno de los instrumentos propuestos para cotejarlos de manera cualitativa con los criterios propuestos relacionados a: claridad en la redacción, relevancia con el contenido y coherencia con el dominio del criterio propuesto, en caso necesario se ofrece un espacio de recomendaciones si las hubiera.	
Juez N.01:	
Fecha actual: 30/06/2025	
Nombre y apellido del juez: Leydi Ruth Gutierrez Valenzuela	
Mención a su grado académico: Título de Ingeniero Civil	
Institución filial: Universidad Alas Peruanas	
Institución de trabajo: Municipalidad Provincial de Grau	
Años de experiencia laboral o científica: 05 años	
 Ing. Leydi Ruth Gutierrez Valenzuela CIP: 240281	



Universidad Nacional
Federico Villarreal



Facultad de
Ingeniería Civil

Pregrado

Escuela profesional de ingeniería civil

VALIDEZ DE CONTENIDO

(JUICIO DE EXPERTOS)

Estimado experto, se hace una respetada solicitud para que sea usted el validador de los instrumentos de la investigación titulada: **"INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CREACIÓN DE SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL, APURÍMAC, 2024"**.

Objetivo: Determinar la incidencia de la aplicación de la metodología Lean Construction en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.

Instrucciones:

La evaluación requiere de lectura detallada y completa de cada uno de los instrumentos propuestos para cotejarlos de manera cualitativa con los criterios propuestos relacionados a: claridad en la redacción, relevancia con el contenido y coherencia con el dominio del criterio propuesto, en caso necesario se ofrece un espacio de recomendaciones si las hubiera.

Juez N.02:

Fecha actual: 16 de julio del 2025

Nombre y apellido del juez: Milquiedes Yaguno Velille

Mención a su grado académico: Título Profesional de Ingeniero Civil

Institución filial: Universidad Nacional Micaela Bastidas de Apurímac

Institución de trabajo: Municipalidad Provincial de Grau

Años de experiencia laboral o científica: 02 años



Milquiedes Yaguno Velille
INGENIERO CIVIL
CIP. 399426



Pregrado

Escuela profesional de ingeniería civil

VALIDEZ DE CONTENIDO

(JUICIO DE EXPERTOS)

Estimado experto, se hace una respetada solicitud para que sea usted el validador de los instrumentos de la investigación titulada: **"INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CREACIÓN DE SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL, APURÍMAC, 2024"**.

Objetivo: Determinar la incidencia de la aplicación de la metodología Lean Construction en la mejora de la productividad de la creación de servicio de habitabilidad institucional, Apurímac, 2024.

Instrucciones:

La evaluación requiere de lectura detallada y completa de cada uno de los instrumentos propuestos para cotejarlos de manera cualitativa con los criterios propuestos relacionados a: claridad en la redacción, relevancia con el contenido y coherencia con el dominio del criterio propuesto, en caso necesario se ofrece un espacio de recomendaciones si las hubiera.

Juez N.03:

Fecha actual: 01/07/2025

Nombre y apellido del juez: Jimmy Janampa Valenzuela

Mención a su grado académico: Título de Ingeniero Civil.

Institución filial: Universidad Privada de Trujillo

Institución de trabajo: Municipalidad Provincial de Grau

Años de experiencia laboral o científica: 8 años


 Jimmy Janampa Valenzuela
 ING. CIVIL
 CIP. N° 25901

Anexo D. Autorización de uso de la información


**MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE
TAPAIRIHUA**

"Año de la recuperación y consolidación de la economía peruana"

Cuadro N°1
AUTORIZACIÓN DE USO DE INFORMACIÓN

Por medio de la presente, la MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE TAPAIRIHUA, con RUC N°20156481476, con domicilio en Plaza de Armas S/N, debidamente representado por su Alcalde Distrital Samuel Ismael Salinas Tumba

HACE CONSTAR:

Que, al Bachiller Nish Henderson Pareja Palomino

Se le autoriza de forma unánime el uso de información proporcionada por nuestra organización para el desarrollo de su tesis de grado para optar el título profesional de **Ingeniero Civil** en la **Universidad Nacional Federico Villarreal** que tuvo como propósito **ANALIZAR LA INCIDENCIA DE LA APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA LEAN CONSTRUCTION PARA MEJORAR LA PRODUCTIVIDAD EN LA CREACIÓN DE SERVICIO DE HABITABILIDAD INSTITUCIONAL, APURÍMAC, 2024**

Cabe destacar que, se exige el buen empleo de la información en cuanto a confidencialidad, citaciones, entre otros, con fin único y exclusivo académico. Se expide y proporciona a la parte interesada para la finalidad requerida y conveniente por parte del solicitante.

Se otorga la presente constancia para los fines que correspondan.

Atentamente,

Tapairihua, 04 de diciembre del 2025

"Recuperando la confianza del pueblo para servirlo mejor"




Samuel Ismael Salinas Tumba
DNI: 81000044
ALCALDE

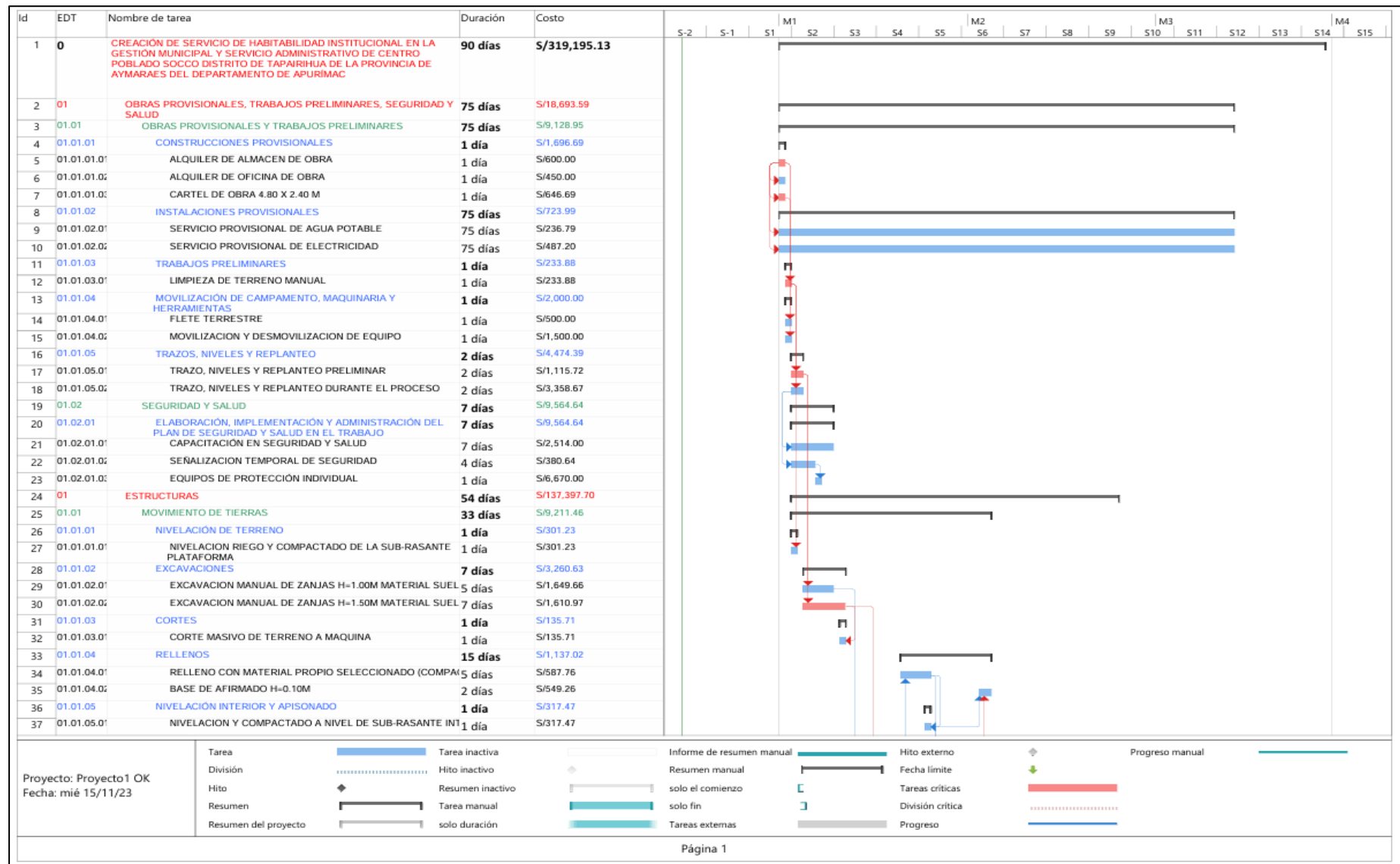


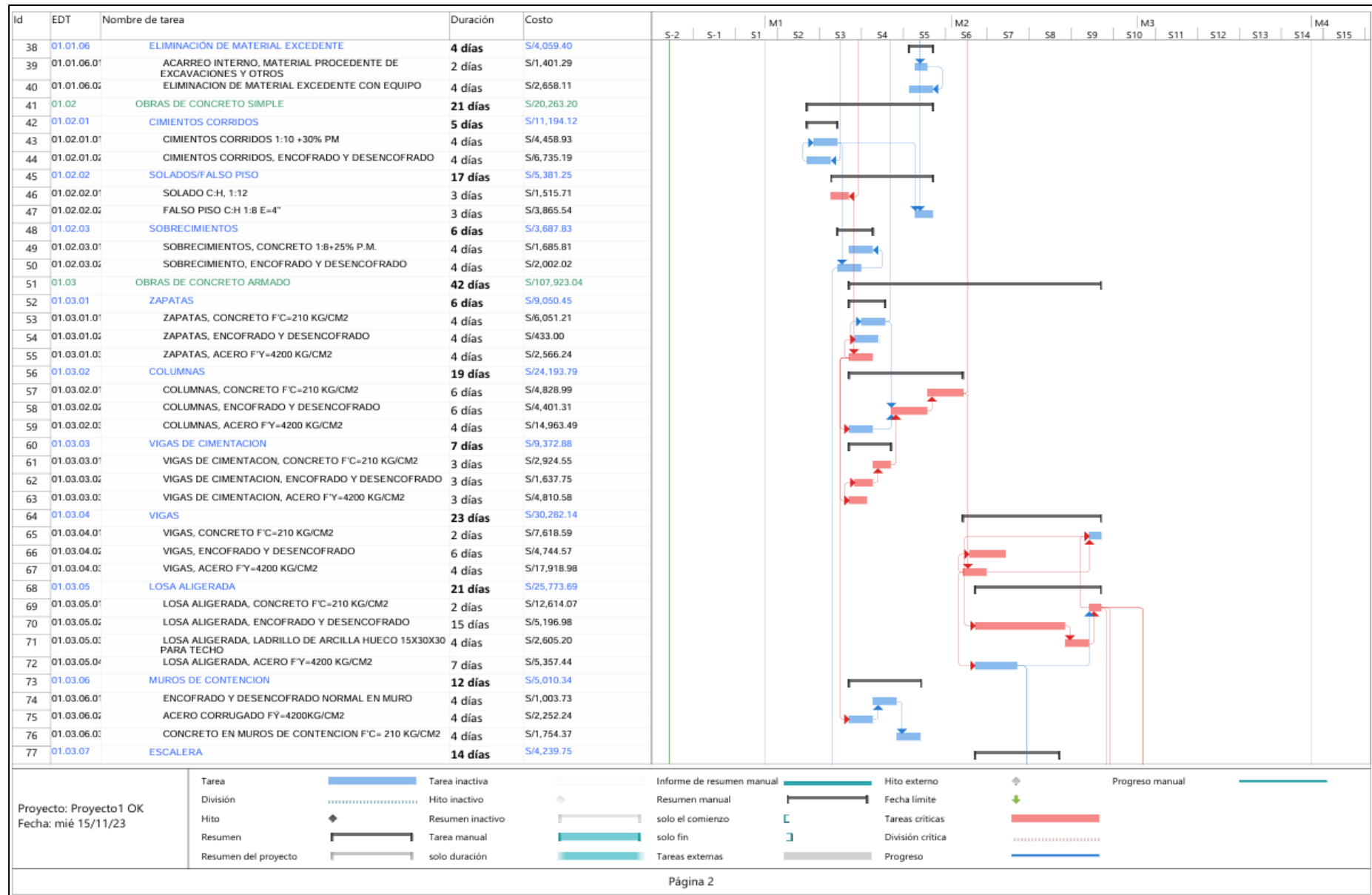
"Recuperando la confianza del pueblo para servirlo mejor"

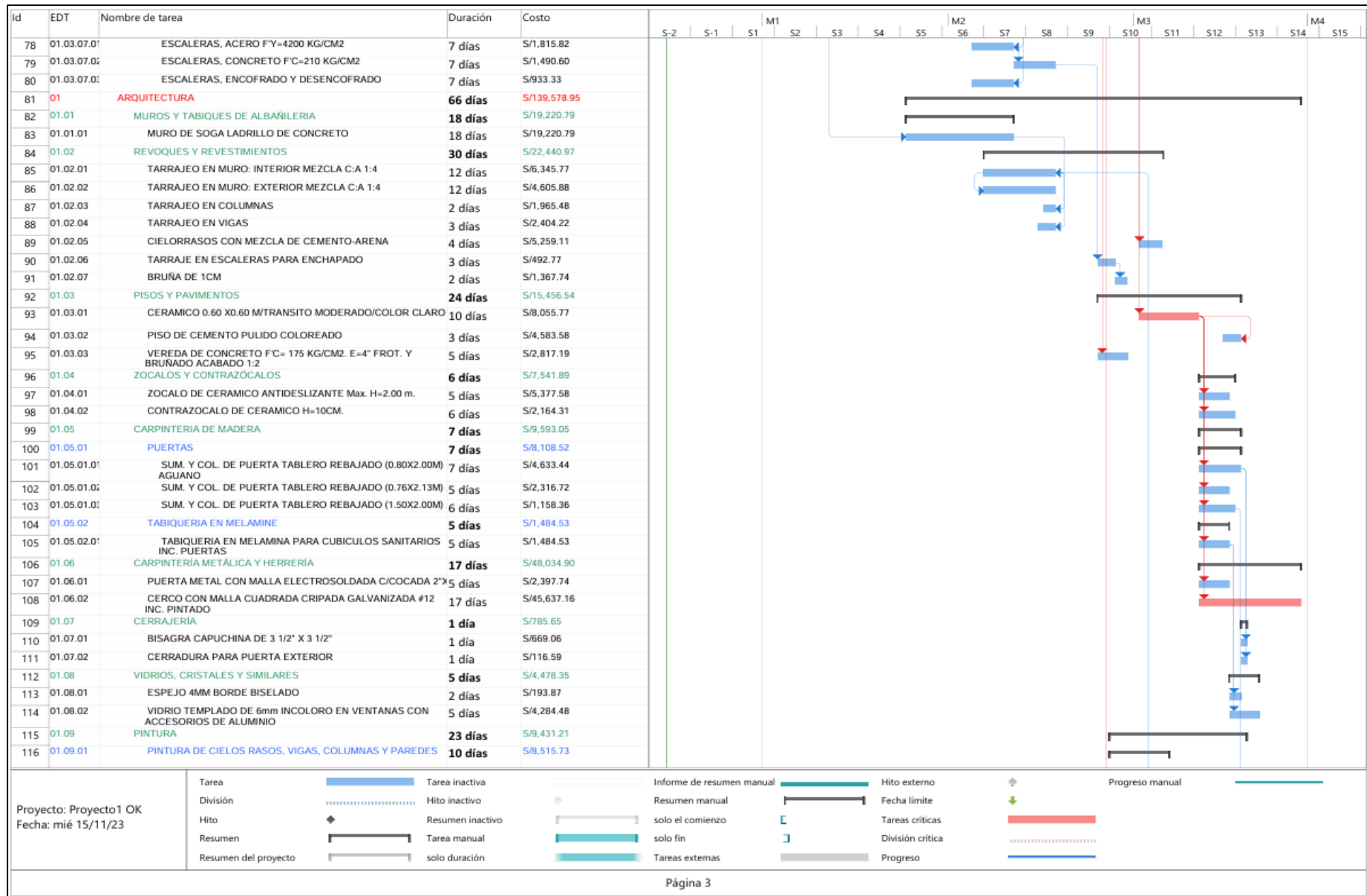
983769527
tapairihua2023.2026@gmail.com
Plaza de Armas - Tapairihua

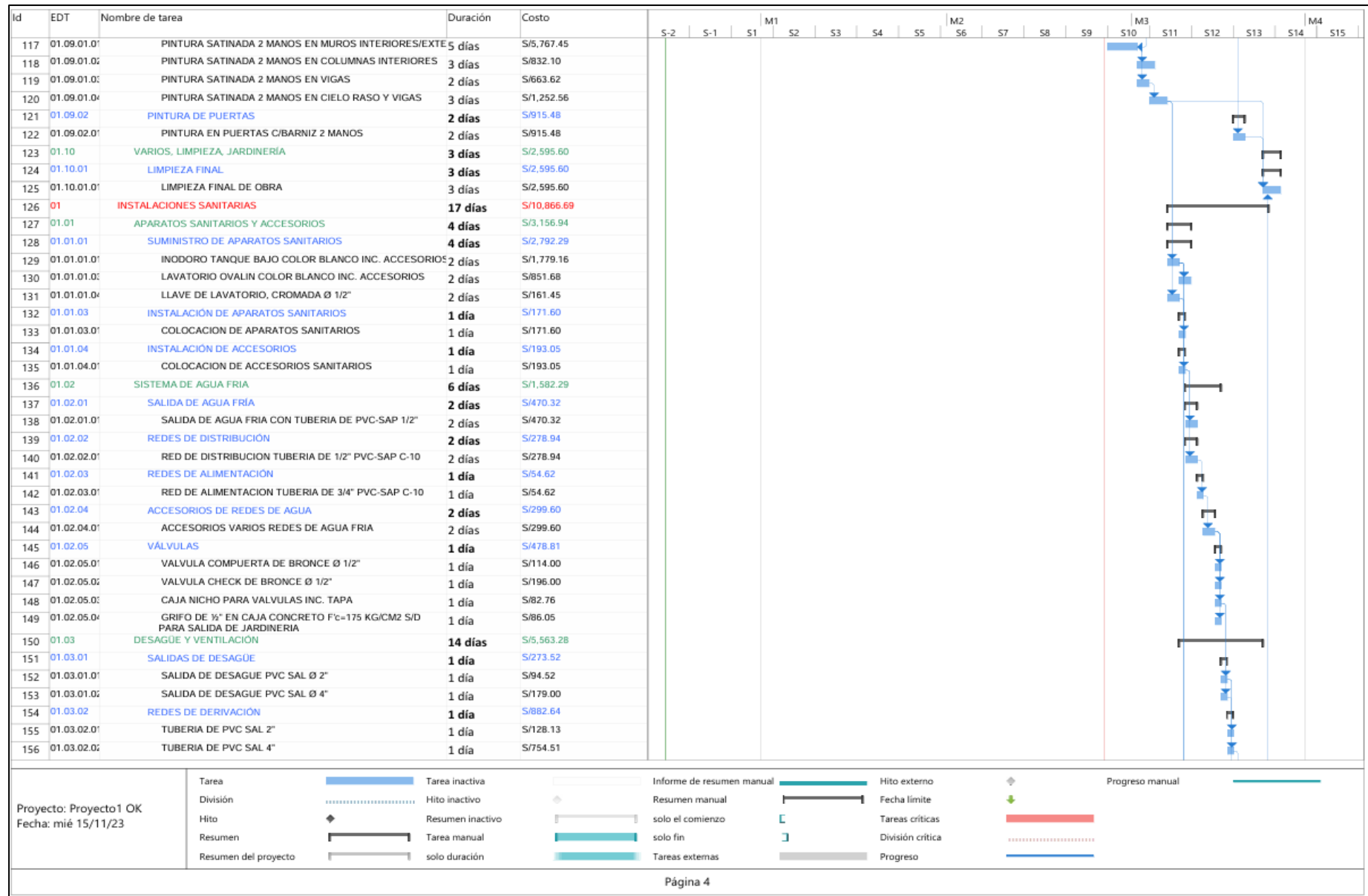


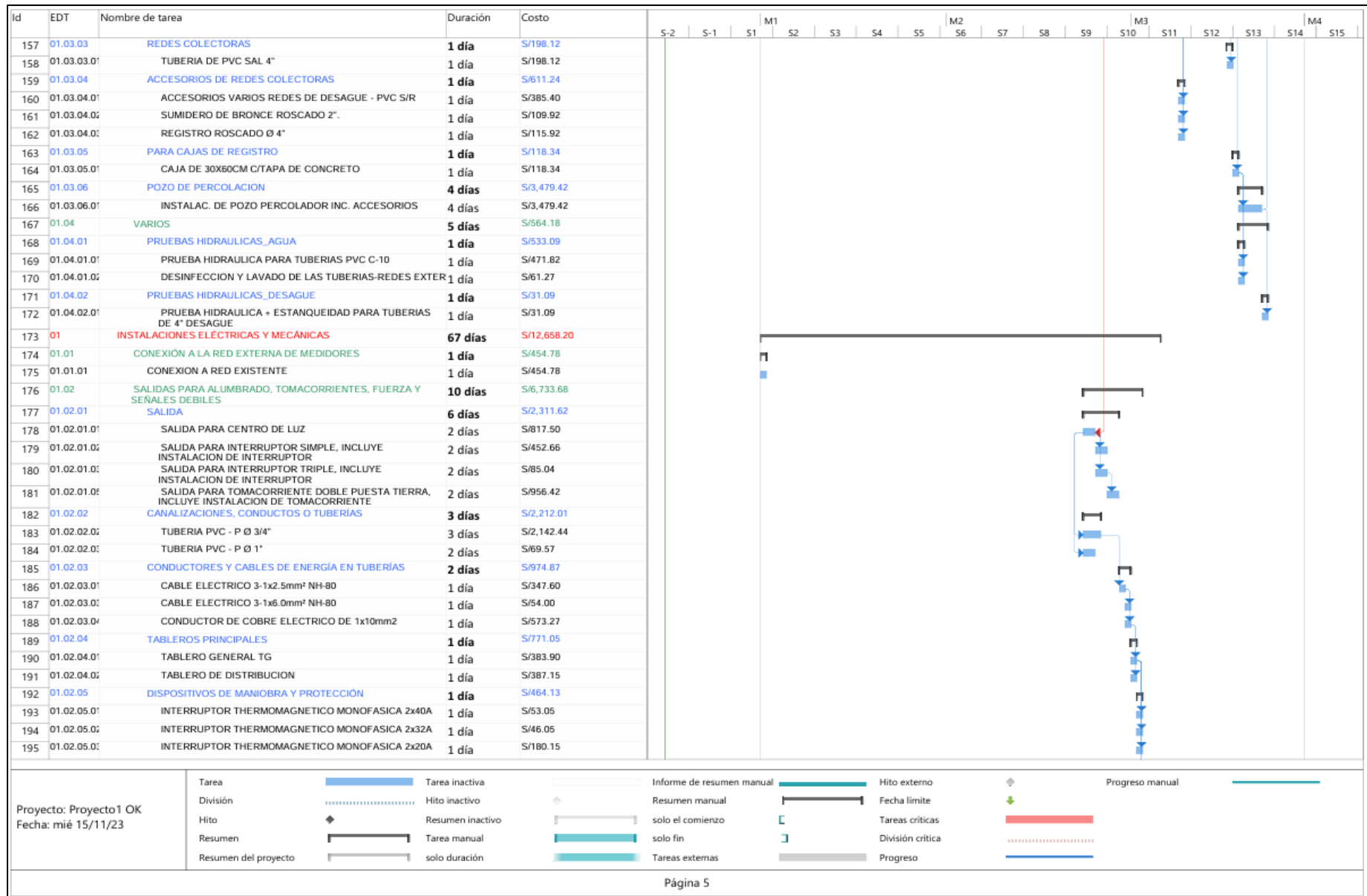
Anexo E. Cronograma Gantt











Id	EDT	Nombre de tarea	Duración	Costo																		
					S-2	S-1	S1	M1	S2	S3	S4	S5	M2	S7	S8	S9	M3	S11	S12	S13	S14	M4
196	01.02.05.04	INTERRUPTOR THERMOMAGNETICO MONOFASICA 2x16A	1 día	S/129.15																		
197	01.02.05.05	INTERRUPTOR DIFERENCIAL 2x25A	1 día	S/55.73																		
198	01.03	INSTALACION DEL SISTEMA DE PUESTA A TIERRA	3 días	S/799.65																		
199	01.03.01	POZO A TIERRA	3 días	S/799.65																		
200	01.04	ARTEFACTOS	2 días	S/3,170.09																		
201	01.04.01	LÁMPARAS	2 días	S/3,170.09																		
202	01.04.01.01	LUMINARIA PANEL LED DE 40W	2 días	S/2,354.60																		
203	01.04.01.02	LUMINARIA LED DE 20W	1 día	S/702.30																		
204	01.04.01.03	LUMINARIA LED SPOT LIGHT 10W	1 día	S/113.19																		
205	01.05	SISTEMA DE SEGURIDAD	2 días	S/1,500.00																		
206	01.05.01	PRUEBAS ELECTRICAS	2 días	S/1,500.00																		
207	01.05.01.01	PRUEBAS DE ASILAMIENTO POR TABLERO DE DISTRIBUCION	2 días	S/500.00																		
208	01.05.01.02	PRUEBAS DE CONTINUIDAD DE INSTALACIONES INTERIORES	2 días	S/500.00																		
209	01.05.01.03	PRUEBAS Y BALANCEO DE CARGA	2 días	S/500.00																		

Proyecto: Proyecto1 OK

Fecha: mié 15/11/23

Tarea

División

Hito

Resumen

Resumen del proyecto

Tarea inactiva

Hito inactivo

Resumen inactivo

Tarea manual

solo duración

Informe de resumen manual

Resumen manual

solo el comienzo

solo fin

Tareas externas

Hito externo

Fecha límite

Tareas críticas

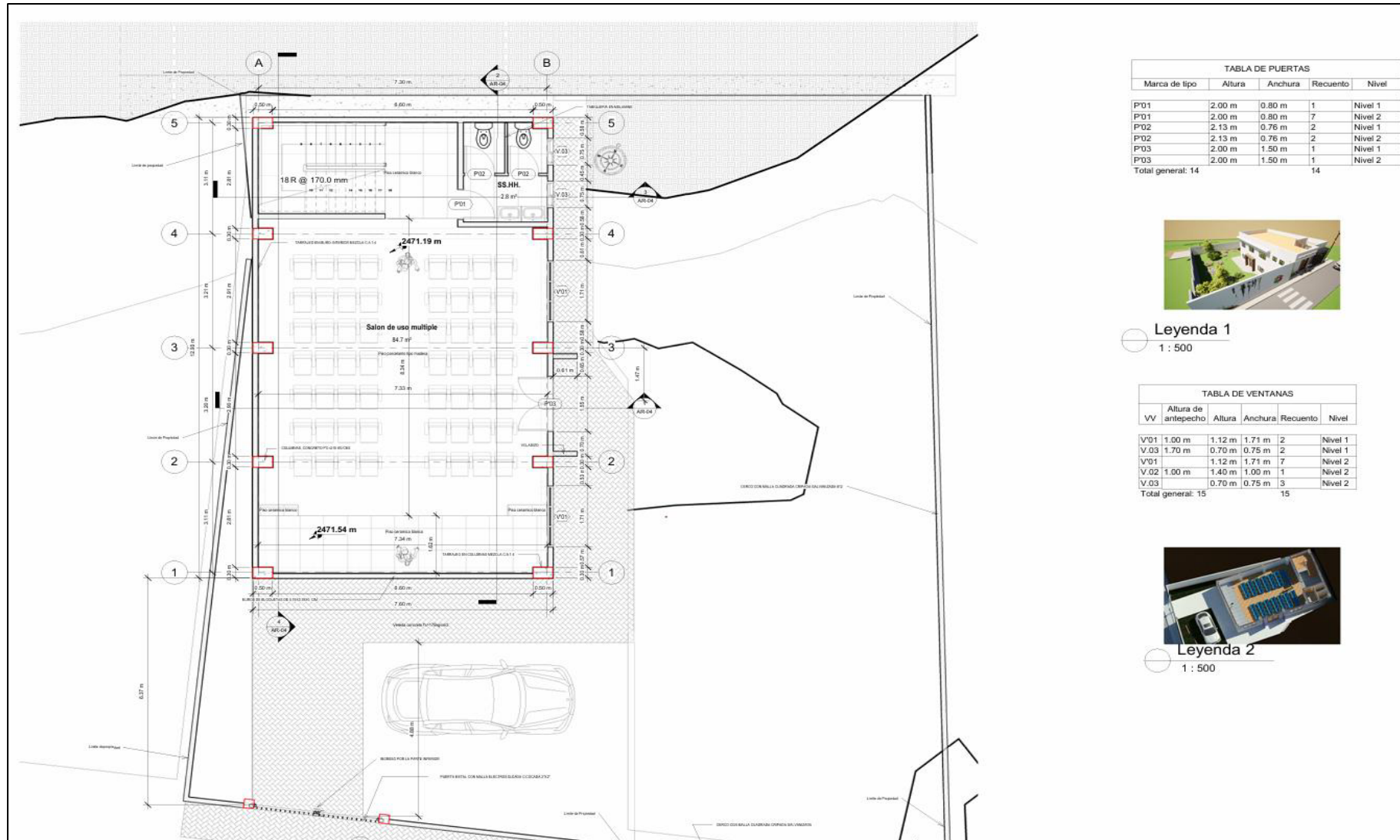
División crítica

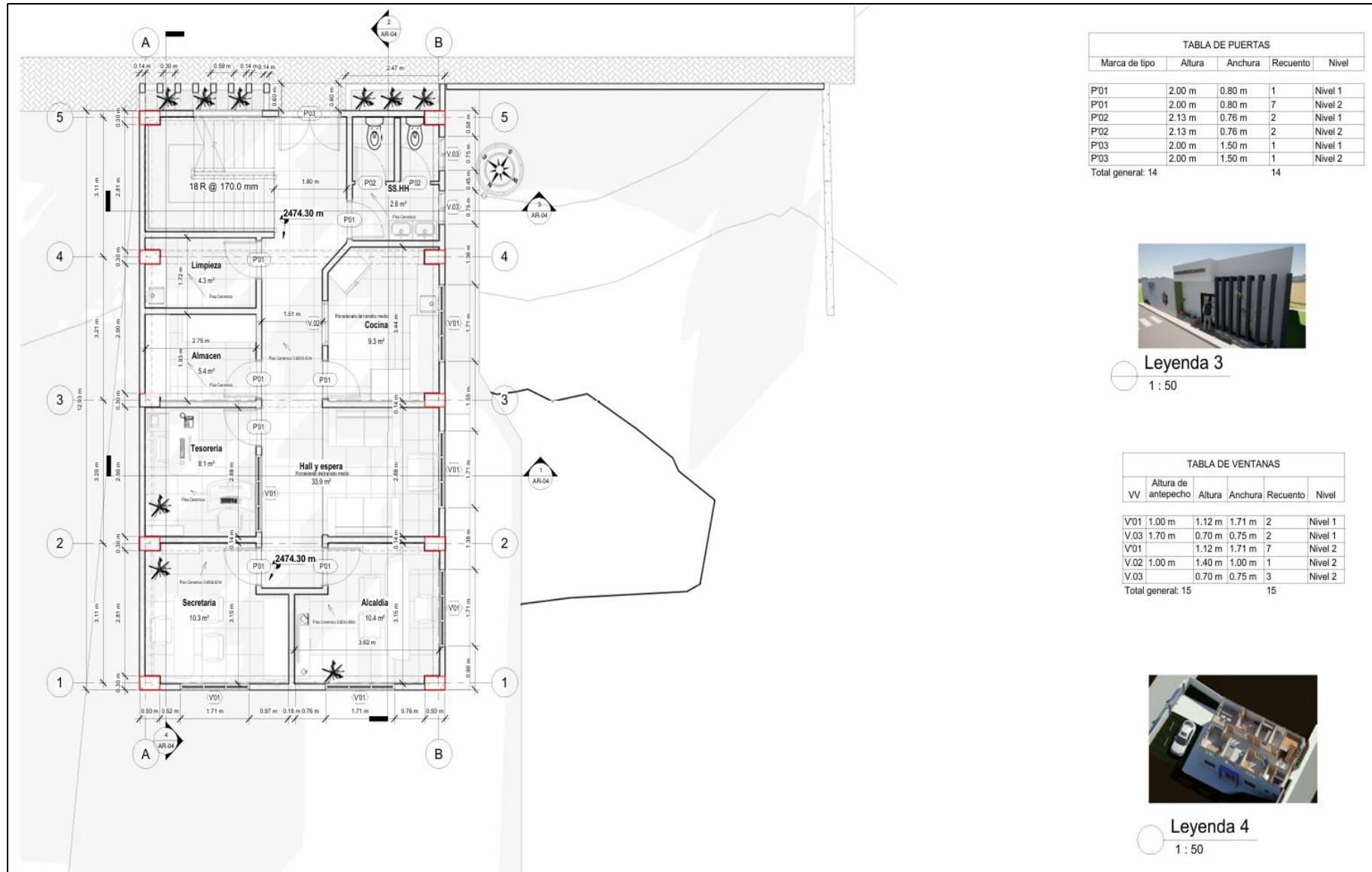
Progreso

Progreso manual

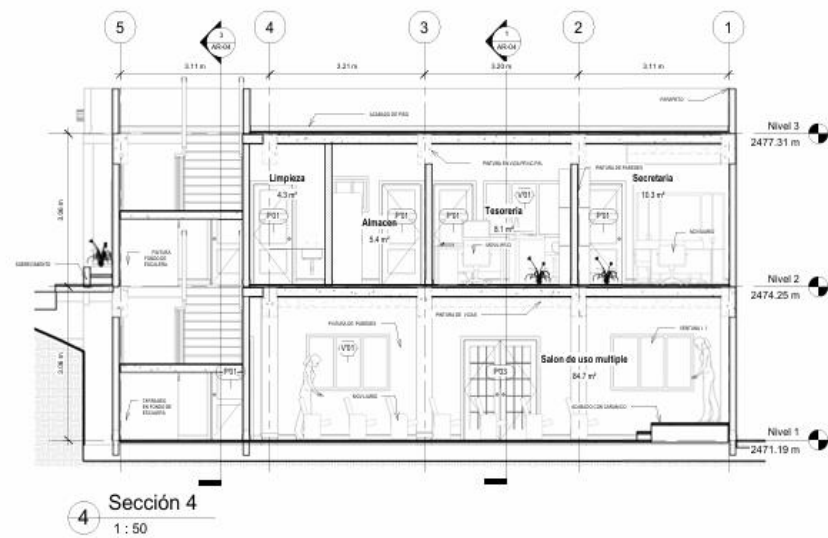
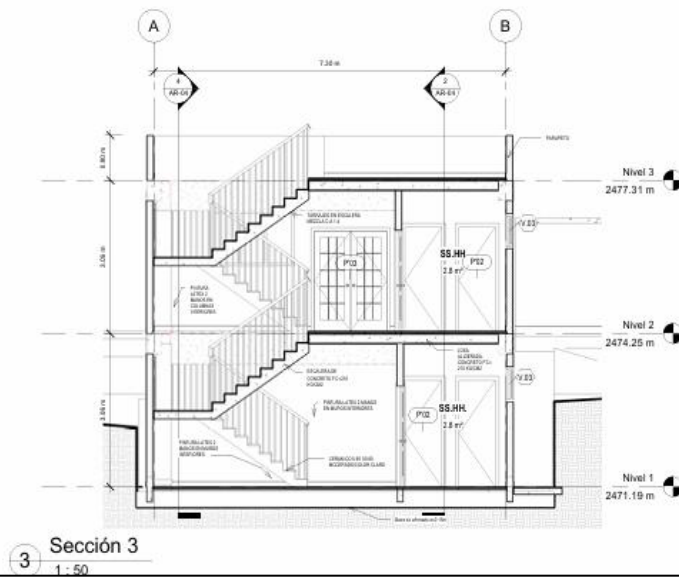
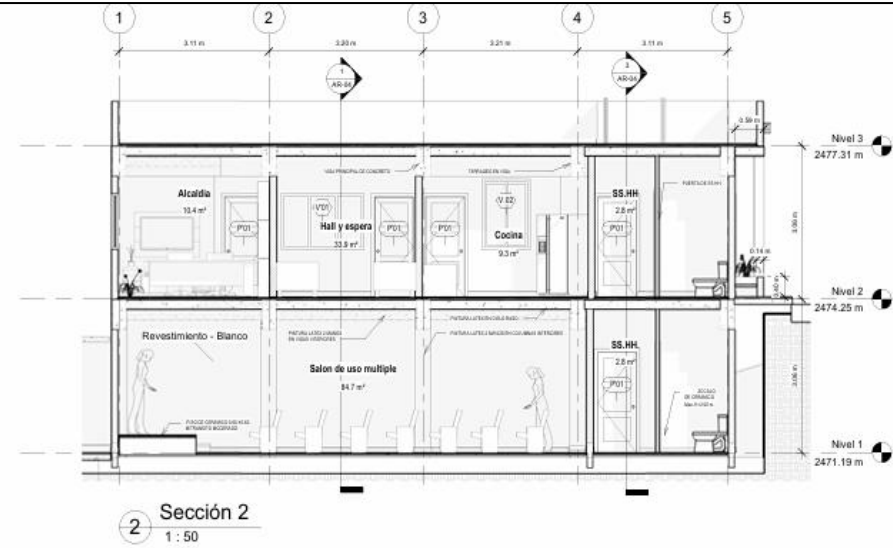
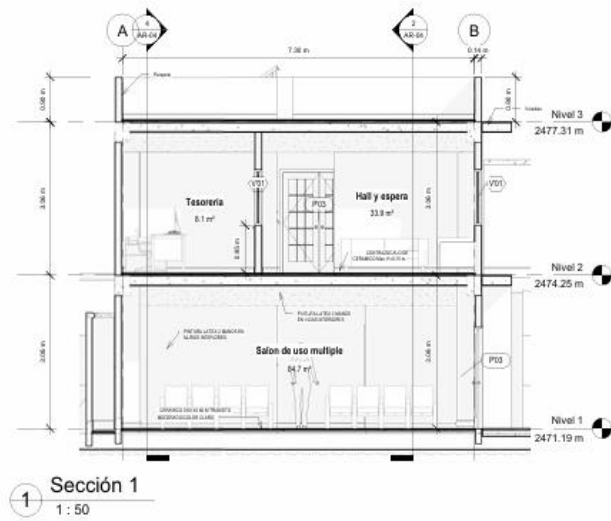
Página 6

Anexo F. Planos constructivos

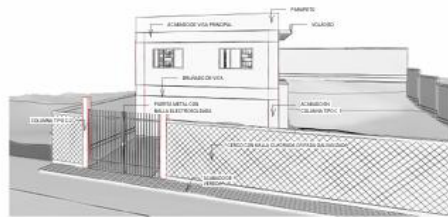




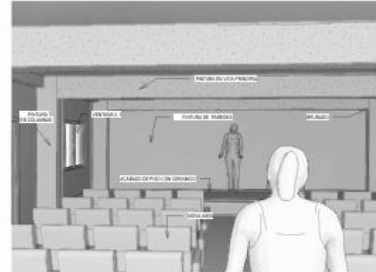




Anexo G. Vistas



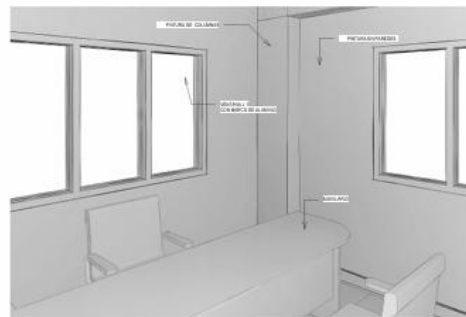
1 Vista 3D 1



2 Vista 3D 2



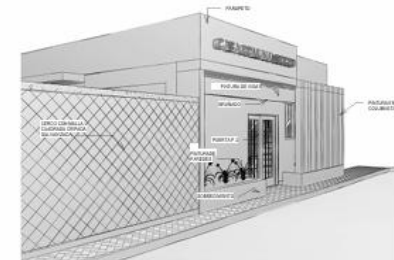
3 Vista 3D 3



5 Vista 3D 4

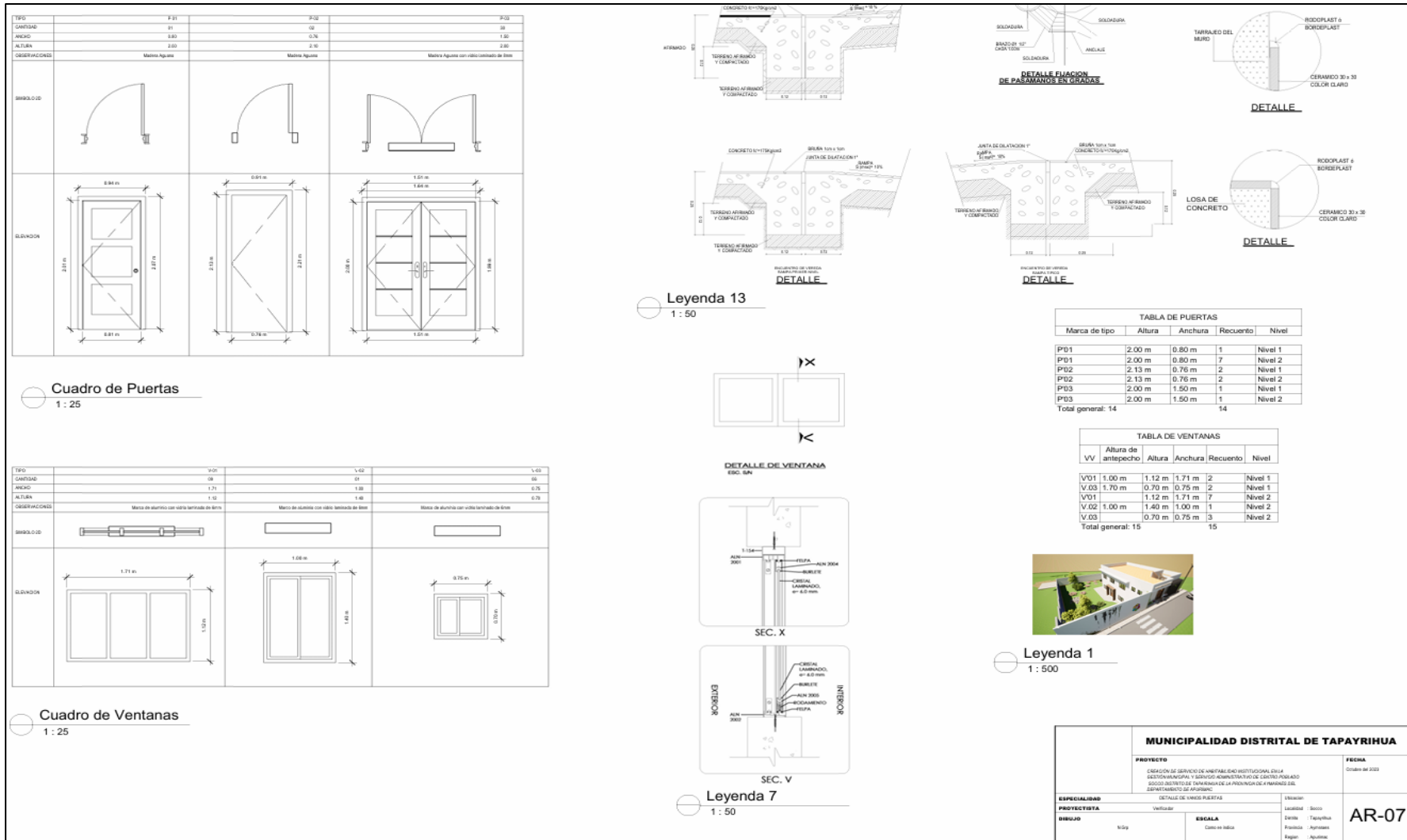


6 Vista 3D 5



4 Vista 3D 7

Anexo H. Ventanas



Anexo I. Secciones

