

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Efecto de Lean Construction en la productividad de la
construcción de muros de contención en la Avenida Country,
Nuevo Chimbote”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

Autora:

Bach. Dávila Martínez, Karina Milagros

Asesora:

Dra. Fernández Mantilla, Jenisse Del Rocio

DNI. N° 33264434

Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Efecto de Lean Construction en la Productividad de la
Construcción de Muros de Contención en la Avenida Country,
Nuevo Chimbote”**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

REVISADO Y APROBADO POR:

Dra. Fernández Mantilla, Jenisse Del Rocio

Asesora

DNI. N° 33264434

Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

**“Efecto de Lean Construction en la Productividad de la Construcción de
Muros de Contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote”**

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

REVISADO Y APROBADO POR LOS SIGUIENTES JURADOS

Ms. Julio Cesar Rivasplata Díaz
DNI. N° 32770844
Código ORCID: 0000-0002-4180-9362
Presidente

Ms. Janet Verónica, Saavedra Vera
DNI. N° 32964440
Código ORCID: 0000-0002-4195-982X
Secretaria

Dra. Fernández Mantilla, Jenisse Del Rocio
DNI. N° 33264434
Código ORCID: 0000-0003-3336-4786
Integrante

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2025



UNS
UNIVERSIDAD
NACIONAL DEL SANTA

FACULTAD DE INGENIERÍA

Escuela Profesional de Ingeniería Civil

- EPIC -

ACTA DE SUSTENTACIÓN INFORME FINAL DE TESIS

A los 30 días del mes de abril del año dos mil veinticinco, siendo las 11:00 horas, en el aula C1 del edificio de Ingeniería Civil, se instaló el Jurado Evaluador designado mediante T. Resolución N° 809-2024-UNS-CFI, con fecha 05.12.2024, integrado por los siguientes docentes: Ms. Julio César Rivasplata Díaz (Presidente), Ms. Janet Verónica Saavedra Vera (Secretaria), Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla (Integrante), Ms. Luz Esther Álvarez Asto (Accesitaria) en base a la Resolución Decanal N° 153-2025-UNS-FI se da inicio la sustentación de la Tesis titulada: "EFECTO DE LEAN CONSTRUCTION EN LA PRODUCTIVIDAD DE LA CONSTRUCCIÓN DE MUROS DE CONTENCIÓN EN LA AVENIDA COUNTRY, NUEVO CHIMBOTE", presentado por la Bachiller DÁVILA MARTÍNEZ KARINA MILAGROS con cód. N° 0201513040, quien fue asesorada por la docente Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla según lo establece la T. Resolución Decanal N° 710-2023-UNS-FI, de fecha 28.09.2023.

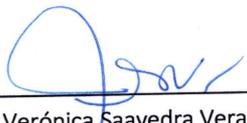
El Jurado Evaluador, después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes en concordancia con el Reglamento General para Obtener el Grado Académico de Bachiller y el Título Profesional en la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
DÁVILA MARTÍNEZ KARINA MILAGROS	16	Regular

Siendo las 12:00 horas del mismo día, se dio por terminado el acto de sustentación, firmando la presente acta en señal de conformidad.

Nuevo Chimbote, 30 de abril de 2025.


Ms. Julio César Rivasplata Díaz
Presidente


Ms. Janet Verónica Saavedra Vera
Secretaria


Dra. Jenisse del Rocío Fernández Mantilla
Integrante



Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por Turnitin. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Karina Davila
Título del ejercicio: proyectos
Título de la entrega: "Efecto de Lean Construction en la Productividad de la Constr...
Nombre del archivo: 1._INFORME_FINAL_DE_TESIS_KARINA_DAVILA_MARTINEZ_ING....
Tamaño del archivo: 15.33M
Total páginas: 140
Total de palabras: 26,337
Total de caracteres: 137,160
Fecha de entrega: 13-may.-2025 08:43a. m. (UTC-0500)
Identificador de la entrega: 2674832390

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



"Efecto de Lean Construction en la Productividad de la
Construcción de Muros de Contención en la Avenida Country,
Nuevo Chimbote"

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL

Autora:

Bach. DÁVILA MARTINEZ, Karina Milagros

Asesora:

Dra. FERNÁNDEZ MANTILLA, Jenisse Del Rocio
DNI. N° 33264434
Código ORCID: 0000-0003-3336-4786

NUEVO CHIMBOTE - PERÚ
2025

“Efecto de Lean Construction en la Productividad de la Construcción de Muros de Contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote

INFORME DE ORIGINALIDAD

19%

INDICE DE SIMILITUD

19%

FUENTES DE INTERNET

7%

PUBLICACIONES

10%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	6%
2	repositorio.utesup.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	repositorio.unfv.edu.pe Fuente de Internet	2%
4	www.bnamericas.com Fuente de Internet	1%
5	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
6	pdfslide.net Fuente de Internet	1%
7	repositorio.uns.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	www3.vivienda.gob.pe Fuente de Internet	<1%

DEDICATORIA

A Dios, por permitirme andar por este camino tan enriquecedor, guiándome en cada paso y acomodando todo para que sea el tiempo y modo perfecto de suceder.

A mis padres, Francisco y Martha, por haberme apoyado en cada decisión y meta trazada, por impulsarme día tras día a mejorar y por demostrarme que con perseverancia y amor todo se puede lograr.

A mis hermanas, por haberme apoyado incondicionalmente durante toda mi etapa universitaria, por ser mis ejemplos a seguir y porque cada una de ellas me ha inculcado valores que hoy me definen como persona.

AGRADECIMIENTO

A todos los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional del Santa, por sus enseñanzas de calidad, por compartir sus vivencias en la carrera que han sido tan enriquecedoras profesionalmente y por su gran dedicación docentes.

Un agradecimiento especial a mi Asesora, Dra. Jenisse Del Rocio Fernández Mantilla, por su inestimable guía que ha sido pilar fundamental en la dirección y orientación de la presente Investigación.

Índice General

DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	x
ABSTRACT	xi
I. INTRODUCCIÓN	13
1.1 Antecedentes del problema	13
1.2 Formulación del Problema	15
1.2.1 <i>Problema General</i>	15
1.2.2 <i>Problemas Específicos</i>	15
1.3 Objetivos	16
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	16
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	16
1.4 Justificación	16
1.5 Limitaciones del trabajo.....	17
1.6 Hipótesis de la investigación.....	17
II. MARCO TEÓRICO	19
2.1. Antecedentes de la Investigación.....	19
2.1.1. <i>Antecedentes Internacionales</i>	19
2.1.2. <i>Antecedentes Nacionales</i>	21
2.1.3. <i>Antecedentes Locales</i>	23
2.2. Base Teórica.....	23
2.2.1. <i>Lean Construction (LC)</i>	23
2.2.2. <i>Herramientas Planificadoras de Last Planner</i>	25
2.2.3. <i>Beneficios de LPS</i>	28
2.2.4. <i>Modelo Tradicional y Modelo Lean</i>	28
2.2.5. <i>Productividad</i>	30

2.2.7.	<i>Definición de términos</i>	32
III.	METODOLOGÍA	34
3.1.	Enfoque de Investigación.....	34
3.2.	Método de Investigación.....	34
3.3.	Diseño de Investigación	35
3.4.	Unidad de Análisis	36
3.5.	Ubicación	36
3.6.	Población y Muestra	36
3.7.	Variables.....	37
3.7.1.	<i>Variable independiente</i>	37
3.7.2.	<i>Variable dependiente</i>	37
3.7.3.	<i>Matriz de consistencia</i>	38
3.7.4.	<i>Matriz de operacionalización</i>	39
3.8.	Técnica e Instrumentos de recolección de datos	40
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIONES	43
4.1.	Análisis e interpretación de resultados.....	43
4.1.1.	Aplicación de la Herramienta Value Stream Mapping (VSM)	43
4.1.2.	Last Planner: Plan Maestro y Lookahead	48
4.1.2.1	Porcentaje de Plan Cumplido en las semanas de estudio.....	55
4.1.3.	Evaluación del SPI.....	69
4.1.4.	Análisis de la productividad y rendimientos.....	72
4.2.	Discusiones	85
V.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	91
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	96
VII.	ANEXOS.....	106

Índice de tablas

Tabla 1. Ejemplos de trabajos	31
Tabla 2. PPC Semanales en Muros de Contención	63
Tabla 3. Proyecto Ejecutado vs Proyectado	66
Tabla 4. Evolución del SPI desde la semana 1 hasta la semana 13.....	69
Tabla 5. Cálculo de IP M.O. de la partida “Encofrado y desencofrado caravista de muros de contención”	73
Tabla 6. Cálculo de IP M.O. de la partida “Acero de Refuerzo $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención	75
Tabla 7. Cálculo de IP M.O. de la partida “Concreto estructural $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención	77
Tabla 8. Cálculo de IP M.O. de la partida “Curado del Concreto” en Muro De Contención	79
Tabla 9. Cálculo de HH’s Ganadas con Aplicación de la Metodología LC respecto al Presupuesto aprobado	81
Tabla 10. Cálculo de HH’s Ganadas sin Aplicación de la Metodología LC respecto al Presupuesto aprobado	81

Índice de figuras

Figura 1. Estructura LPS.....	26
Figura 2. Modelo tradicional	29
Figura 3. Modelo Lean.....	29
Figura 4. Productividad y sus procesos	30
Figura 5. VSM perteneciente a muros de contención.....	44
Figura 6. Sectorización de la obra	47
Figura 7. Curva S – de avance de obra hasta la semana 5	49
Figura 8. Tren de actividades para el sector A.....	51
Figura 9. Tren de actividades para el sector B.....	52
Figura 10. Planificación de semana en el sector A	53
Figura 11. Plan semanal de la semana 6 correspondiente al Muro de Contención.....	55
Figura 12. Plan semanal de la semana 7 correspondiente al Muro de Contención.....	56
Figura 13. Plan semanal de la semana 8 correspondiente al Muro de Contención.....	57
Figura 14. Plan semanal de la semana 9 correspondiente al Muro de Contención.....	58
Figura 15. Plan semanal de la semana 10 correspondiente al Muro de Contención.....	59
Figura 16. Plan semanal de la semana 11 correspondiente al Muro de Contención.....	60
Figura 17. Plan semanal de la semana 12 correspondiente al Muro de Contención.....	61
Figura 18. Plan semanal de la semana 13 correspondiente al Muro de Contención.....	62
Figura 19. PPC Semanal y PPC acumulado en las semanas de estudio	63
Figura 20. Curva “S” de porcentaje proyectado y ejecutado	65
Figura 21. Valores proyectados vs ejecutados	66
Figura 22. Valores de Avances programados vs ejecutados.....	67
Figura 23. Indicador de desempeño de cronograma desde la semana 1 a la semana 5 .	70

Figura 24. Indicador de desempeño de cronograma desde la semana 6 a la semana 13 aplicando el LC	71
Figura 25. Productividad de la partida “Encofrado y desencofrado caravista de muros de contención”	73
Figura 26. Rendimiento de la partida “Encofrado y desencofrado caravista de muros de contención”	74
Figura 27. Productividad de la partida “Acero de Refuerzo $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención	75
Figura 28. Rendimiento en la partida de “Acero de Refuerzo $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención	76
Figura 29. Productividad de la partida “Concreto estructural $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención	77
Figura 30. Rendimiento en la partida “Concreto estructural $f'_c=210\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención	78
Figura 31. Productividad de la partida “Curado del Concreto” en Muro De Contención	79
Figura 32. Rendimiento en la partida “Curado del Concreto” en Muro De Contención	80
Figura 33. Curva S – presentada desde la semana 1 – 17	83

Índice de anexos

Anexo 1. Lookahead Planning	104
Anexo 2. Value Stream Mapping	107
Anexo 3. Formato Last Planner System	108
Anexo 4. Formato de Tren de Actividades.....	107
Anexo 5. Formato plan Senanal y Analisis de Confiabilidad	108
Anexo 6. Calendario de Obra estudiada	109
Anexo 7. Panel fotográfico	111

RESUMEN

En la actualidad, los proyectos de construcción en Nuevo Chimbote presentan deficiencias en términos de productividad, debido a la falta de conocimientos en cuanto a las metodologías y herramientas de gestión de proyectos, por lo que el presente proyecto de tesis tuvo como objetivo determinar el efecto de Lean Construction en la productividad de la construcción de muros de contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote, para lo cual se aplicó la Filosofía Lean con la finalidad de mejorar el proyecto y proporcionar una base a futuros investigadores para lograr construcciones de mayor calidad, lo que permitiendo un seguimiento y control efectivos de la producción. Para ello, se planteó una metodología cuantitativa, descriptiva y cuasiexperimental. Los resultados mostraron que sin la metodología Lean Construction se tenía una obra atrasada en un 3.75% y con la metodología Lean se mejoró la productividad y el rendimiento, obteniendo un total de 2.963 HH's ganadas con una ganancia financiera de S/ 273,108.87, que represento un ahorro de 49.25% en la partida de Encofrado, de 16.21% en la partida de acero, de 49.27% en la partida de concreto y 36.16% en la partida de curado de concreto. Concluyendo que la metodología Lean, mejoró la construcción de muros de contención en la avenida Country.

Palabras clave: Lean construction, productividad, rendimiento, partidas, plan semanal, lookahead.

ABSTRACT

Currently, construction projects in Nuevo Chimbote present deficiencies in terms of productivity, due to the lack of knowledge regarding project management methodologies and tools, so the present thesis project aimed to determine the effect of Lean Construction on the productivity of the construction of retaining walls on Country Avenue. Nuevo Chimbote, for which the Lean Philosophy was applied in order to improve the project and provide a basis for future researchers to achieve higher quality constructions, which allows effective monitoring and control of production. To this end, a quantitative, descriptive and quasi-experimental methodology was proposed. The results showed that without the Lean Construction methodology the work was 3.75% behind schedule and with the Lean methodology productivity and performance were improved, obtaining a total of 2,963 HH's gained with a financial gain of S/ 273,108.87, which represented a saving of 49.25% in the formwork item, 16.21% in the steel item, 49.27% in the concrete item and 36.16% in the concrete curing item. Concluding that the Lean methodology improved the construction of retaining walls on Country Avenue.

Keywords: Lean Construction, productivity, performance, items, weekly plan, lookahead.

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

I. INTRODUCCIÓN

1.1 Antecedentes del problema

El Sector construcción, es una de los sectores menos productivo. Los proyectos con sobrecostos y retrasos se deben a la temporalidad de las obras, singulares y producción, compleja comunicación de los actores. Como resultado, con respecto a la variabilidad se encontraron altos índices de clientes no satisfechos por el despilfarro de sus recursos como son actividad, dinero, tiempo y mano de obra. Ante esto, Lean Construction (LC) empezó a ganar popularidad como técnica práctica de resolución de problemas, y hasta ahora se ha utilizado con éxito en proyectos de construcción, infraestructuras viales, saneamiento, minería, instalaciones industriales y proyectos energéticos y petrolíferos (Barbosa et al., 2017).

El promedio de las compañías dedicadas a la construcción con respecto a su productividad, es del 28%. Aplicando un sistema de gestión de la productividad es relativamente fácil alcanzar niveles de productividad del 45%, y si se quiere alcanzar niveles de productividad en torno al 60% se debe emplear de manera adecuada diferentes herramientas dentro de la productividad basadas en LC, además de una adecuada gestión dentro de la viabilidad constructiva de las obras (De La Vega et al., 2018).

Dado que estudios previos han demostrado que las técnicas de expedición de diseño-licitación-construcción (DLC) y diseño-construcción (DC) tienen un gran impacto en la DSP en términos de tiempo, comunicación y planos, es crucial ser consciente de las variables que condicionan la calidad para realizar proyectos civiles. El equipo de construcción puede decidir centrarse en la calidad de la DSP al esforzarse por elevar este estándar durante el período de planificación y ejecución del proyecto (Sarhan et al., 2019).

Se debe tener en cuenta que, al realizar construcción mucho más grandes o llamadas mega obras, puede finalizar en fracaso por tiempo, costo y desempeño, generando consecuencias económicas y sociales. Provocando retrasos y entrega de los proyectos retrasados, viendo costos aumentados, paro de labores, reducción de la producción, problemas legales y resoluciones de contratos. En definitiva, durante la etapa de ejecución, el cronograma preliminar es una de las problemáticas en la industria constructiva (Abbasi et al., 2020).

Ante esto, Las aplicaciones Lean buscan reducir el despilfarro y aumentar la satisfacción del cliente; sin embargo, por causa de su naturaleza complicada y lo presentado por PL, el concepto LC no está bien entendido en la IC. A pesar del reciente aumento de popularidad de las iniciativas de construcción ajustada, sigue habiendo problemas de ejecución. Para dirigir proyectos de forma más eficaz, es crucial reconocer los aspectos vitales de Lean (Zhang et al., 2020).

Sin embargo, la construcción Lean no fue bien reconocida o adoptada en algunos lugares, por ejemplo, en Japón, cuna de los métodos de fabricación Toyota, donde se concibió inicialmente el Lean (Albalkhy & Sweis, 2020).

Así mismo, se destaca que LC no solo brinda beneficio, sino que también promueve estructura y disciplina en las distintas labores, alcanzando un elevado nivel satisfactorio de los clientes y logrando todas las metas establecidas (Muñoz et al., 2021).

Además, permite generar más ganancias, menos costos, resultados confiables, buena calidad de trabajo, satisfacción de clientes y menos plazo constructivo. Debido a eso, en diversos países, como Brasil, EE.UU, Dinamarca, Chile, Finlandia, Perú, Reino Unido, Australia, Singapur, Chile se ha implementado el LC porque mejora el rendimiento de proyectos, obteniendo como resultado el aumento de la eficiencia en un

77% en la empresa donde se implementó (Al Balkhy et al., 2021; Ghosh y Burghart, 2021).

Es importante destacar que, gracias al desarrollo de un proyecto, visto desde la etapa de organización, hasta que llega a culminarse y posteriormente su funcionamiento, desde la planificación hasta la finalización y puesta en servicio, el LC emplea los conceptos y métodos de la mentalidad ajustada; las personas son los actores principales del Lean, cuyo objetivo es mejorar la gestión organizativa. LC ha confirmado sus ventajas al aumentar de forma general la productividad de un proyecto, reduciendo los accidentes, evitando las repeticiones de trabajo, fabricar productos que satisfagan al cliente, prever las disputas entre los participantes en el proyecto y llevar a cabo de acuerdo al presupuesto y los tiempo que fueron establecidos (Huaman et al., 2022).

Pero, ante esto, a pesar de que Lean es una tendencia en crecimiento en la gestión de proyectos para la fabricación, la disminución de desechos y la sostenibilidad, el sector de la construcción todavía enfrenta desafíos para obtener estos beneficios debido a la falta de conocimiento sobre los métodos adecuados. Es probable que se implementen por medio de las empresa la práctica Lean para considerar un inmediato éxito abandonando posteriormente los obstáculos encontrados (Shaqour, 2022)

1.2 Formulación del Problema

1.2.1 Problema General

¿Qué efecto genera el LEAN Construction en la productividad de la construcción de muros de contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote - 2024?

1.2.2 Problemas Específicos

- ¿Cómo se encuentra actualmente el flujo de trabajo de los Muros de Contención del Proyecto?

- ¿Cómo mejorar la ejecución de trabajos de Muros de Contención del Proyecto?
- ¿Cómo mejorar la productividad de la construcción de los Muros de Contención del Proyecto?
- ¿Cuál es la diferencia entre el sistema constructivo tradicional y el sistema Lean Construction en proyecto de la Avenida Country?

1.3 Objetivos

1.3.1 Objetivo General

Evaluar el efecto que genera Lean Construction en la productividad de la construcción de muros de contención en la Av. Country, Nuevo Chimbote - 2024.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Determinar el estado actual del proceso de construcción de muros de Contención ejecutado mediante el Sistema Constructivo Tradicional.
- Determinar la mejora de la productividad de la ejecución de trabajos de los muros de contención del proyecto mediante la implementación de las herramientas de Lean Construction: Last Planner System y lookahead.
- Comparar el sistema constructivo tradicional y el sistema Lean Construction del proyecto mediante los indicadores de desempeño de cronograma.

1.4 Justificación

La investigación se justifica debido a que las obras realizadas, presentan deficiencias por el lado de la productividad, dado a que, existe un desconocimiento de los métodos y herramientas que se emplearán para gestionar proyectos. Hoy en día, aún existen empresas que continúan trabajando con un sistema tradicional sin eficiencia ni confiabilidad respecto al periodo de tiempos y el presupuesto del proyecto a cargo. Por lo tanto, se busca la evaluación de las consecuencias de LC dentro de la eficiencia brindada

para la elaboración de muros de contención de la de Avenida Country, Nuevo Chimbote. Esto ayudó a mejorar el proyecto y proporcionar a otros investigadores una base para lograr construcciones de mayor calidad, al lograr que las construcciones con una calidad mayor, presenten una herramienta como LC, que permitieron un seguimiento y control efectivos de la producción.

1.5 Limitaciones del trabajo

La investigación presentó al inicio ciertas limitaciones debido al acceso de información y entendimiento de la filosofía LC por parte del plantel técnico de obra y los trabajadores.

También, para el desarrollo de la presente investigación existieron limitaciones inicialmente para las reuniones semanales por falta de tiempo de todos los involucrados de la obra, que posteriormente se llegó a un acuerdo para la mejora del proyecto.

1.6 Hipótesis de la investigación

Lean Construction mejora la productividad de la construcción de muros de contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote – 2024, mejorando la eficiencia del proceso de planificación y ejecución del proyecto.

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la Investigación

2.1.1. Antecedentes Internacionales

Valencia (2018) realizó un estudio sobre *“Aplicación de Lean construction al sector de la infraestructura vial en Colombia”* con el propósito de emplear la metodología LC en el ámbito de construcciones viales dentro de Colombia con la finalidad de incrementar los avances constructivos, se realizó una búsqueda minuciosa acerca de las construcciones que no usan las herramientas de la filosofía para analizar de qué manera las estrategias del Lean Construction puede beneficiar al proceso constructivo. Para abordar el tema de las carreteras, se adoptó un enfoque centrado en LC y su aplicación en las construcciones viales. Al realizar el análisis se observaron mejoras significativas con respecto a su productividad, tiempos reducidos y costos, mayor eficiencia en el uso de recursos y una mayor satisfacción entre los involucrados en el proyecto. En conclusión, la metodología traerá grandes beneficios para ser implementados en construcción viales.

Díaz y Rolón (2020) realizaron su indagación sobre *“El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta”*, mostró como propósito identificar las ventajas que brinda el LC como una forma de mejorar continuamente a las construcciones viales. Para el estudio, se empleó una metodología cuantitativa y descriptiva, se aplicó y analizó un cuestionario que estuvo formado por 10 preguntas para marcar, enfocadas en el abordaje de la problemática de los procesos de construcción. Se obtuvieron como resultados relevantes que estas compañías presentaban un pobre nivel de ejecución en la metodología LC, sin aplicar principios como flexibilidad de los procesos, verificación o visual de forma detallada que se tiene de obra y su rendimiento. Se llegó a concluir que,

aunque no llegó a cumplir, es necesario realizar estudios que logren adoptar cambios y a comprometerse con la mejora continua para obtener resultados positivos.

Bhawani et al. (2021) investigaron “*Key planning steps enabling systematic lean implementation on construction projects*”, un marco integral que permite que se implemente sistemáticamente esta filosofía en la construcción y sus proyectos. A nivel de proyecto la revisión se basó en la investigación de 42 artículos y entrevistas (16) semiestructuradas a personas capacitadas. Se planteó un enfoque mixto, basado en teorías y conocimientos sobre la incorporación de esta metodología en el área de la edificación. Los resultados revelaron que existió una limitada capacidad para su ejecución correcta debido a la programación de los avances constructivos, lo que resulta en que las obras se encuentren retrasadas. En conclusión, este análisis aporta al conocimiento existente sobre la construcción eficiente y brinda orientación práctica a los profesionales de la construcción que buscan efectuar los principios de eficiencia en sus proyectos.

Garcés y Peña (2023) realizaron la investigación sobre “*A review on lean construction for construction Project management*”. Se emplearon etapas (12) y fases (5), sustentado con la revisión bibliográfica relevante en los últimos 25 años, considerando como la muestra la función de su pertinencia, confiabilidad y aporte al estudio. En la investigación, se identificaron los fundamentales principios de la filosofía, tales como la minimización de desperdicios, constante búsqueda de mejora, el flujo de valor y análisis, además, se resaltaron los beneficios y complicaciones que se asociaron a la instauración de Lean Construcción en proyectos de construcción. Como conclusión, se determinó que este modelo permitirá transformar los paradigmas de las construcciones actuales, logrando obras eficientes y perdurables.

2.1.2. Antecedentes Nacionales

Torres (2018) investigo *“Análisis y mejora de la productividad aplicando la filosofía Lean Construction en el mejoramiento de la Av. Pedro Niotta en San Juan de Miraflores – Lima*. El estudio se clasifica como aplicado, descriptivo, no experimental y cuantitativo. Se recopilaron datos para lograr analizar la muestra, por medio de Microsoft Office, S10, AutoCAD y al mismo tiempo cuadros estadísticos. Se planteó como objetivo la aplicación de LC logrando en la Av. Pedro Miotta con respecto a su productividad. Se plantearon como resultados, que fueron corroborados por la filosofía, para identificar el logro de las mejoras de productividad de la obra mediante la estabilidad brindada por los flujos de trabajo, la eliminación de trabajos que no tengan valor, reducir incidencias dentro de obra. Se llegó a concluir, que la filosofía tras su implementación permitió la mejora de su actividad en un 75% de meta establecida.

Saavedra (2019) estudio la *“Evaluación de la productividad aplicando la filosofía “Lean Construction” en la etapa de la conversación periódica del tramo Yanaoca – Yauri que uno las provincias de Cana y Espinar del proyecto Red Vial 01 – Cusco”*. La investigación es de tipo aplicado, ya que se centra en la productividad efectiva y recopila información a través de guías y fichas de observación. El objetivo fue la evaluación tras la aplicación de LC con respecto al periodo de conservación de la productividad dentro del tramo de una red vial. Los resultados no son los esperados, lo cual se debe a que aún persiste una deficiencia a pesar de intentar implementarlo. En conclusión, si se aplicara adecuadamente la filosofía, las actividades serían beneficiosas en términos de optimización de desperdicios, mejora del flujo y aumento de la productividad en los trabajos.

Millones (2019) propuso un *“Modelo de gestión basado en Lean Construction y en PMBOK”*, con el fin de evaluar en la construcción de carreteras la productividad. La

investigación fue de naturaleza exploratoria y se utilizó un diseño no experimental, se usaron como técnicas de investigación el análisis de documentos, la observación y la carta de proceso para analizar la muestra en relación a la productividad. Los resultados mostraron que los avances establecidos presentaban retrasos; no obstante, al implementar el modelo de gestión, se lograrán disminuir los tiempos de ejecución, los costos y se alcanzará una mayor eficiencia en la calidad de las obras. Se concluyó que, el modelo es eficiente para optimizar y mejorar la ejecución de los proyectos.

Panduro (2022) estudió las *“Mejoras de la productividad en la ejecución del proyecto vial: Mejoramiento y Rehabilitación de la ruta departamental SM 106, Chazuta – Curiyacu aplicando el modelo de gestión Lean Construction, en el departamento de San Martín”*. La finalidad del estudio fue determinar la productividad al aplicar LC a un proyecto de carreteras. Se tuvo un estudio cuantitativo, experimental y un diseño de campo y documental, en cuanto a la muestra utilizada, se enfocó en partidas específicas de acuerdo con el tipo de estudio. Los resultados que se obtuvieron respaldan lo planteado dentro de la hipótesis, se encontró que debido a una mala planificación puede ocasionar problemas en la productividad de los trabajos. Por lo tanto, se concluye que la adecuada implementación del LC pudo influir de forma positiva en los trabajos y sus rendimientos.

Chinchay (2023) investigó sobre la *“Aplicación de la metodología Lean Construction para la productividad en obra de pavimentación urbana, Cajamarca 2020”*, con el propósito de aplicar LC para que se mejore en el sector construcción la productividad en vías. Se presentó un tipo descriptivo y no experimental, utilizando guías y fichas de observación aplicadas a los trabajadores. Según el análisis realizado, se encontró que la productividad alcanzó un avance físico del 29.38%, por debajo del objetivo establecido del 86.21%, sin embargo, al lograr implementar LC permitió mejorar de manera significativa la resolución de los retrasos en la obra. Se concluyó que esta

metodología presentó un positivo impacto dentro de la productividad de la construcción, logrando un trabajo mucho más eficiente.

2.1.3. Antecedentes Locales

Bances y Gómez (2022) en su investigación “*Aplicación de Lean Construction para incrementar la productividad en la construcción de un colegio público, Huambacho 2021*”, determinaron el impacto generado por aplicar LC dentro del sector construcción en un colegio. Se mencionó un estudio descriptivo y no experimental, empleándose en análisis documental y observación. Se presentaron los resultados, la eficiencia logró un 92.83%, la eficacia de 100%, se consiguió 0.0021% de productividad en mano de obra en HH, con un incremento de 26, 10 y 15% de manera respectiva. Se concluyó que, aplicar LC logró la reducción de tiempos muertos debido a la ausencia de personal o de materiales, incrementando de esta forma la productividad dentro de la obra.

2.2. Base Teórica

2.2.1. Lean Construction (LC)

La adopción de esta filosofía permite realizar la construcción de manera eficiente, evitando pérdidas innecesarias, además, se complementa con la ejecución del Last Planner, las cuales exigen una planificación cuidadosa de las actividades para tener orden y secuencias constructivas con el fin de tener la planificación y teniendo en cuenta las restricciones, permitirá que las actividades se cumplan en fechas requeridas y sin alargar procesos ni tiempos de ejecución, minimizando el desperdicio (Bajjou & Chafi, 2020a).

De acuerdo con Al-Aomar (2012) se considera residuo a todo aquello que no logra la aportación de valor y las necesarias actividad para cumplir con una productividad, el LC logró clasificar en categorías a los residuos:

1. Excesivos inventarios.
2. Transporte innecesario.

3. Defectos de retardo.
4. Producción excesiva.
5. Inútil movimiento de trabajadores.
6. Excesivo procesamiento.

Tradicionalmente, se tiende a enfocar la producción como un simple proceso de transformación de materiales para obtener productos, sin embargo, esta conceptualización errónea no tiene en cuenta la importancia de optimizar el flujo de los materiales para lograr dicho producto. Es necesario considerar la forma en que los materiales se mueven a lo largo del proceso para que la eficiencia se vea mejorada y la producción con respecto a su calidad.

La filosofía LC es una manera de lograr mejorar la producción no como un plan o conjunto de pasos a seguir, sino como la comprensión y aplicación de sus principios para crear y usar herramientas Lean en los proyectos y sus gestiones, estas herramientas presentan aplicación práctica de la teoría (Ahmed y Sobuz, 2019; Albalkhy & Sweis, 2020b; Carvajal et al., 2019).

Así mismo Tzortzopoulos et al. (2020) indica que, la filosofía posee 7 principios, los cuales son:

1. Identificación de su valor
2. Mapear el flujo valioso.
3. Generar flujo.
4. Establece el Pull.
5. Buscar la perfección.
6. Transparencia.
7. Capacitación.

Asimismo, el autor menciona que implementar el LC en diferentes propósitos es importante para mejorar la responsabilidad, generando una producción continua. Significando una correcta aplicación de “Lean” para tener una seguridad, eficiencia y calidad de los proyectos. Para que el enfoque funcione adecuadamente, es necesario la aplicación de manera correcta de principios dentro del proyecto:

- Aumentar el producto y su valor
- Reducción de variables
- Simplificar procesos.
- Disminuir o eliminar las actividades sin aporte de valor.
- Presentar de forma continua el proceso
- Reducir el tiempo de ciclo.
- Aumentar la flexibilidad productiva.
- Fomentar de manera transparente el proceso
- Referencia.
- Lograr un enfoque de proceso y control en su totalidad.
- Equilibrar la mejora del flujo y la conversión.

Garcés y Peña (2023) sostienen que el avance del LC es cada vez más rápido y abarca todas las metodologías conocidas sobre los proyectos en ejecución, por ende, es de suma importancia mantenerse al liderazgo de las investigaciones para innovaciones futuras del LC.

2.2.2. Herramientas Planificadoras de Last Planner

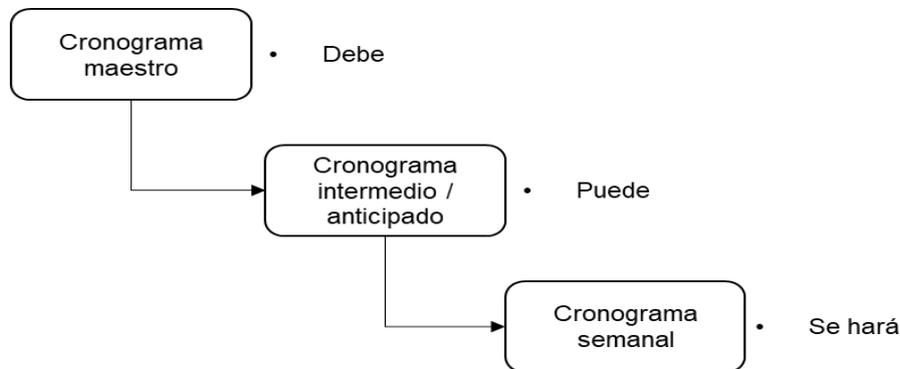
El Last Planner (LP) se presentó como un conjunto de herramientas utilizadas en el sistema del último planificador (LPS) encontrada dentro de la metodología LC. Estas herramientas presentaron como principal propósito la mejoría de la planificación y un

adecuado control de la producción en la construcción de proyectos. El LPS permite determinar actividades que son necesarios para que el proyecto esté completo y tomar decisiones en función de las restricciones existentes. A diferencia de la planificación tradicional de los inspectores de campo, supervisor y capataz, el LPS se centra en verificar la disponibilidad de necesarios recursos para lograr actividades o tareas planificadas (Adinyira et al., 2019).

Así mismo, la estructura del LPS es desarrollado en 3 niveles diferentes de planificación, de lo general a lo específico. Se encargará de dar cumplimiento de los previos requisitos que fueron necesarios para la realización de un trabajo previo a asignar equipos de trabajo a las actividades (Shang & Sui, 2014).

Figura 1.

Estructura LPS



Nota. Estructura del Last Planner System. Adaptado de (Botero y Álvarez, 2005).

Según Ballard (2000) las tareas tiene 3 categorías: debe, puede y se hará, reflejando la planificación y sus niveles, el cronograma maestro menciona qué hacer, cronograma intermedio realiza la preparación del trabajo y verifica las restricciones, plan semanal, actividades que podrían presentar una ejecución comprometiendo a los involucrados a dar cumplimiento a la programación.

a. Cronograma maestro.

Se encarga de iniciar las diferentes partidas que pudieran existir dentro de una obra, por medio de diagrama de Gantt, mostrándose actividades que se realizarán de forma detallada, desde su inicio hasta luego de haber finalizado el proyecto.

b. Lookahead Planning

Documento que muestra las semanas reducidas comparadas con el cronograma maestro, se programa para 4 a 6 semanas, detallándose actividades por medio de tiempos cortos, permitiendo la visualización de pre actividades que presentan actividades específicas.

c. Programación Semanal

Se realiza de manera semanal, detallando las actividades que deberán cumplirse a lo largo de la semana, importante es que previa programación de actividades no existan restricciones para el cumplimiento. Dicha programación surge del Look Ahead.

d. Plan diario

Tarea realizada diariamente en obra, colocándose las tareas que se aplicarán al siguiente día y deberán entregar al maestro de obra para la distribución del personal.

e. Análisis de restricciones

Para dicho análisis se debe tener la programación semanal, posteriormente la realización de un exhaustivo análisis de las tareas que se llegaron a programar en la semana, con ello se logrará impedir tener restricción que no logren permitir el cumplimiento de asignadas tareas, con el propósito de no generar que la obra quede retrasada, en semana flujo de constancia.

f. Porcentaje de Plan cumplido (PPC%)

Son las tareas que se programaron en total y ejecutadas, también fueron distribuidas en el área de tareas programadas, teniendo una expresión en porcentajes.

$$PPC = \frac{\text{N}^\circ \text{ tareas ejecutadas}}{\text{N}^\circ \text{ tareas programadas}} (\%)$$

2.2.3. Beneficios de LPS

Bhatt et al. (2021) indica que el LPS controlará las actividades de manera mucho más efectiva que son importantes para dar cumplimiento al proyecto, provoca una mejora de trabajos, facilitando un control mayor de los proyectos y su variabilidad constructiva..

Entre los beneficios que genera el LPS se encuentran:

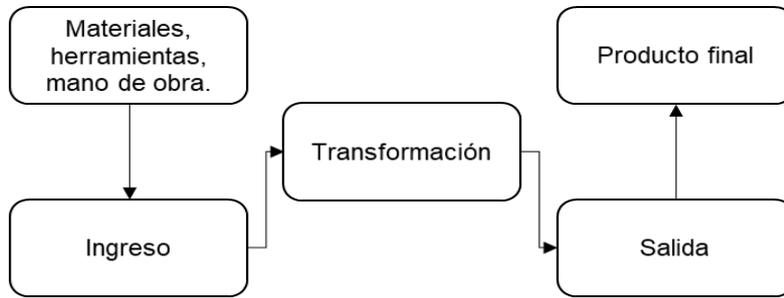
- Mayor seguridad en situ.
- Estabiliza la producción.
- Control proactivo.
- Reducción de tiempos esperados
- Relaciones fomentadas efectivas.
- Trabaja proyectos pequeños y grandes.
- Aporta valores al proyecto.
- Reducción de costos debido a personal que estuviera capacitado
- Fomentar el flujo, valor y transformación.

2.2.4. Modelo Tradicional y Modelo Lean

Avelar et al. (2019) mencionan que el modelo tradicional es aquel, donde la actividad a realizar, solo se ve el ingreso, transformación y salida, identificándose actividades iniciales y finales, generando un error al no contar con un flujo en cuenta para los recursos para obtener un producto de mucho generados.

Figura 2.

Modelo tradicional

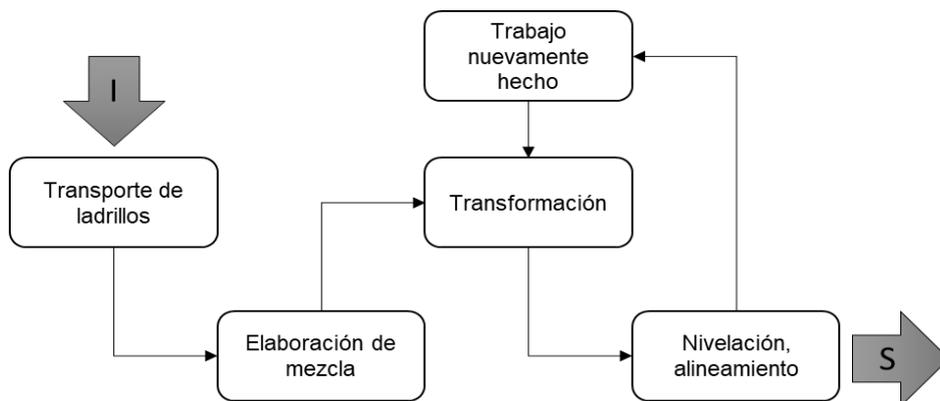


Nota. Modelo tradicional de construcción. Adaptado de (Bajjou & Chafi, 2020)

Por otro lado, Igwe et al. (2022) menciona que, en el modelo Lean, se consideran las actividades que se encuentran en la transformación; sin embargo deberá ser considerado y estudiado con detalle mayor, minimizando tiempos contributarios y no contributarios, para incrementar tiempos productivos, optimizando la minimización de flujos hasta el grado de eliminarlos, para continuar con los materiales a lugares de ejecución en obras para generar un valor mayor en los productos finales.

Figura 3.

Modelo Lean



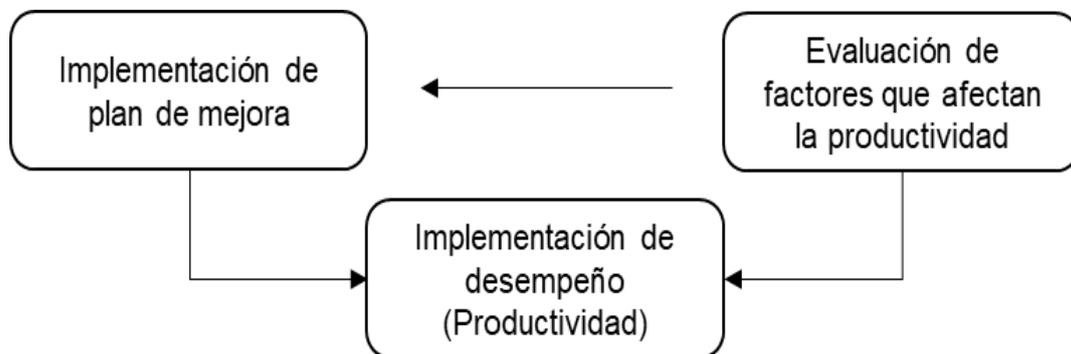
Nota. Modelo Lean de construcción. Adaptado de (Bajjou y Chafi, 2020)

2.2.5. Productividad

Está referida a la producción de servicios y bienes con un menor uso de recursos, su implementación permite aumentar la rentabilidad de un proyecto al reducir los retrasos dados en la construcción y erradica trabajos que perjudiquen el valor de la obra, en este caso, el responsable de obra debe evaluar las acciones necesarias para lograrlo (Castro & Pajares, 2014).

Figura 4.

Productividad y sus procesos



Nota. Adaptado de (Castro y Pajares, 2014).

Según Flores (2016), el tipo de trabajo, pueden ser clasificados en 3 tipos, los cuales son descritos de la siguiente manera:

2.2.5.1. Trabajo Productivo (TP)

Se refiere a la capacidad de contribuir directamente al rendimiento de la obra, la cual es llevada a cabo por los operarios, quienes están capacitados para realizar estas actividades.

2.2.5.2. Trabajo Contributorio (TC)

Se trata de un Trabajo de respaldo que debe realizarse antes del TP y puede ser realizado por operarios o ayudantes.

2.2.5.3. Trabajo No Contributorio (TNC)

Estas actividades no descritas previamente no tienen un impacto directo en la producción, pero necesitan llevarse a cabo.

Para Saldías (2010) se han llevado a cabo seguimientos y mediciones en varias obras para evaluar diferentes trabajos y sistemas aplicados para una mejora productiva, obteniendo resultados aceptables que serán considerados en las investigaciones:

TP = 60%

TC = 25%

TNC = 15%

Se presentó en la siguiente tabla, diferentes ejemplos de trabajos:

Tabla 1.

Ejemplos de trabajos

TP	TC	TNC
Vaciado de concreto	Mediciones	Descanso
Colocación de cerámica	Elaboración de mezcla	Viajes
Pintado de frontis	Corte de Cerámico	Trabajo nuevamente realizado
Instalación de cajas eléctricas	Transporte de material	Tiempo ocioso

Nota. Ejemplos de trabajos. Adaptado de (Tenorio, 2021).

2.2.6. Muros De Contención

Son estructuras diseñadas para resistir peso y la presión del suelos, evitando deslizamientos o colapsos del suelo, generalmente se colocan en áreas donde existen pendientes pronunciadas o terrenos inestables (Ramírez et al., 2019).

De acuerdo con la Norma Técnica de Edificaciones E.60 Concreto Armado (2009), se establece que para diseñar muros de concreto armado, es necesario colocar acero en ambas caras del muro cuando este tenga un espesor igual o mayor a 250 mm. En la cara expuesta del muro, se puede disponer un mayor porcentaje del esfuerzo, asimismo, tanto el refuerzo vertical como el horizontal no deben tener un mayor espaciamiento a 3 veces el muro con respecto a su espesor. Esta disposición del acero ayuda a controlar los efectos de temperatura y contracción garantizando su resistencia y estabilidad.

2.2.7. Definición de términos

- **Pavimento:** Infraestructura importante para la contribución, conectando y movilizandando a personas y mercancías.
- **Productividad:** permite disminuir trabajos que no logren generar un mayor valor dentro de la obra.
- **Lean Construction:** Filosofía que permite la construcción sin generar pérdidas.
- **Last Planner:** Encargada de planificarse operativamente y designar responsabilidades
- **Modelo tradicional:** Aquel modelo, donde la actividad a realizar, solo se ve el ingreso, transformación y salida.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA

III. METODOLOGÍA

3.1. Enfoque de Investigación

La Investigación posee un enfoque cuantitativo, porque demostró en términos numéricos la variación de porcentajes de cumplimiento de los trabajos realizados según la aplicación de LC, el aumento o pérdida en la productividad y eficiencia.

3.2. Método de Investigación

3.2.1 Tipo de Investigación

La investigación de tipo aplicada busca solucionar problemas en contextos determinados, empleando conocimientos, para lograr satisfacer necesidades (Hernández & Mendoza, 2018).

La investigación fue de tipo aplicada, centrada en abordar un desafío práctico, como es, la mejora y optimización de la Productividad de la construcción de Muros de Contención de la Avenida Country, Nuevo Chimbote, mediante la Aplicación de la Metodología Lean Construction, en busca de obtener resultados positivos en cuanto la productividad del proyecto.

Así como también fue de corte transversal, ya que se recolectó datos durante un determinado tiempo con el propósito de estudiar las variables, lo cual permitió determinar la incidencia que tienen estas en la productividad de la construcción de Muros de Contención.

3.2.2 Nivel de Investigación

Según Hadi et al. (2023), la investigación explicativa se caracteriza por su enfoque en explicar por qué ocurren ciertos fenómenos y en que condiciones suceden, o cuales son su causas.

En la investigación realizada, se utilizó un nivel de investigación Explicativa, centrado en evaluar y explicar cómo afecta e influye LC en la mejora de la productividad de Construcción de Muros de Contención de la Avenida Country, decir, se analizó para luego explicar el comportamiento que tuvo una variable en función a la otra variable, por lo cual se establecieron relaciones de causa y efecto.

3.3. Diseño de Investigación

El diseño cuasiexperimental controla, manipula y observa el objeto de estudio. Permite la cuantificación e identificación de las causas del efecto de la manipulación de una variable sobre la otra (Hernández & Mendoza, 2018).

Hernández y Mendoza (2018), indico en los términos siguientes:

Los diseños cuasi experimentales también manipulan deliberadamente, al menos, una variable independiente para observar su efecto y relación con una o más variables dependientes, sólo que difiere de los experimentos "puros" en el grado de seguridad o confiabilidad que pueda tenerse sobre la equivalencia inicial de los grupos. En los diseños cuasi experimentales los sujetos no se asignan al azar a los grupos ni se emparejan, si no que dichos grupos están formados antes del experimento (p. 173)

Se presentó un diseño cuasiexperimental, porque se aplicará el LC en el proyecto para luego evaluar el efecto que se genera en la productividad en ella. Es decir, que se aplicaron los criterios de Lean Construction durante la construcción y sus procesos en los muros de contención del Proyecto para evaluar y analizar que efecto genera en la productividad de estos, dando un control mayor y evidenciar la causa y efecto.

3.4. Unidad de Análisis

La unidad de análisis para el LC fue la productividad que se tuvo en la construcción de muros de contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote.

3.5. Ubicación

Distrito : Nuevo Chimbote

Provincia : Santa

Departamento: Ancash

3.6. Población y Muestra

En cuanto a la población es considerada como elementos pertenecientes a un conjunto accesible para su análisis, que provienen del mismo ámbito que se desarrolló en el estudio (Condori, 2020).

La muestra, es una porción que representa a la población, la cual tiene características de forma general de esta. Puede ser no probabilística, elegida por conveniencia, debido a que se toma en cuenta según la disposición del sujeto y se requiere la mayor información de este (Condori, 2020).

Por tal motivo, la población fue conformada por las partidas de ejecución de los muros contención en la Av. Country, Nuevo Chimbote, extraída del expediente de obra del proyecto “Mejoramiento de los servicios de transitabilidad urbana en la Av. Country (tramo Av. Brasil y Av. La Marina) en el distrito de Nuevo Chimbote - Provincia de Santa - departamento de Áncash”.

La muestra estuvo delimitada por los trabajos o tareas incluidas en las partidas de ejecución de Muros de Contención en la Avenida Country.

Según Robledo (2004), “el muestreo no probabilístico elegido por conveniencia se trabaja con las unidades de análisis que se tiene a mano”. La muestra será no

probabilística, elegida por conveniencia y criterio del investigador, por ende, la precisión de los resultados no estuvo sujeto al análisis de probabilidad.

3.7. Variables

3.7.1. *Variable independiente*

Lean Construction

3.7.2. *Variable dependiente*

Productividad

3.7.3. Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis	Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Metodología	Instrumentos
¿Cuál es el efecto genera el Lean Construction en la productividad de la construcción de Muros de Contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote?	Evaluar el efecto que genera Lean Construction en la productividad de la Construcción de Muros de Contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote.		Lean Construction	LC genera sistemas productivos que permiten mejorar tiempos de entrega, siendo beneficioso en la gestión actual (Muñoz et al., 2021).	Se evaluará el efecto que genera Lean Construction en la construcción de muros de contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote, empleando las herramientas planificadoras de LP, el análisis de restricciones y el PPC%.	Value Stream Mapping	Flujo de actividades	Tipo: Aplicada, de Corte transversal y explicativa.	
Problemas específicos	Objetivos específicos					Last Planner System	Programación Semanal		
¿Cómo se encuentran actualmente el flujo de trabajo de los muros de contención del proyecto?	Determinar el estado actual del proceso de construcción de Muros de Contención ejecutado mediante el Sistema Constructivo Tradicional.	Lean Construction tiene un efecto directo y significativo en la productividad de la construcción de muros de contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote – 2024, mejorando la eficiencia en el proceso de planificación y ejecución del proyecto.	Productividad	Estructuras que resisten el peso y presión del suelo, evitando deslizamientos o colapsos, están en áreas con pendientes pronunciadas o inestables (Ramírez et al., 2019).	Se mejorará la productividad a construcción de muros de contención en la av. Country, Nuevo Chimbote, identificando y optimizando los diversos trabajos realizados en obra.	Visual Management	Lookahead Planning	Diseño: Cuasi experimental	Fichas de observación
¿Cómo mejorar la ejecución de trabajos en los muros de contención del proyecto?	Determinar la mejora de la productividad de la ejecución de los trabajos de Muros de Contención del proyecto mediante la implementación de las Herramienta Lean: Las planner System y lookahead.						Gestión de proyectos (indicadores)		
¿Cómo mejorar la productividad de la construcción de los Muros de Contención del Proyecto?						Trabajo Productivo (TP)	Porcentaje de productividad de TP	Muestra: Trabajos y actividades involucradas en la ejecución de cada partida.	
¿Cuál es la diferencia entre el Sistema Constructivo Tradicional y el Sistema Lean Construction del Proyecto?	Comparar el sistema Constructivo Tradicional y el Sistema Lean Construction del proyecto mediante los indicadores de desempeño de cronograma.					Trabajo Contributorio (TC)	Porcentaje de productividad de TC		
						Trabajo No Contributorio (TNC)	Porcentaje de productividad de TNC		Documentos

Nota. Se muestra la matriz de consistencia, en la cual se indica los puntos de la investigación.

3.7.4. Matriz de operacionalización

Variables	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumentos	Unidades finales	Tipo de variable	Escala de medición
Variable Dependiente								
Lean Construction	LC genera sistemas productivos que permiten mejorar tiempos de entrega, siendo beneficioso en la gestión actual (Muñoz et al., 2021).	Se evaluará el efecto que genera Lean Construction en la construcción de muros de contención en la av. Country, Nuevo Chimbote, empleando las herramientas planificadoras de LP, el análisis de restricciones y el PPC%.	Value Stream Mapping	Flujo de actividades	Fichas de observación	adim	Numérica	Razón
			Last Planner System	Cronograma maestro		mes		
				Plan diario		día		
			Visual Management	Programación Semanal		semana		
				Plan de cumplimiento		%		
			Lookahead Planning	Und				
Gestión de proyectos (indicadores)	Desempeño de cronograma	adim						
Variable Independiente								
Productividad	Condición para la obtención de la economía y generar mejor calidad de vida. El recurso debe ser eficiente y eficaz para ser óptimo, debido a que eficacia más eficiencia es productividad (Franco et al., 2021).	Se mejorará la productividad a construcción de muros de contención en la avenida Country, Nuevo Chimbote, identificando y optimizando los diversos trabajos realizados en obra.	Trabajo Productivo (TP)	Porcentaje de productividad de TP	Fichas de observación	%	Numérica	Razón
			Trabajo Contributorio (TC)	Rendimiento		%		
			Trabajo No Contributorio (TNC)	Porcentaje de productividad de TC		%		

Nota. Se muestra la matriz de operacionalización de variables, en ella se mencionan dimensiones, indicadores, instrumentos y escala de estas.

3.8. Técnica e Instrumentos de recolección de datos

Se tuvo en cuenta en la investigación la observación como medio de recolección de datos, por ende, permite que el investigador obtenga la información de manera directa del sujeto de estudio (Arias, 2020).

Además, como instrumento se emplea la ficha de observación en la cual, según Arias (2020), se pueden realizar anotaciones de lo que se observa para su posterior medición, análisis o evaluación de las características del objeto de estudio.

Por lo que, dicha técnica e instrumento se aplicará en el presente estudio para obtener datos sobre el estado actual de construcción en muros de contención, para su posterior análisis, observando una mejoría en la productividad cuando se aplicó LC en el proyecto.

Para el lograr el procesamiento de recolectar datos, se tendrá en cuenta lo siguiente:

- a. Se visitará la obra a cargo de la Municipalidad de Nuevo Chimbote, para la respectiva revisión del expediente técnico de todo el proyecto para su evaluación y determinación de su productividad en la actualidad.
- b. Se elegirá por conveniencia la construcción de muros de contención del proyecto, evaluando la parte de concreto estructural, teniendo en cuenta las partidas de encofrado y desencofrado de muros de contención, acero de refuerzo $F_y=4200\text{kg/cm}^2$ de muros de contención y concreto estructural $f'c= 210\text{kg/cm}^2$ de muros de contención.
- c. Se procederán a tomar datos de campo con la ficha de observación para determinar la situación actual de la muestra elegida.
- d. Luego de ello, según lo obtenido, se implementará el LC en la obra, aplicando las herramientas planificadoras de Last Planner, generando un cronograma

maestro, el Lookahead Planning, una programación por semana, también realizando un plan diario. Además, se considerará la restricción, para lograr determinar el PPC, que se obtendrá en porcentaje, todo esto por un periodo de 6 semanas.

e. Obtenidos los resultados de la implementación, se realizará una comparación entre los dos tipos de construcción, es decir, la tradicional con la que aplica el LC.

f. Así mismo, se evaluará si el LC, influye en la obra.

g. Finalmente, se evaluará si el LC, si mejora la productividad de la construcción de muros de contención en la Avenida Country, Nuevo Chimbote.

Se pasaron por el procesamiento de datos en el Microsoft Excel, mencionando con ayuda de los instrumentos que fueron usados, teniendo la observación dentro de estas. La información de las fichas fue procesada para determinar el efecto de LC dentro de la productividad

CAPÍTULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIONES

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Análisis e interpretación de resultados

Este capítulo explicará la aplicación de las Herramientas de la Filosofía Lean Construction en la construcción de los Muros de Contención de la Avenida Country, las cuales organizaron el método de trabajo bajo la perspectiva Lean Construction.

4.1.1. Aplicación de la Herramienta Value Stream Mapping (VSM)

Se inició por medio de la aplicación de VSM para lograr reconocer los flujos que se dieron en el trabajo por medio de la sectorización de la obra en estudio, se logró proceder a la ubicación de sectores de trabajo como se muestra en la Figura 6.

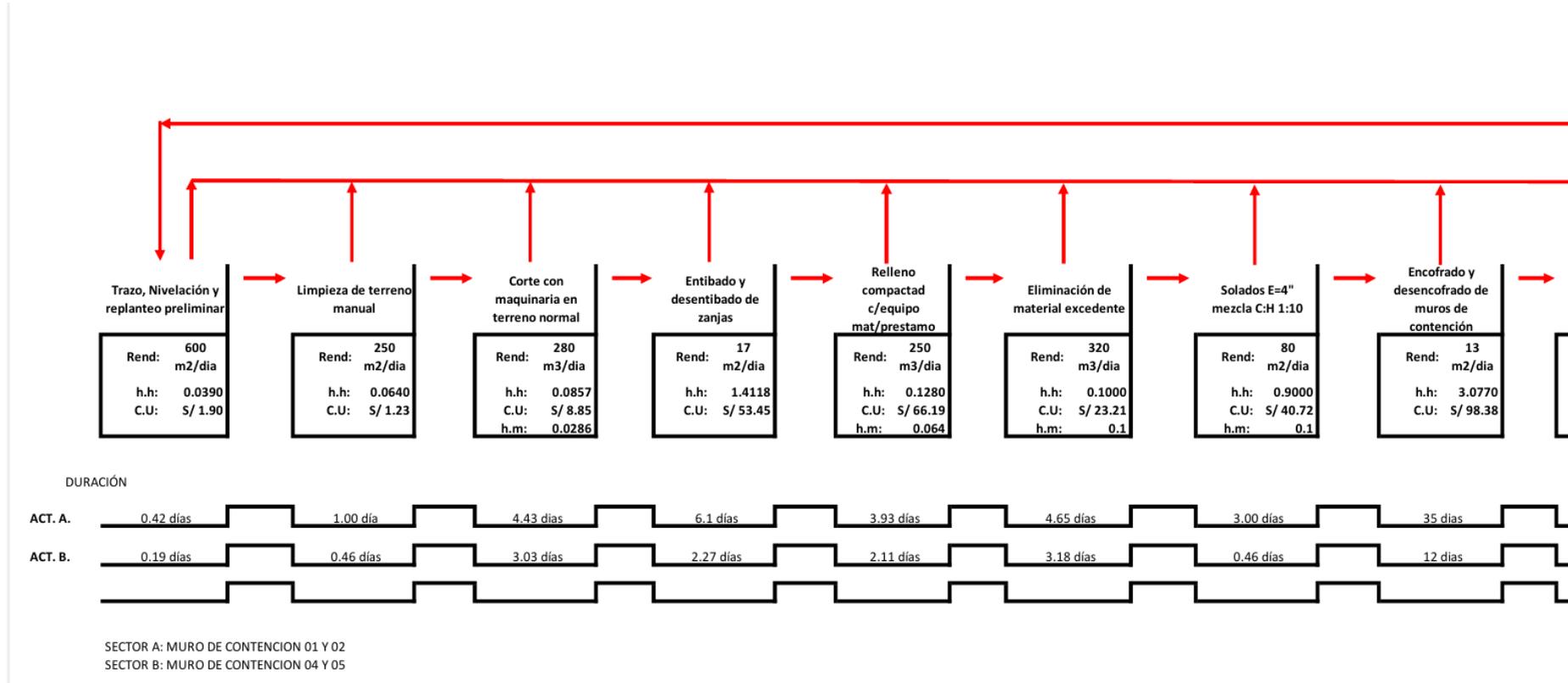
Por consiguiente, para la sectorización se consideró desde la Av. Brasil, hasta la calle los Jazmines para el sector A y desde la calle los jazmines a la calle los Rosales, para el sector “B”.

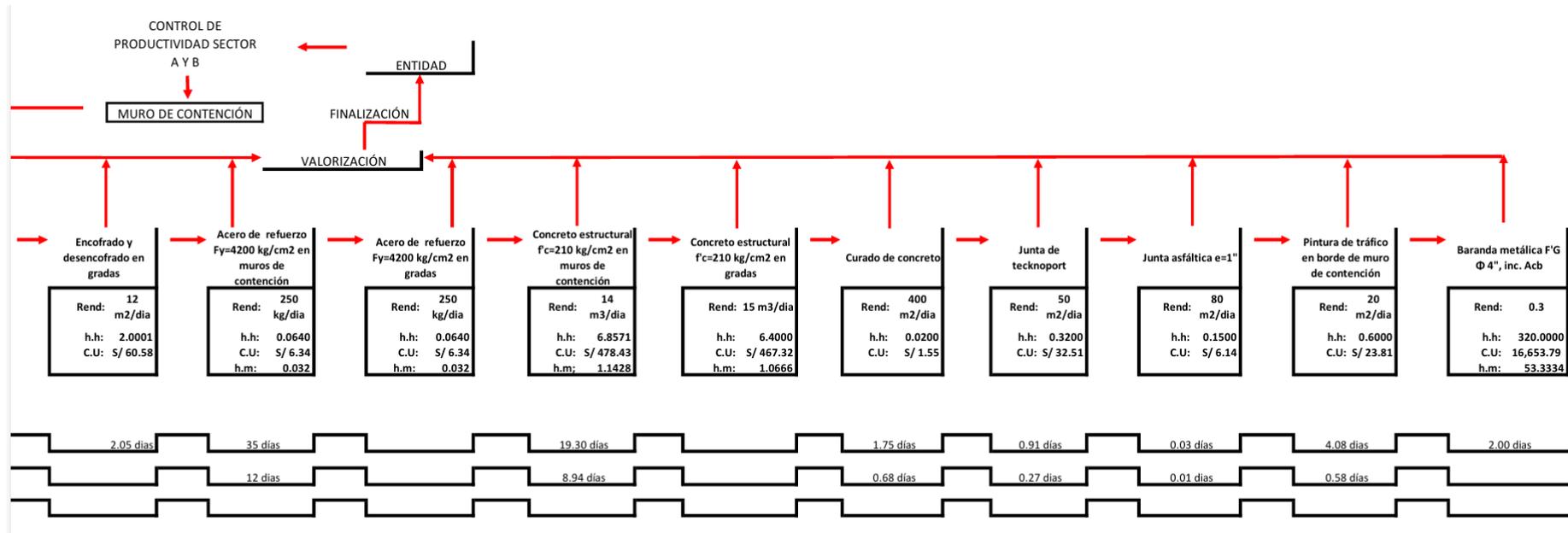
También, es importante resaltar que, en el Mapeo de los flujos de procesos de las partidas involucradas en la ejecución de los Muros de Contención, participaron el Ingeniero Residente y los asistentes de residencia, quienes plantaron los rendimientos, HH, y duraciones que se proyectaron en la Obra.

En las siguientes figuras, se muestra el flujo de Valor de las Partidas ejecutadas en las primeras semanas:

Figura 5

VSM perteneciente a muros de contención





Nota. El VSM, mostró el flujo de procesos que fueron mapeados, dentro de la partida de muros de contención

Este mapeo de los flujos de los procesos fue mapeado con la finalidad de optimizar los procesos en la ejecución de obra. Por lo que, se identificaron los flujos para evitar los posibles cuellos de botella y considerar la ruta crítica.

Mediante el VSM, se logró la visualización de los valores que se emplearon en las sub partidas de acuerdo al tiempo de duración proyectada que tiene cada una ellas. Teniendo en cuenta estos datos, se pudo organizar de la manera más adecuada las cuadrillas para que se pueda lograr valores ganados en cuanto a rendimientos y productividad, que se verán reflejados en el costo y calidad de la Obra.

En la Figura 5, se puede observar las HH de acuerdo al rendimiento proyectado y a la unidad de medida en cada partida involucrada en la ejecución de los Muros de Contención. En la partida de Encofrado y desencofrado caravista se tendrá un rendimiento de 13 m²/día y 3.077hh/m², por otro lado, en la partida Acero de Refuerzo Fy=4,200kg/cm² se tendrá un rendimiento de 250kg/día y 0.064HH/kg, por otra parte, la partida de Concreto Estructural f’c=210kg/cm² tendrá un rendimiento de 14m³/día y 6.8571 HH/m³, mientras que la partida de Curado de Concreto tendrá un rendimiento de 400m²/día y 0.02HH/m².

De acuerdo con los datos obtenidos, se reorganizaron las cuadrillas y rendimientos convenientemente y de la mejor manera para cumplir con las metas que se plantearon llegar semanalmente.

Por ello, para complementar el VSM, se aplicó el LPS, con la programación maestra, programación diaria, planificación semanal y plan completado (%).

Figura 6

Sectorización de la obra



4.1.2. Last Planner: Plan Maestro y Lookahead

Para generar Valor en la elaboración del Plan Maestro, fue necesario que inicialmente todo el equipo de trabajo, tanto personal técnico, plantel profesional como logística y gerencia, conocieran y se familiarizaran con el Proyecto, a nivel de ejecución, logística, y administración, con el fin de que todos tuviesen la misma visión de lo que se quiso llegar a lograr y de las restricciones o dificultades que se pudieran presentar.

Además, se armó el organigrama de trabajo asignando las funciones de cada integrante del Proyecto:

- Gerencia. - Participante activo, quien aprobaba los requerimientos.
- Ingeniero Residente. - persona que veló por el cumplimiento de la programación semanal y organizo los rendimientos.
- Logística. – Persona que coordinó el abastecimiento de materiales siguiendo el cronograma de abastecimiento.
- Oficina Técnica. – encargados de recoger toda la información de recursos y mano obra que fueron usados para el control de costos siguiendo la línea de avances programados, además se encargaba de informar el estado situacional de la obra a gerencia.

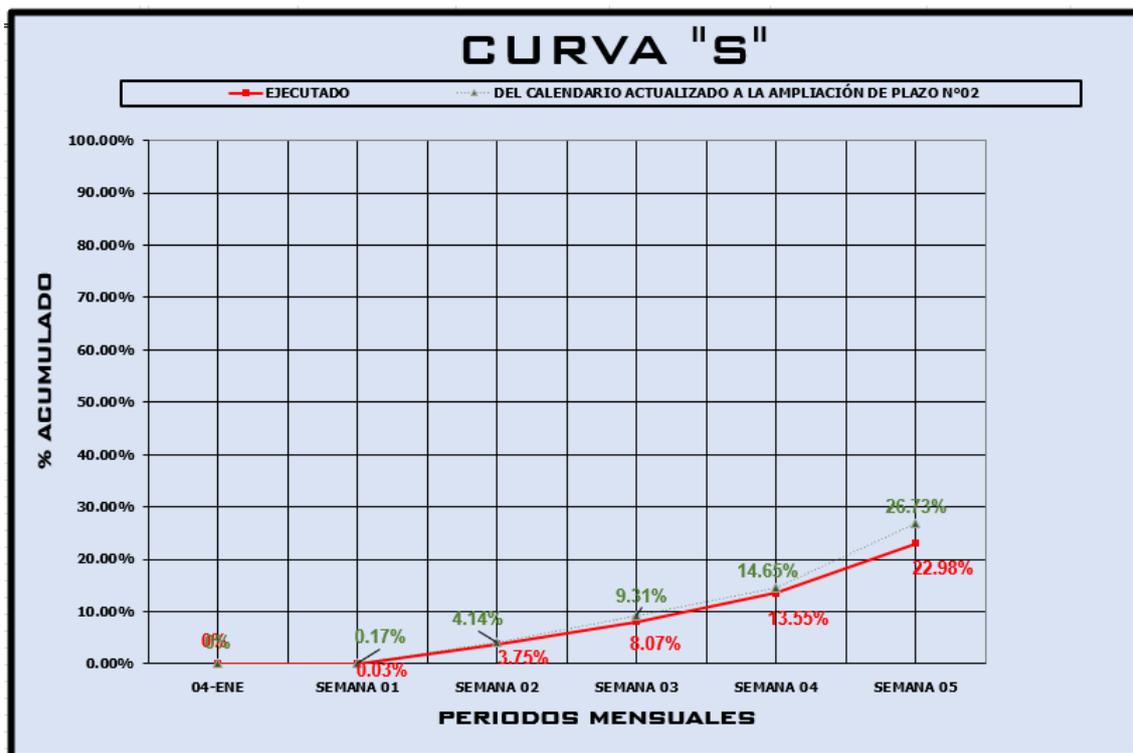
Para la elaboración del plan maestro se tuvo como punto de referencia al cronograma que se brinda en obra. Realizando de esta forma plan semanal, Lookahead, planificación diaria.

Esta etapa consistió en conocer en primera estancia si la obra se encontraba adelantada o atrasada, con los valores que se obtuvieron por medio de la curva S, que se presentó en la valorización.

Se realizó una evaluación del avance real financiero y físico de la obra antes de la aplicación de LC, el cual correspondió hasta la semana 5, con fecha 03/02/2024 como se aprecia en la figura 7.

Figura 7

Curva S – de avance de obra hasta la semana 5



La figura 7, se mostró mediante la curva S que durante las 5 primeras semanas antes de la aplicación del LC, se tuvo un valor de 22.98% de obra ejecutada lo que representa un monto financiero de S/ 219,761.62, y un porcentaje de 26.73% de obra proyectada que represento un monto financiero de S/ 255,564.69, lo que reflejó que la obra se encontraba atrasada con un porcentaje de 3.75%, esto quiere decir que en costo represento un monto de S/ 35,803.07. Esta Curva S reflejó que el avance de obra inicial era consecuencia de una falta de planificación adecuada para las metas a cumplir, por lo que se tenía una Obra con atrasos.

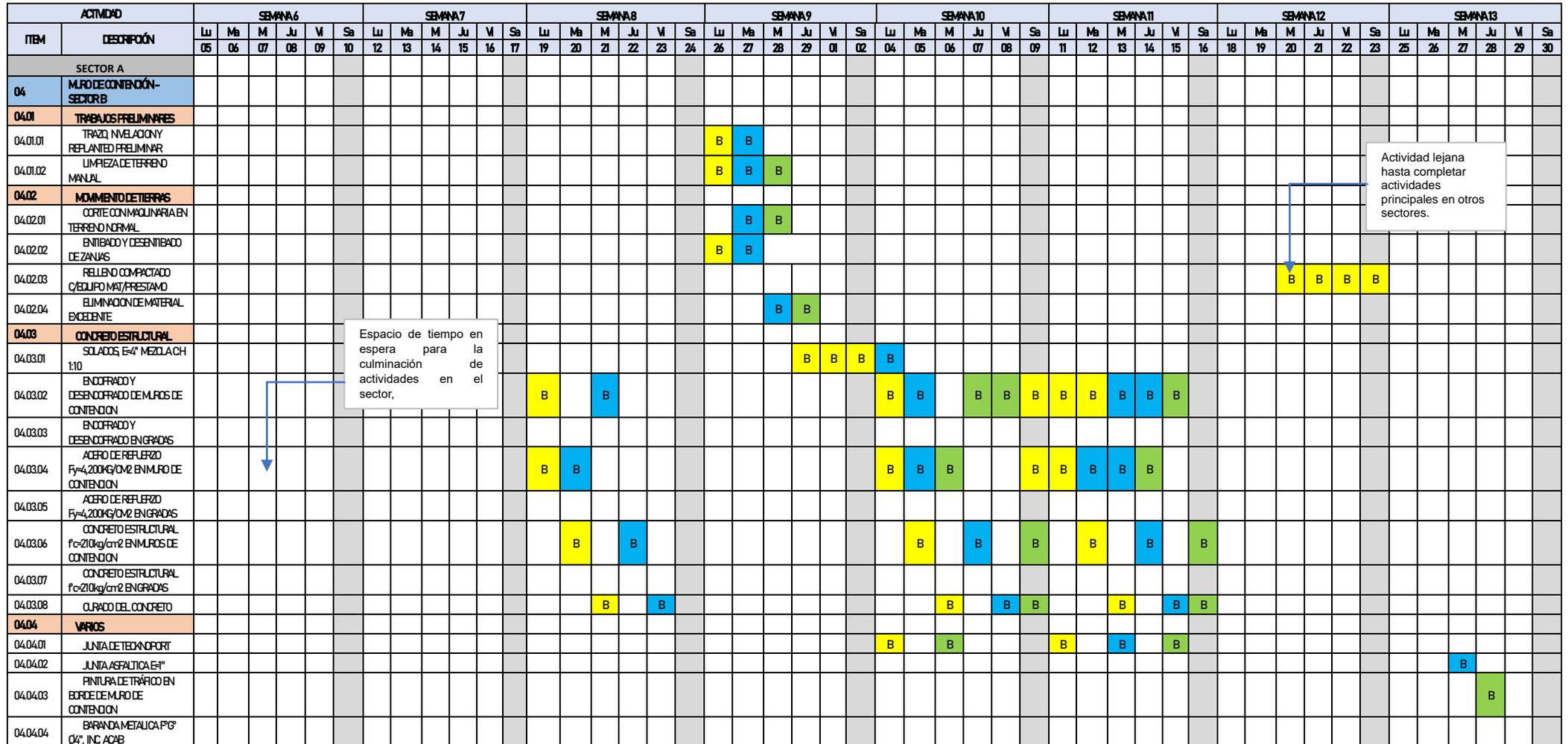
Debido a los datos mostrados, se realizó el Lookahead, para lograr una planificación semanal y también diaria de los trabajos a realizar desde la semana 6, y posteriormente con los resultados que se obtengan realizar el PPC (Porcentaje de Plan Cumplido) semanal.

El lookahead fue realizado con una semana de anterioridad mínima, contemplando los trabajos libres de restricciones que se ejecutaron en la semana siguiente. Para ello fue necesario realizar un cronograma de reuniones semanales donde todos los involucrados participaron. En cada reunión se acordó y se programó las actividades libres de restricciones que se realizarían en la semana siguiente, evaluando las cuadrillas necesarias para metrados programados, rendimientos esperados y duraciones de trabajos proyectados.

Con esa finalidad, se diseñó el Tren de actividades, lo que nos permitió una programación lineal, determinando el mínimo volumen de trabajo que pudo ser ejecutado diariamente, creando una dependencia mutua, lo que generó reducir y/o eliminar tiempos muertos que pudieron presentarse en cada tarea, es decir, que se creó un proceso de sectorización que aseguraba la distribución adecuada y el balanceo entre unidades de producción.

Gracias al tren de actividades se pudo organizar secuencialmente las tareas, facilitándonos su dimensionamiento y evaluación diaria.

Figura 9
Tren de actividades para el sector B



Espacio de tiempo en espera para la culminación de actividades en el sector,

Actividad lejana hasta completar actividades principales en otros sectores.

Nota: Elaboración propia.

Figura 10
Planificación de semana en el sector A

ITEM	ACTIVIDAD DESCRIPCIÓN	SEMANA 6						RESPONSABLE
		Lu 05	Ma 06	M 07	Ju 08	Vi 09	Sa 10	
SECTOR A								
04	MURO DE CONTENCIÓN- SECTORA							
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES							
04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR							
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL							
04.02	MOMENTO DE TIERRAS							
04.02.01	CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL							
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS							
04.02.03	RELLENO COMPACTADO C/ EQUIPO MAT/PRESTAMO							
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE							
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL							
04.03.01	SOLADOS E=4" MEZCLA CH:1:10							
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	A	A	A		A	A	
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN GRADAS							
04.03.04	ACERO DE REFUERZO F _y =4,200KG/CM ² EN MURO DE CONTENCIÓN	A	A	A	A	A		
04.03.05	ACERO DE REFUERZO F _y =4,200KG/CM ² EN GRADAS							
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL f _c =210kg/cm ² EN MUROS DE CONTENCIÓN		A		A		A	
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL f _c =210kg/cm ² EN GRADAS							
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO			A		A	A	
04.04	VARIOS							
04.04.01	JUNTA DE TECKNOPORT							
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=1"							
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN							
04.04.04	BARANDA METALICA F ⁶ 04", INC. ACAB							

Nota: Elaboración propia.

En la figura 10, se muestra la planificación para la semana 6 con aplicación de LC contemplada en el Tren de Actividades para el Sector A. Esta planificación muestra la secuencia de las actividades planificadas para la ejecución de los Muros de Contención de la Avenida Country, como se describe a continuación:

Primer día (Lunes):

- Inicia la cuadrilla de acero, habilitando, colocando la armadura de las pantallas de los Muros de Contención.
- La cuadrilla de encofrado va trabajando con las pantallas ya armadas.

Segundo día (Martes):

- Inicia la cuadrilla de acero, habilitando, colocando la armadura de las pantallas de los Muros de Contención.
- La cuadrilla de encofrado va trabajando con las pantallas ya armadas.

- La cuadrilla de concreto, inicia el llenado de las pantallas encofradas.

Tercer día (Miércoles):

- Inicia la cuadrilla de acero, habilitando, colocando la armadura de las pantallas de los Muros de Contención.
- La cuadrilla de encofrado va trabajando con las pantallas ya armadas.
- La cuadrilla de curado, inicia con la aplicación de aditivo de todas las pantallas llenadas el día anterior.

Cuarto día (Jueves):

- Inicia la cuadrilla de acero, habilitando, colocando la armadura de las pantallas que serán llenadas al día siguiente.
- La cuadrilla de concreto, inicia el llenado de las pantallas armadas y encofradas.

Quinto día (Viernes):

- Inicia la cuadrilla de acero, habilitando, colocando la armadura de las pantallas que serán llenadas en la semana 7.
- La cuadrilla de encofrado va trabajando con las pantallas ya armadas.

Sexto día (Sábado):

- Inicia la cuadrilla de encofrado, con trabajando en las pantallas para la semana 07.
- La cuadrilla de concreto, inicia el llenado de las pantallas armadas y encofradas, completando la meta semanal.

De esta manera se fue secuenciando los trabajos de las partidas de Muros de Contención semanalmente.

4.1.2.1 Porcentaje de Plan Cumplido en las semanas de estudio

Se desarrolló el plan semanal, como parte de la aplicación de Lookahead, detallando en cada semana de estudio las tareas a cumplir por partida, así como también las restricciones que pudieron existir en la semana. A continuación, se presenta los planes semanales:

Figura 11

Plan semanal de la semana 6 correspondiente al Muro de Contención

FORMULARIO													REVISIÓN		
GESTION DE PROYECTOS													FECHA: 02/02/2024		
PLAN SEMANAS Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD													PÁGINA: 1 DE 8		
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSTABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. BRASIL Y AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NIEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009											AREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN				
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 6						ANALISIS DE CUMPLIMIENTO					
ITEM	DESCRIPCIÓN			Lu	Mi	M	Ju	Vi	Sa	SI	ND	TOTAL DE TAREAS PROG	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS
				05	06	07	08	09	10						
SECTOR A															
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A														
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES														
04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2													
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2													
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS														
04.02.01	CORTE CON MAGUINARIA EN TERRENO NORMAL	M3													
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS	M2													
04.02.03	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO MAT/PRESTAMO	M3													
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3													
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL														
04.03.01	SOLADOS E=4" MEZCLA CH:10	M2													
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	M2	114.55	2	2	1	1			6	1	7	SC	FALTA DE PERSONAL	SOLICITAR CAMBIO DE PERSONAL
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN GRADAS	M2													
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN	KG	2,046.48	2	1	2		1	1	7	0	7			
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS	KG													
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL Fc=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN	M3	131.41		2		2		1	5	0	5			
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL Fc=210kg/cm2 EN GRADAS	M3													
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO	M2	90.09			2		2	1	5	0	5			
04.04	VARIOS														
04.04.01	JUNTA DE TECHNOPORT	M2	3.78	1		1		1		3		3			
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=1"	M2													
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN	M2													
04.04.04	BARANDA METALICA F=6" Ø4", INC. ACAB	GLB													
ANALISIS DE CONFIABILIDAD (%)										96.30%	3.70%	27			
										96.30%					

Nota: Elaboración propia.

El porcentaje de Plan Cumplido para la semana 6 es de 96.30% debido a que se presentaron problemas con el personal de la cuadrilla de encofrado y como medida correctiva se reprogramo la tarea y se solicitó el cambio del personal, y que represento el 3.70% del total de actividades

Figura 12

Plan semanal de la semana 7 correspondiente al Muro de Contención

FORMULARIO													REVISIÓN			
GESTIÓN DE PROYECTOS													FECHA: 09/02/2024			
PLAN SEMANAL Y ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD													PÁGINA: 2 DE 8			
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. BRASIL Y AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009										ÁREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN						
ITEM	ACTIVIDAD	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 7							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO				
					Lu	Ma	M	Ju	Vi	Sa	S	NO	TOTAL DE TAREAS PROG.	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS
SECTOR A																
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A															
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES															
04.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PRELIMINAR															
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL															
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS															
04.02.01	CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL															
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS															
04.02.03	RELLENO COMPACTADO CON EQUIPO MAT/PRESTAMO															
04.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE															
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL															
04.03.01	SOLADOS E=4" MEZCLA CH1:10															
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN															
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN GRADAS															
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN															
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS															
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL Fc=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN															
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL Fc=210kg/cm2 EN GRADAS															
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO															
04.04	VARIOS															
04.04.01	JUNTA DE TECKNOPORT															
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=1"															
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN															
04.04.04	BARANDA METALICA P"6" Ø4", INC. ACAB															
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)										97.22%	2.78%	36				
										97.22%						

Nota: Elaboración propia.

El porcentaje de Plan Cumplido para la semana 7 es de 97.22% debido a que se presentaron problemas con el abastecimiento de materiales por lo que se tuvo que realizar una mejor coordinación con la oficina técnica y logística, y esto represento el 2.78% del total de actividades

Figura 13

Plan semanal de la semana 8 correspondiente al Muro de Contención

FORMULARIO													REVISIÓN		
GESTIÓN DE PROYECTOS													FECHA: 16/02/2024		
PLAN SEMANAS Y ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD													PÁGINA: 3 DE 8		
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. BRASIL Y AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009											ÁREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN				
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 8							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO				
ITEM	DESCRIPCIÓN			Lu	Mi	M	Ju	Vi	Sa	SI	ND	TOTAL DE TAREAS PROG.	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS
SECTOR A															
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A														
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES														
04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2													
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2													
04.02	MOMENTO DE TIERRAS														
04.02.01	CORTE CON MAGINARIA EN TERRENO NORMAL	M3													
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS	M2													
04.02.03	RELLENDO COMPACTADO O EQUIPO MAT/PRESTAMO	M3													
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3													
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL														
04.03.01	SOLADOS E=4" MEZCLA CH1:10	M2													
04.03.02	ENCORRADO Y DESENCORRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	M2	151.79	2	1	2	1	2		8	8				
04.03.03	ENCORRADO Y DESENCORRADO EN GRADAS	M2													
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN	KG	2,174.35	2	2		2	1		7	7				
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS	KG													
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL Fc=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN	M3	35.48		3		3		2	8	8				
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL Fc=210kg/cm2 EN GRADAS	M3													
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO	M2	157.19		3		3	2		8	8				
04.04	VARIOS														
04.04.01	JUNTA DE TECNOPORT	M2	8.50	1		1				3	3				
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=1"	M2													
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN	M2													
04.04.04	BARANDA METALICA F=6" Ø=4", INC. ACAB	GLB													
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)									100.00%	0.00%	34				
									100.00%						

Nota: Elaboración propia.

Para la semana 8, se llegó a cumplir la meta de tareas cumplidas del 100%, gracias a que no se tuvo ningún inconveniente, lo que reflejó que los flujos tuvieron una continuidad laboral como se esperaba y proyectaba.

Figura 14

Plan semanal de la semana 9 correspondiente al Muro de Contención

FORMULARIO													REVISIÓN		
GESTIÓN DE PROYECTOS													FECHA: 23/02/2024		
PLAN SEMANAS Y ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD													PÁGINA: 4 DE 8		
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. BRASIL Y AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROMINIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009										ÁREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 9							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO				
ITEM	DESCRIPCIÓN			Lu	Ma	M	Ju	Vi	Sa	SI	ND	TOTAL DE TAREAS PROG.	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS
SECTOR A															
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A														
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES														
04.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTIO PRELIMINAR	M2	115.65	1	1					2		2			
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2	115.65	1	1	1				3		3			
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS														
04.02.01	CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	M3	849.27		1	1				2		2			
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS	M2	38.55	1	1					2		2			
04.02.03	RELLENDO COMPACTADO C/EQUIPO MAI/PRESTAMO	M3													
04.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3	1,019.12			1	1			2		2			
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL														
04.03.01	SOLADOS E=4" MEZCLA CH1:10	M2	102.16				1	1	1	2	1	3	CE	Queja vecinal a Municipio	Reprogramación de actividad
04.03.02	ENDOSADO Y DESENDOSADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	M2													
04.03.03	ENDOSADO Y DESENDOSADO EN GRADAS	M2													
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN	KG													
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS	KG													
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN	M3													
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN GRADAS	M3													
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO	M2													
04.04	VARIOS														
04.04.01	JUNTA DE TECHNOPORT	M2													
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=1"	M2													
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN	M2													
04.04.04	BARANDA METALICA PG 04", INC. ACAB	GLB													
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)										92.86%	7.14%	14			
										92.86%					

Nota: Elaboración propia.

El porcentaje de Plan Cumplido para la semana 9 es de 92.86% debido a que se presentaron problemas con los vecinos por mal información de avance e incomodidades por trabajos de obra, por lo que se tuvo que reprogramar la actividad para la semana siguiente, y esto represento el 7.14% del total de actividades

Figura 15

Plan semanal de la semana 10 correspondiente al Muro de Contención

FORMULARIO													REVISIÓN		
GESTIÓN DE PROYECTOS													FECHA: 01/03/2024		
PLAN SEMANAL Y ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD													PÁGINA: 5 DE 8		
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. BRASIL Y AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROMINJA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009										ÁREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN					
ITEM	ACTIVIDAD	UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 10							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO				
				04	05	06	07	08	09	SI	NO	TOTAL DE TAREAS PROG.	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS
SECTOR A															
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A														
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES														
04.01.01	TRAZO, NIVELACIÓN Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2													
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2													
04.02	MOMENTO DE TIERRAS														
04.02.01	CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	M3													
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS	M2													
04.02.03	RELLENO COMPACTADO O EQUIPO MAT/PRESTAMO	M3													
04.02.04	ELIMINACIÓN DE MATERIAL EXCEDENTE	M3													
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL														
04.03.01	SOLADOS, E=4" MEZCLA CH1:10	M2	94.50	1							1		1		
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	M2	73.92	2	1		1	1	1	5	1	6	PROG	Programación optimista	Programación más probable y sincera
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN GRADAS	M2													
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN	KG	3,502.78	2	1	2			2	6	1	7	PROG	Programación optimista	Programación más probable y sincera
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS	KG													
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN	M3	74.50		2		1		2	5		5			
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN GRADAS	M3													
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO	M2	50.12			2		1	2	5		5			
04.04	VARIOS														
04.04.01	JUNTA DE TECHNOPORT	M2	8.50	1		1				2		2			
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=4"	M2													
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN	M2													
04.04.04	BARANDA METALICA F'G Ø4", INC. ACAB	GLB													
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)										92.31%	7.69%	26			
										92.31%					

Nota: Elaboración propia.

El porcentaje de Plan Cumplido para la semana 10 es de 92.31% debido a que se no se planificaron los trabajos adecuadamente y con avances posibles, por lo que se tuvo que plantear una mejor programación, y esto represento el 7.69% del total de actividades

Figura 16

Plan semanal de la semana 11 correspondiente al Muro de Contención

FORMULARIO																	
GESTION DE PROYECTOS													REVISIÓN				
PLAN SEMANAS Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD													FECHA: 08/03/2024				
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. BRASIL Y AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009													PÁGINA: 6 DE 8				
ACTIVIDAD													ÁREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 11							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO						
				Lu	Mi	M	Ju	Vi	Sa	SI	ND	TOTAL DE TAREAS PROG.	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS		
SECTOR A																	
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A																
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES																
04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2															
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2															
04.02	MOMENTO DE TIERRAS																
04.02.01	CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	M3						1	1			2	2	PROG	Programación optimista	Programación más probable y sincera	
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANIAS	M2															
04.02.03	RELLENO COMPACTADO C/ EQUIPO MAT/ PRESTAMO	M3															
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3															
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL																
04.03.01	SOLADOS E=4" MEZCLA CH1:10	M2															
04.03.02	ENCORRADO Y DESENCORRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	M2	238.34	3	1	3	1	2			10	10					
04.03.03	ENCORRADO Y DESENCORRADO EN GRADAS	M2															
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN	KG	2,306.33	3	2	2	2				9	9					
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS	KG															
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN	M3	49.17		4		4		2		10	10					
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN GRADAS	M3															
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO	M2	262.14			4		4	2		10	10					
04.04	VARIOS																
04.04.01	JUNTA DE TENDON PORT	M2	8.50	1		1		1			3	3					
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=1"	M2															
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN	M2															
04.04.04	BARANDA METALICA P=0' 04", INC. ACAB	GLB															
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)										95.45%	4.55%	44					
										95.45%							

Nota: Elaboración propia.

El porcentaje de Plan Cumplido para la semana 11 es de 95.45% debido a que se no se planificaron los trabajos adecuadamente y con avances posibles, por lo que se tuvo que plantear una mejor programación, y esto represento el 4.55% del total de actividades

Figura 17

Plan semanal de la semana 12 correspondiente al Muro de Contención

FORMULARIO														REVISIÓN								
GESTION DE PROYECTOS														FECHA: 15/03/2024								
PLAN SEMANAS Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD														PÁGINA: 7 DE 8								
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. ERASLY AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROMINIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009												ÁREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN										
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 12							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO											
ITEM	DESCRIPCIÓN			Lu	Ma	M	Ju	Vi	Sa	SI	NO	TOTAL DE TAREAS PROG.	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS							
				18	19	20	21	22	23													
SECTOR A																						
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A																					
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES																					
04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2																				
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2																				
04.02	MOMENTO DE TIERRAS																					
04.02.01	CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	M3																				
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS	M2																				
04.02.03	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO MAT/PRESTAMO	M3	1511.00	4	4	4	4	4	4	24	24											
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3																				
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL																					
04.03.01	SOLIDOS E=4" MEZCLA CH1:10	M2																				
04.03.02	ENDOSADO Y DESENDOSADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	M2																				
04.03.03	ENDOSADO Y DESENDOSADO EN GRADAS	M2																				
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN	KG																				
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS	KG																				
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN	M3																				
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN GRADAS	M3																				
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO	M2																				
04.04	VARIOS																					
04.04.01	JUNTA DE TENDÓN PORT	M2																				
04.04.02	JUNTA ASFÁLTICA E=1"	M2																				
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN	M2																				
04.04.04	BARANDA METÁLICA PG Ø4", INC. ACAB	GLB																				
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)									100.00%	0.00%	24											
									100.00%													

Nota: Elaboración propia.

Para la semana 12, se llegó a cumplir la meta de tareas cumplidas del 100%, gracias a que no se tuvo ningún inconveniente, lo que reflejó que los flujos tuvieron una continuidad laboral como se esperaba y proyectaba.

Figura 18

Plan semanal de la semana 13 correspondiente al Muro de Contención

FORMULARIO														REVISIÓN		
GESTIÓN DE PROYECTOS														FECHA: 22/03/2024		
PLAN SEMANAL Y ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD														PÁGINA: 8 DE 8		
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. BRASIL Y AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009											ÁREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN					
ACTIVIDAD		UNIDAD	CANTIDAD	SEMANA 13							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO					
ITEM	DESCRIPCIÓN			Lu	Mi	M	Ju	Vi	Sa	SI	NO	TOTAL DE TAREAS PROG.	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS	
SECTOR A																
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A															
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES															
04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2														
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2														
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS															
04.02.01	CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	M3														
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS	M2														
04.02.03	RELLENO COMPACTADO O EQUIPO MAT/PRESTAMO	M3														
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3														
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL															
04.03.01	SOLADOS E=4" MEZCLA CH1:10	M2														
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	M2														
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN GRADAS	M2														
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN	KG														
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS	KG														
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL Fc=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN	M3														
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL Fc=210kg/cm2 EN GRADAS	M3														
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO	M2														
04.04	VARIOS															
04.04.01	JUNTA DE TECKNOPORT	M2														
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=1"	M2	3.26			4				4		4				
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN	M2	93.07				1	3		4		4				
04.04.04	BARANDA METALICA F=6" Ø4", INC. ACAB	GLB	1	1	1	1				3		3				
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)										100.00%	0.00%	11				
										100.00%						

Nota: Elaboración propia.

Para la semana 13, se llegó a cumplir la meta de tareas cumplidas del 100%, gracias a que no se tuvo ningún inconveniente, lo que reflejó que los flujos tuvieron una continuidad laboral como se esperaba y proyectaba.

Tabla 2.

PPC Semanales en Muros de Contención

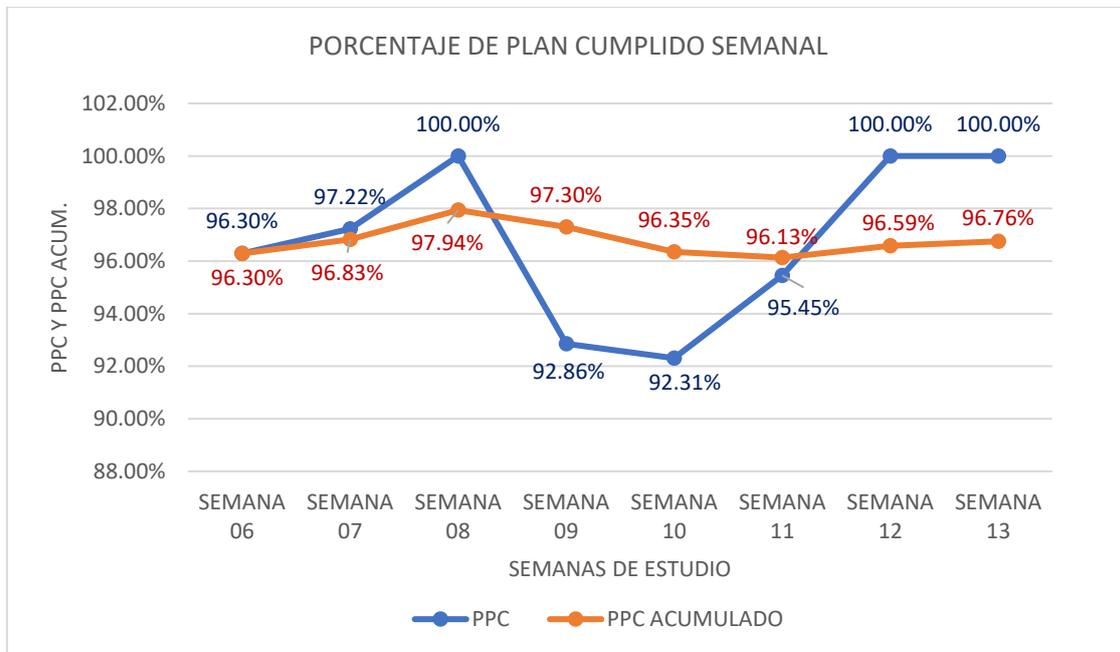
PORCENTAJE DE PLAN CUMPLIDO - SEMANAS DE ESTUDIO				
SEMANAS	ACTIVIDADES REALIZADAS	ACTIVIDADES NO CUMPLIDAS	PPC	PPC ACUMULADO
SEMANA 06	26	1	96.30%	96.30%
SEMANA 07	35	1	97.22%	96.83%
SEMANA 08	34	0	100.00%	97.94%
SEMANA 09	13	1	92.86%	97.30%
SEMANA 10	24	2	92.31%	96.35%
SEMANA 11	42	2	95.45%	96.13%
SEMANA 12	24	0	100.00%	96.59%
SEMANA 13	11	0	100.00%	96.76%

Nota: Elaboración propia.

En la tabla 2., se muestra los PPC semanales y el PPC acumulado, de donde se interpreta el nivel de acierto en la programación durante toda la obra.

Figura 19

PPC Semanal y PPC acumulado en las semanas de estudio

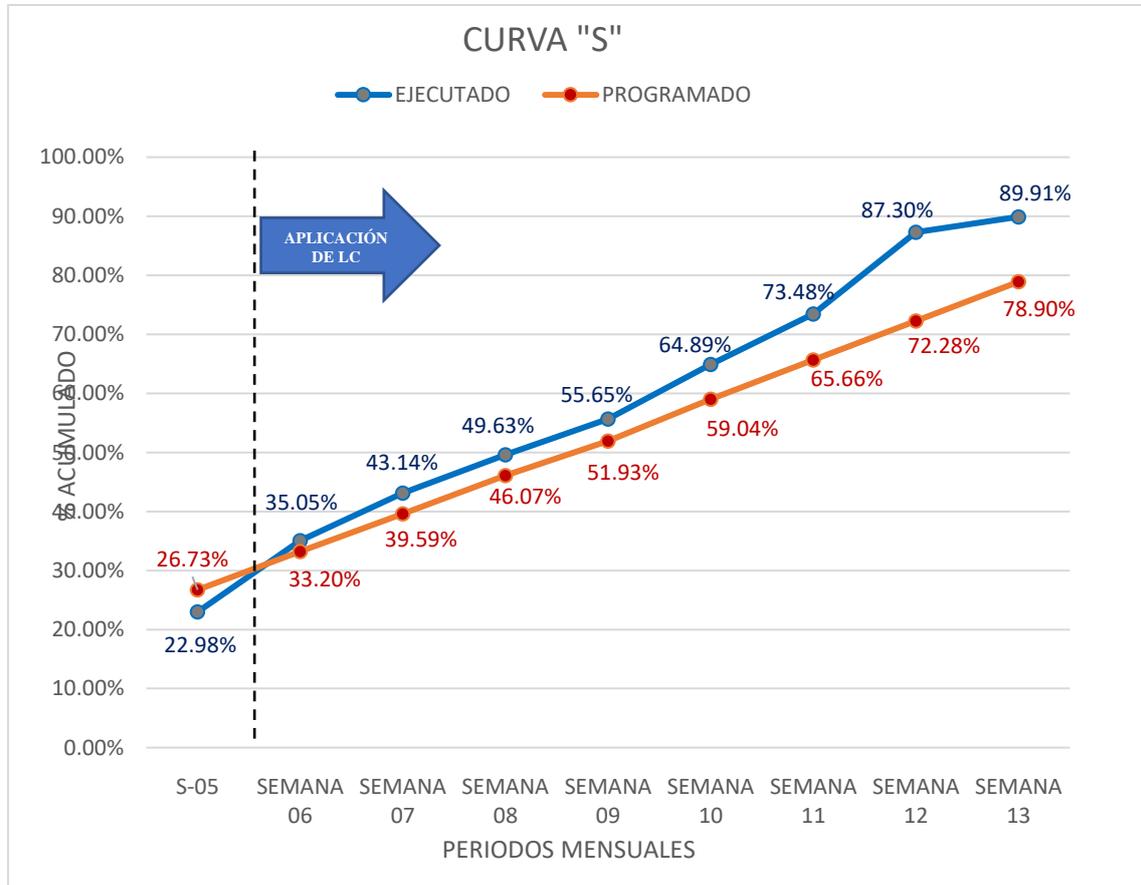


Nota: Elaboración propia.

Como se muestra en la figura 19, en un total de 8 semanas se obtuvo un porcentaje de tareas cumplidas mayores a 96%. También se muestra que en todas las semanas no se llegó a cumplir con el total de tareas programadas, llegando así a un PPC Acumulado del 96.76%. Por otro lado, el porcentaje mayor que se obtuvo, nos mostró si se realizó una programación acorde y adecuada. Si se obtiene porcentajes semanales seguidos del 100%, se puede inferir que no se ha realizado una programación acorde a lo que realmente se puede llegar a avanzar, ya que se estaría, probablemente, programando una cantidad mínima de trabajo que puede ser realizada semanalmente.

Figura 20

Curva “S” de porcentaje proyectado y ejecutado

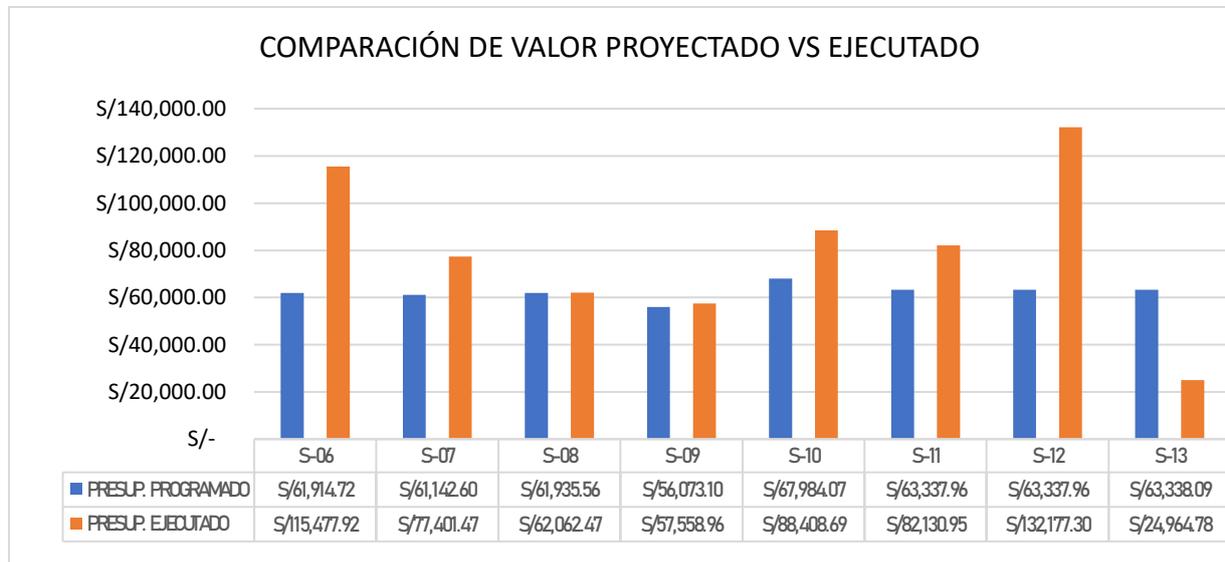


Nota: Elaboración propia.

En la Figura 20. se muestra el avance físico con dimensión porcentual de las semanas en estudio aplicando la herramienta LOOKAHEAD de la Filosofía del LC, que fueron desde la semana 06 hasta la semana 13. Se observa que la curva porcentual de avance de obra ejecutada está por encima de la curva porcentual del avance de obra programado. Esto refleja que en las semanas en estudio se logró cumplir con las tareas y/o actividades que se plantearon inicialmente en el Lookahead, ya que se llegó adelantar los avances programados del Proyecto.

Figura 21

Valores proyectados vs ejecutados



Nota: Elaboración propia.

Tabla 3.

Proyecto Ejecutado vs Proyectado

	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11	S-12	S-13
Presup. Programado	S/61,914.72	S/61,142.60	S/61,935.56	S/56,073.10	S/67,984.07	S/63,337.96	S/63,337.96	S/63,338.09
Avance (%) Programado	6.47%	6.39%	6.48%	5.86%	7.11%	6.62%	6.62%	6.62%
Avance (%) Progr. Acum.	33.20%	39.59%	46.07%	51.93%	59.04%	65.66%	72.28%	78.90%
Presup. Ejecutado	S/115,477.92	S/77,401.47	S/62,062.47	S/57,558.96	S/88,408.69	S/82,130.95	S/132,177.30	S/24,964.78
Avance (%) Ejecutado	12.07%	8.09%	6.49%	6.02%	9.24%	8.59%	13.82%	2.61%
Avance (%) Ejec. Acum.	35.05%	43.14%	49.63%	55.65%	64.89%	73.48%	87.30%	89.91%

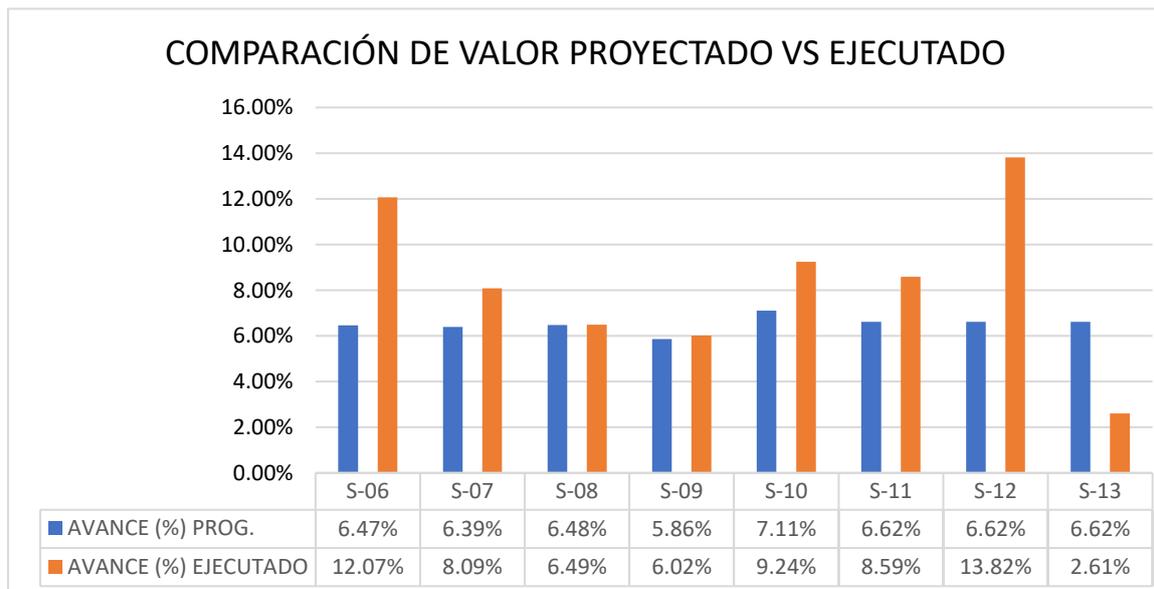
Nota: Elaboración propia.

En la Tabla 3., se muestran los avances financieros programados y ejecutados de las semanas en estudio con aplicación de la metodología LC. En la Semana 6 se tuvo un presupuesto ejecutado de s/. 115,477.92 contra un presupuesto programado de

s/.61,914.72; en la Semana 7 se tuvo un presupuesto ejecutado de s/. 77,401.47 contra un presupuesto programado de s/. 59,699.26; para la semana 8 se tuvo un presupuesto ejecutado de s/. 62,062.47 contra un presupuesto programado de s/. 61,935.56; para la semana 9 se tuvo un presupuesto ejecutado de s/. S/57,558.96 contra un presupuesto programado de s/. 56,073.10; para la semana 10 se tuvo un presupuesto ejecutado de S/88,408.69 contra un presupuesto programado de s/. 67,984.07; para la semana 11 se tuvo un presupuesto ejecutado de S/82,130.95 contra un presupuesto programado de s/. 63,337.96; para la semana 12 se tuvo un presupuesto ejecutado de s/. 132,177.30 contra un presupuesto programado de s/. 63,337.96; para la semana 13 se tuvo un presupuesto ejecutado de s/. 24,964.78 contra un presupuesto programado de s/. 63,338.09. Los resultados de la semana 13, se debieron a que fue la última semana de ejecución de partidas de Muros de Contención, a diferencia de lo que se había programado en el Calendario de Obra.

Figura 22

Valores de Avances programados vs ejecutados



Nota: Elaboración propia.

Por otro lado, en la Figura 22. se puede apreciar que en la semana 6 se tuvo un porcentaje programado de 6.47%, teniendo un porcentaje ejecutado semanal de 12.07%, mostrando así una diferencia de 5.60%, para la semana 7 se tuvo un porcentaje programado de 6.39%, teniendo un porcentaje ejecutado semanal de 8.09%, mostrando así una diferencia de 1.70%; además, para la semana 8 se tuvo un porcentaje programado de 6.48% con un porcentaje, mientras para el porcentaje ejecutado fue de 6.49%, mostrando de esta manera una diferencia de 0.01%; por otro lado, en la semana 9 se tuvo un porcentaje programado de 5.86%, con un porcentaje ejecutado semanal de 6.02%, donde se presentó una diferencia de 0.16%. Asimismo, la semana 10 presentó un porcentaje ejecutado de 9.24% comparado con el programado de 7.11%, de esta manera se tuvo una diferencia de 2.13%. Para la semana 11 se tuvo un porcentaje programado de 6.62% y un porcentaje ejecutado de 8.59%, presentando una diferencia de 1.97%. Durante la semana 12 se tuvo un porcentaje programado de 6.62% y un porcentaje ejecutado de 13.82%, mostrando de esta manera una diferencia de 7.20%. Por último, para la semana 13 se tuvo un porcentaje proyectado de 6.62% y un porcentaje ejecutado de 2.61%, mostrando de esta manera una diferencia de -4.01%, esto debido a que esta semana corresponde a la última semana de ejecución de partidas de los Muros de Contención en la Avenida Country, a diferencia de lo que se tenía programado en el Proyecto.

4.1.3. Evaluación del SPI

Los indicadores del SPI permiten visualizar el estado real del Proyecto, los cuales se obtienen de la relación del Presupuesto Ejecutado con el Presupuesto Proyectado.

Si el proyecto obtiene un $SPI < 1$, indicaría que la obra tiene atrasos, por lo contrario, si presenta un $SPI > 1$, indicaría que la Obra se encontraría avanzada.

En la presente investigación, se determinaron los indicadores del SPI semanalmente, para las semanas sin aplicación de LC y para las semanas con aplicación de LC, como se muestra en la Tabla 3.

Tabla 4.

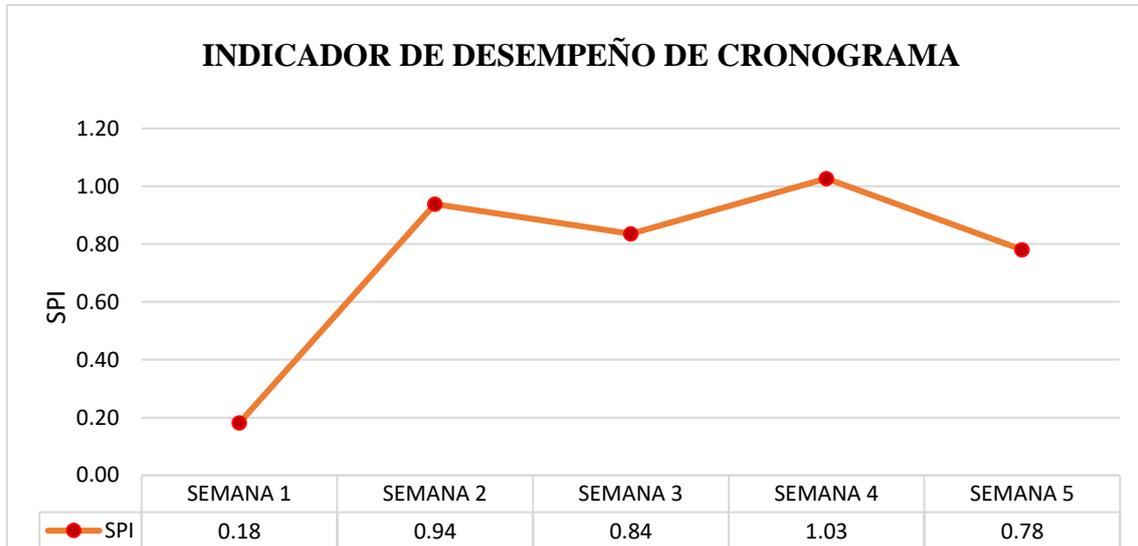
Evolución del SPI desde la semana 1 hasta la semana 13

SEMANA	REAL ACUMULADO	AVANCE REAL	PROGRAMADO ACUMULADO	AVANCE PLANIFICADO	SPI
SEMANA 1	0.03%	295.33	0.17%	1,626.84	0.18
SEMANA 2	3.72%	35,584.39	3.97%	37,944.58	0.94
SEMANA 3	4.32%	41,296.70	5.34%	49,441.50	0.84
SEMANA 4	5.48%	52,394.91	5.34%	51,031.19	1.03
SEMANA 5	9.43%	90,190.29	12.08%	115,520.58	0.78
SEMANA 6	12.07%	115,477.92	6.47%	61,914.72	1.87
SEMANA 7	8.09%	77,401.47	6.39%	61,142.60	1.27
SEMANA 8	6.49%	62,062.47	6.48%	61,935.56	1.00
SEMANA 9	6.02%	57,558.96	5.86%	56,073.10	1.03
SEMANA 10	9.24%	88,408.69	7.11%	67,984.07	1.30
SEMANA 11	8.59%	82,130.95	6.62%	63,337.96	1.30
SEMANA 12	13.82%	132,177.30	6.62%	63,337.96	2.09
SEMANA 13	2.61%	24,964.78	6.62%	63,338.09	0.39

Nota: Elaboración propia.

Figura 23

Indicador de desempeño de cronograma desde la semana 1 a la semana 5

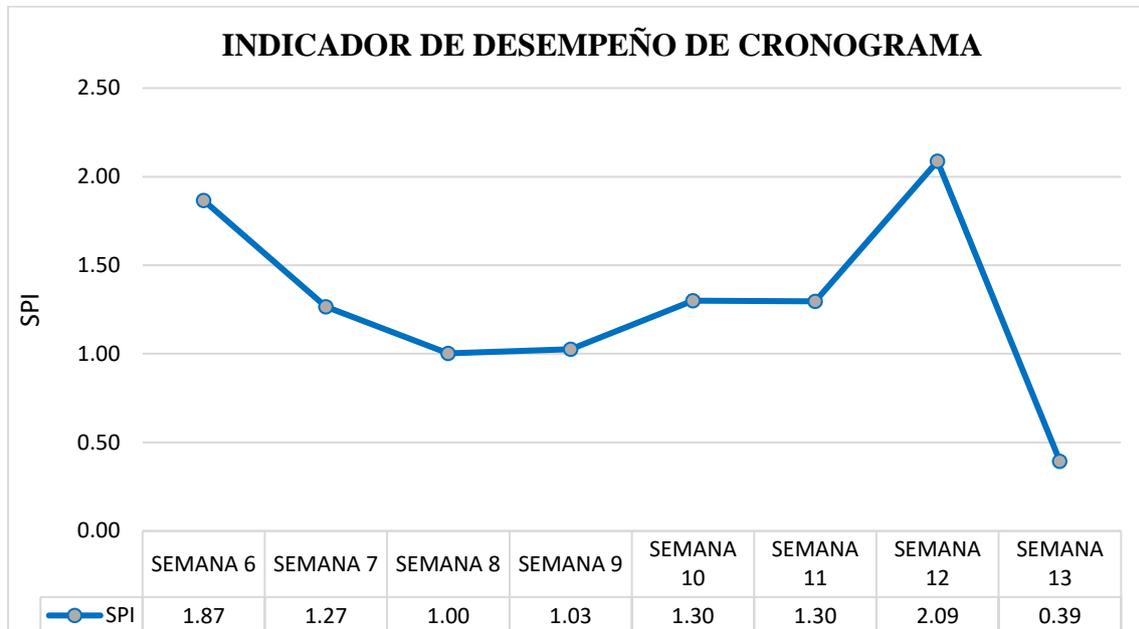


Nota: Elaboración propia.

La Figura 23. muestra en qué etapa se encuentra el proyecto, teniendo en cuenta la relación que existe entre el proyecto ejecutado con el programado. El gráfico muestra que en las semanas 1, 2, 3, y 5 el valor del SPI está por debajo de 1, lo que evidencia que en las primeras semanas la obra se encontraba con atrasos en los trabajos de ejecución de Muros de Contención. Además, muestra que en la semana 04 logra superar los atrasos llegando a un valor de SPI=1.03, pero para la siguiente semana vuelve a caer en atraso.

Figura 24

Indicador de desempeño de cronograma desde la semana 6 a la semana 13 aplicando el LC



Nota: Elaboración propia.

La Figura 24 demuestra que en las semanas 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12 y 13, semanas con aplicación de la metodología de LC, se obtuvo un SPI mayor a 1, lo que reflejó que el proyecto se encontraba adelantado en comparación de los valores programados. Se determinó que el SPI promedio tuvo un valor de 1.28, mostrando que el proyecto se encontraría adelantado, facilitando el desarrollo de partidas dentro de obra.

También en la figura anterior, se evidencia que la semana más crítica fue la semana 8, porque se obtuvo un SPI=1.

Se debe recalcar que el SPI que se obtuvo en la semana 13, no refleja que la obra este atrasada, sino que por el contrario se obtuvo ese valor ya que en esa semana se ejecutaron los últimos metrados de las partidas involucradas en el estudio.

4.1.4. Análisis de la productividad y rendimientos

El control de la productividad es fundamental para que los Proyectos mejoren continuamente. Por ello, fue necesario evaluar la productividad en las Cuadrillas de las partidas involucradas en la Ejecución de los Muros de Contención de la Avenida Country.

El análisis la productividad de las cuadrillas de las partidas, permitió verificar si la cuadrilla estaba empleando correctamente la cantidad de recursos por unidad de producción, de esta manera poder cotejar con los ratios proyectados en sus Análisis de Costos Unitarios (ACU), con el fin de obtener los rendimientos esperados.

En esta fase de la investigación, se estudiaron y evaluaron las partidas más relevantes de la Ejecución de Muros de contención, además el control de la productividad se realizó en base a la Mano de obra.

Para la Productividad, los resultados favorables son cuando los datos obtenidos están por encima de los datos metas del proyecto. Por lo contrario, en el caso de los Rendimientos, los valores favorables y positivos son los que en las gráficas se encuentran por debajo de los datos metas del proyecto.

De los datos obtenidos con este análisis, se puede notar que los resultados en cuanto a productividad y rendimientos, fueron favorables con la aplicación de la metodología Lean Construction, ya que con sus herramientas y enfoque se planificaron y realizaron las actividades de manera más ordenada, como se muestra a continuación:

Tabla 5.

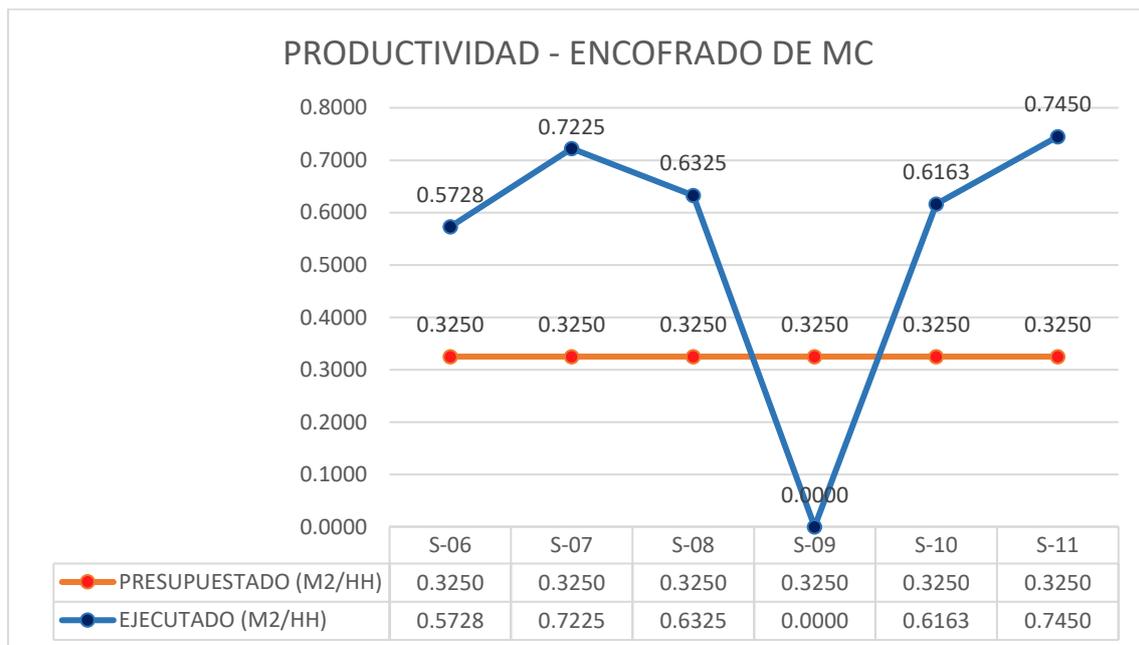
Cálculo de IP M.O. de la partida “Encofrado y desencofrado caravista de muros de contención”

IP M.O.	UND	S-04	S-05	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11
Avance Semanal	m2	56.39	58.99	114.55	231.17	151.79		73.92	238.34
Avance Acum.	m2	56.39	115.39	229.94	461.11	612.91	612.91	686.82	925.16
HH Semanal	HH	119.9872	124.8550	200.0035	319.9640	239.9905		119.9432	319.9195
HH Acum.	HH	119.9872	244.8423	444.8458	764.8098	1004.8003	1004.8003	1124.7435	1444.6629
Productividad Presup.	m2/HH	0.3250	0.3250	0.3250	0.3250	0.3250	0.3250	0.3250	0.3250
Productividad Ejec.	m2/HH	0.4700	0.4725	0.5728	0.7225	0.6325		0.6163	0.7450
Rendimiento Presup.	HH/m2	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
Rendimiento Ejec.	HH/m2	2.1277	2.1164	1.7460	1.3841	1.5810		1.6227	1.3423

Nota. Elaboración propia.

Figura 25

Productividad de la partida “Encofrado y desencofrado caravista de muros de contención”

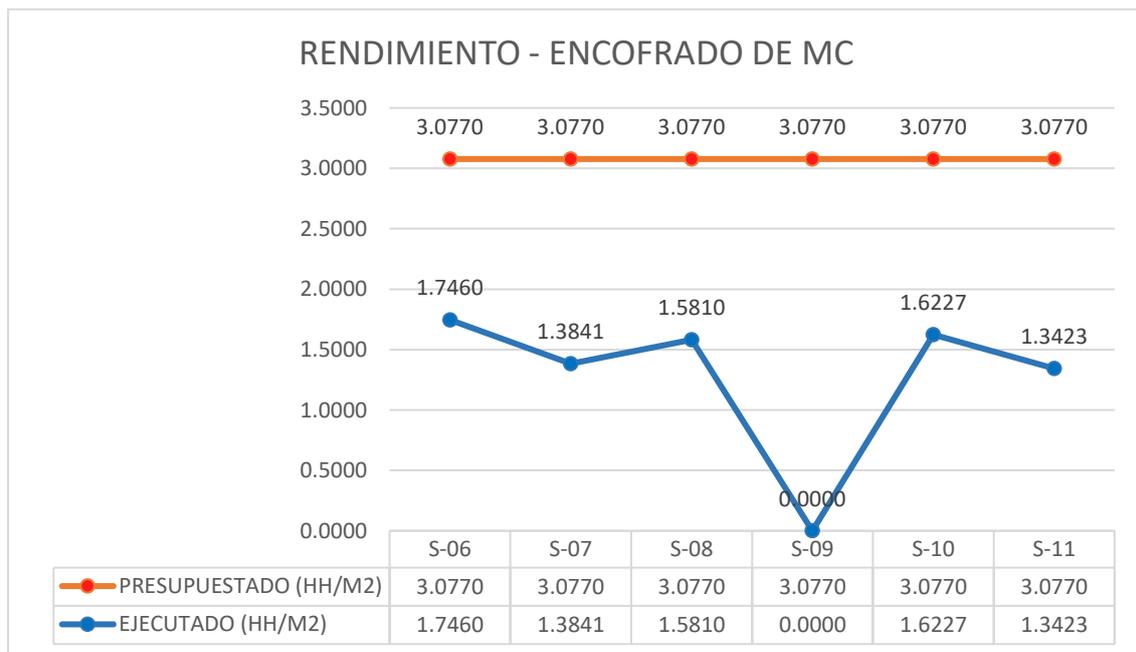


Nota. Elaboración propia.

En la figura 25, se aprecia el cuadro de productividad de la partida Encofrado y Desencofrado Caravista de Muros de Contención, mostrando en las semanas de estudio una productividad mayor a lo esperando, con una productividad promedio de 0.6578m²/hh como máximo superando a los 0.3250m²/HH's. Cabe resaltar que en la semana 9 no se realizaron trabajos de encofrado de acuerdo a lo planificado con las herramientas de LC.

Figura 26.

Rendimiento de la partida “Encofrado y desencofrado caravista de muros de contención”



Nota. Elaboración propia.

En la figura 26, se apreció que en las semanas de estudio se obtuvieron rendimientos menores a los programados, lo que indica que se logró optimizar los tiempos dentro de cuadrillas, y por consiguiente lograr resultados mucho mejores. Se obtuvo un rendimiento promedio de 1.5352HH/m².

Tabla 6.

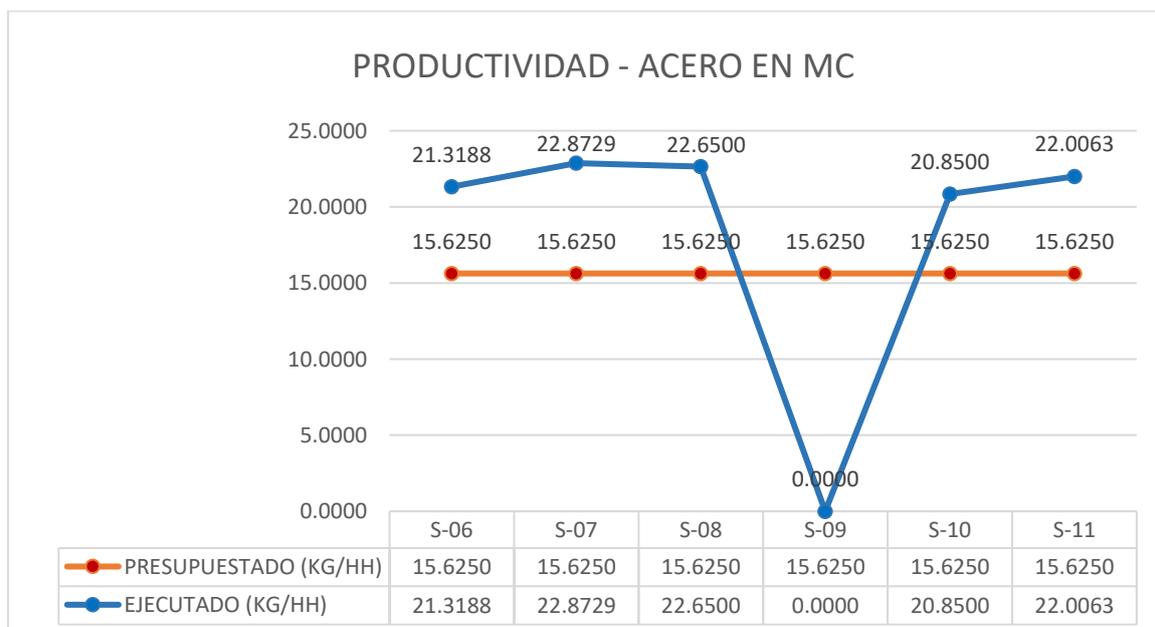
Cálculo de IP M.O. de la partida “Acero de Refuerzo $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención

IP M.O.	UND	S-03	S-04	S-05	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11
Avance Semanal	kg	515.93	4207.09	5046.63	2046.48	2744.64	2174.35		3502.78	2306.33
Avance Acum.	kg	515.93	4723.02	9769.65	11816.13	14560.77	16735.12	16735.12	20237.90	22544.23
HH Semanal	HH	80.1445	255.9933	287.9931	95.9945	119.9952	95.9977		167.9990	104.8036
HH Acum.	HH	80.1445	336.1377	624.1308	720.1254	840.1206	936.1183	936.1183	1104.1173	1208.9209
Productividad Presup.	kh/HH	15.6250	15.6250	15.6250	15.6250	15.6250	15.6250	15.6250	15.6250	15.625
Productividad Ejec.	kh/HH	6.4375	16.4344	17.5234	21.3188	22.8729	22.6500		20.8500	22.0063
Rendimiento Presup.	HH/kg	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064	0.064
Rendimiento Ejec.	HH/kg	0.1553	0.0608	0.0571	0.0469	0.0437	0.0442		0.0480	0.0454

Nota. Elaboración propia.

Figura 27

Productividad de la partida “Acero de Refuerzo $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención

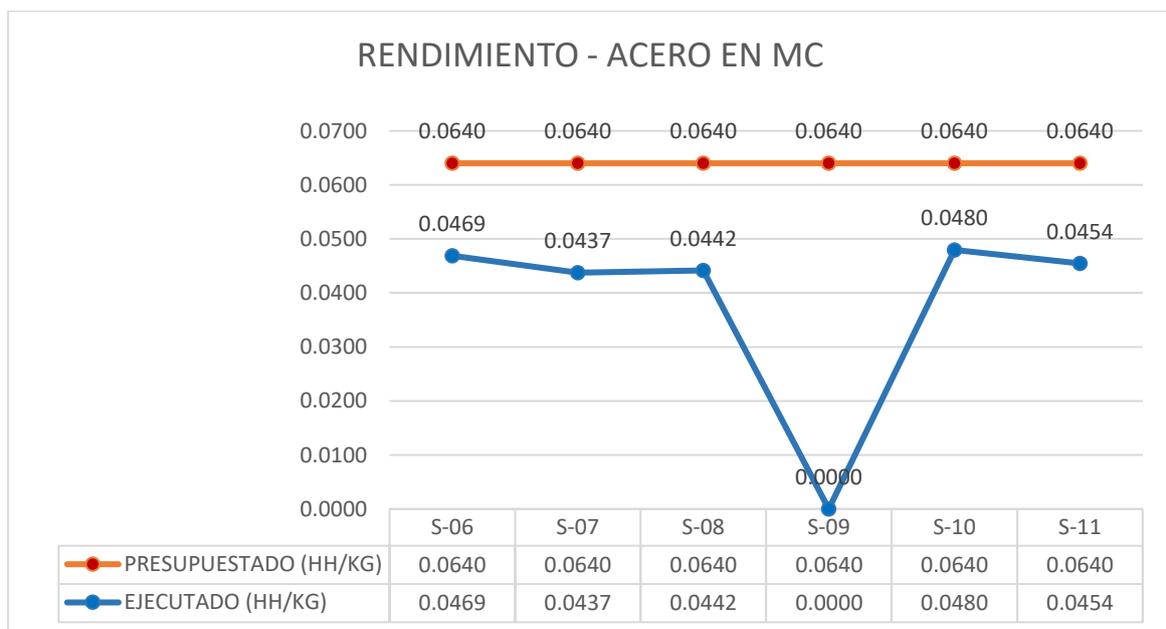


Nota. Elaboración propia.

En la figura 27 se mostró el cuadro de productividad para la partida de Acero de Refuerzo $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$, evidenciando en las semanas estudiadas una productividad mayor a lo esperando, con un valor promedio de 21.9693 kg/HH como máximo superando a los 15.625kg/HH que se presupuestó. Cabe recalcar que de acuerdo a lo proyectado con las herramientas de la metodología de LC, para la semana 9 no se tenían programado actividades para esta partida.

Figura 28

Rendimiento en la partida de “Acero de Refuerzo $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención



Nota. Elaboración propia, 2024.

En la figura 28, se apreció un rendimiento menor a lo proyectado para la partida de Acero de Refuerzo $F_y=4,200\text{kg/cm}^2$, lo que indica que se logró optimizar los tiempos dentro de cuadrillas, y por consiguiente lograr resultados mucho mejores con un rendimiento promedio de 0.0456HH's/kg . Cabe recalcar que de acuerdo a lo proyectado con las herramientas de la metodología de LC, para la semana 9 no se tenían programado actividades para esta partida.

Tabla 7.

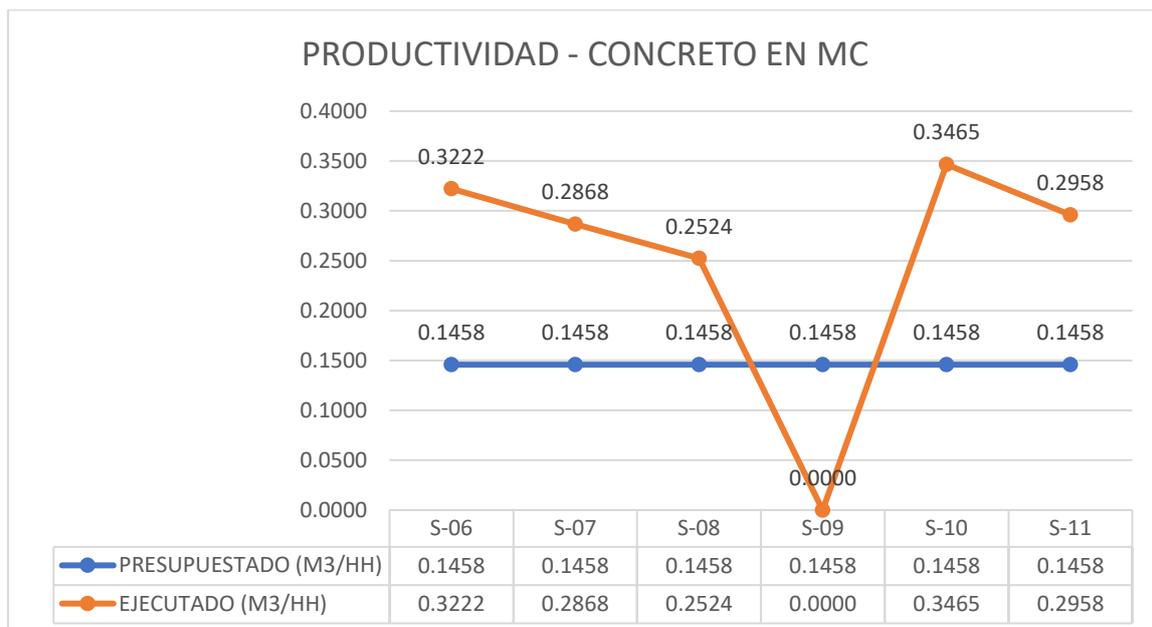
Cálculo de IP M.O. de la partida “Concreto estructural $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención

IP M.O.	UND	S-05	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11
Avance Semanal	m3	63.45	131.41	37.18	35.48		74.50	49.17
Avance Acum.	m3	63.45	194.86	232.04	267.52	267.52	342.02	391.19
Hh Semanal	HH	301.5446	407.8241	129.6298	140.5825		214.9900	166.2211
Hh Acum.	HH	301.5446	709.3687	838.9985	979.5810	979.5810	1194.5710	1360.7921
Productividad Presup.	m3/HH	0.1458	0.1458	0.1458	0.1458	0.1458	0.1458	0.1458
Productividad Ejec.	m3/HH	0.2104	0.3222	0.2868	0.2524		0.3465	0.2958
Rendimiento Presup.	HH/m3	6.8571	6.8571	6.8571	6.8571	6.8571	6.8571	6.8571
Rendimiento Ejec.	HH/m3	4.7525	3.1034	3.4867	3.9626		2.8858	3.3803

Nota. Elaboración propia, 2024.

Figura 29

Productividad de la partida “Concreto estructural $f'c=210\text{kg/cm}^2$ ” en Muro De Contención

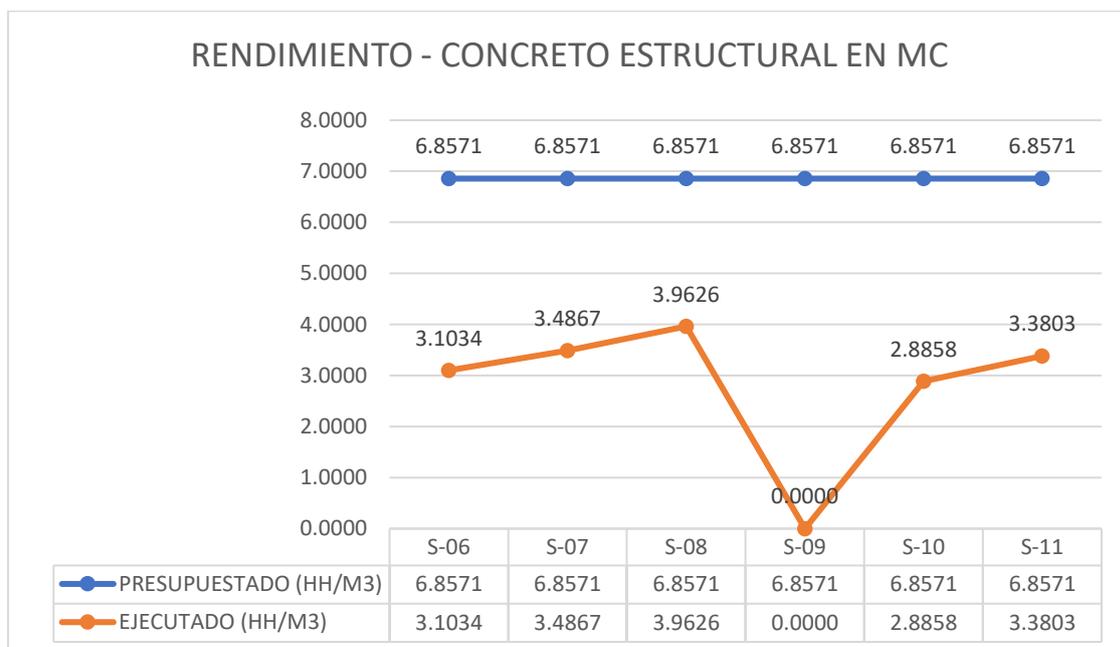


Nota. Elaboración propia.

En la figura 29, se obtuvieron resultados positivos, mostrando que en las semanas estudiadas los valores de productividad fueron mayores a lo esperado de acuerdo a lo programado, con un valor de productividad promedio de 0.3008m³/HH superando a los 0.1458m³/HH's que se presupuestó. Se hace hincapié que de acuerdo a lo proyectado con las herramientas de la metodología de LC, para la semana 9 no se tenían programado actividades para esta partida.

Figura 30

Rendimiento en la partida “Concreto estructural f’c=210kg/cm²” en Muro De Contención



Nota. Elaboración propia.

En la figura 30, se observó que la curva muestra resultados de rendimientos ejecutados por debajo de los programados para la partida de Concreto Estructural. Se obtuvo un rendimiento promedio semanal de 3.3638HH/m³ contra un rendimiento promedio programado de 6.8571HH/m³. Estos resultados afirman que los rendimientos en esta partida fueron óptimos en las semanas de estudio.

Tabla 8.

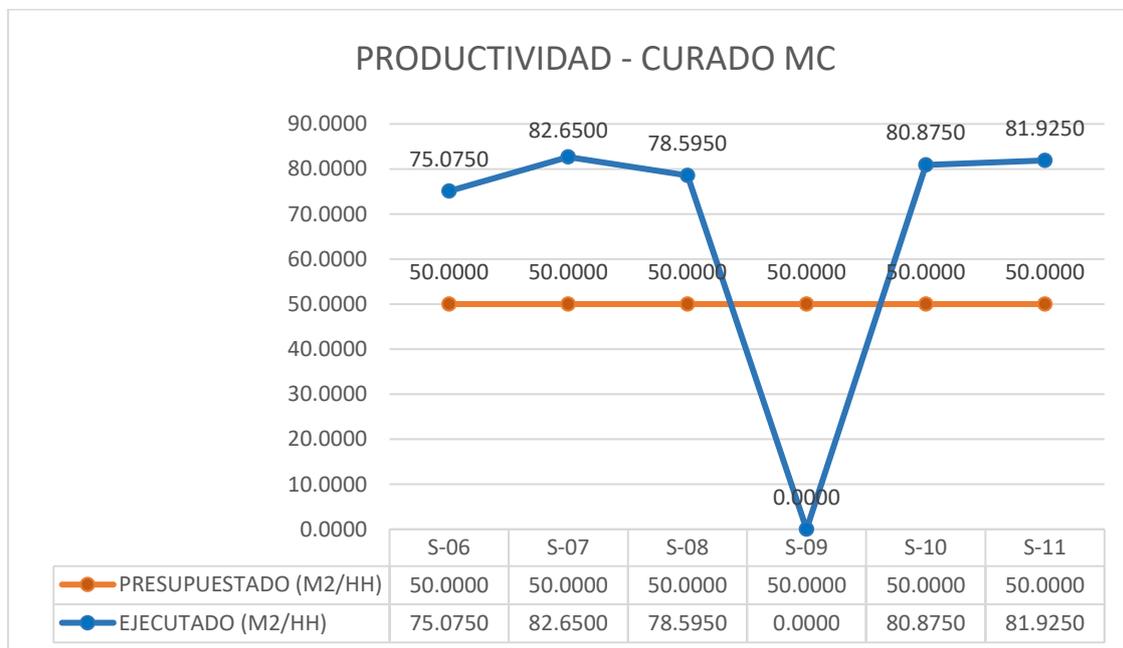
Cálculo de IP M.O. de la partida “Curado del Concreto” en Muro De Contención

IP M.O.	UND	S-05	S-06	S-07	S-08	S-09	S-10	S-11
Avance Semanal	m2	56.39	90.09	231.44	157.19		50.12	262.14
Avance Acum.	m2	56.3940	146.4840	377.9280	535.1220	535.1220	585.2370	847.3770
HH Semanal	HH	1.0001	1.2000	2.8003	2.0001		0.6197	3.1998
HH Acum.	HH	1.0001	2.2001	5.0004	7.0005	7.0005	7.6201	10.8199
Productividad Presup.	m2/HH	50.0000	50.0000	50.0000	50.0000	50.0000	50.0000	50.0000
Productividad Ejec.	m2/HH	56.3875	75.0750	82.6500	78.5950			81.9250
Rendimiento Presup.	HH/m2	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200	0.0200
Rendimiento Ejec.	HH/m2	0.0177	0.0133	0.0121	0.0127			0.0122

Nota. Elaboración propia.

Figura 31

Productividad de la partida “Curado del Concreto” en Muro De Contención

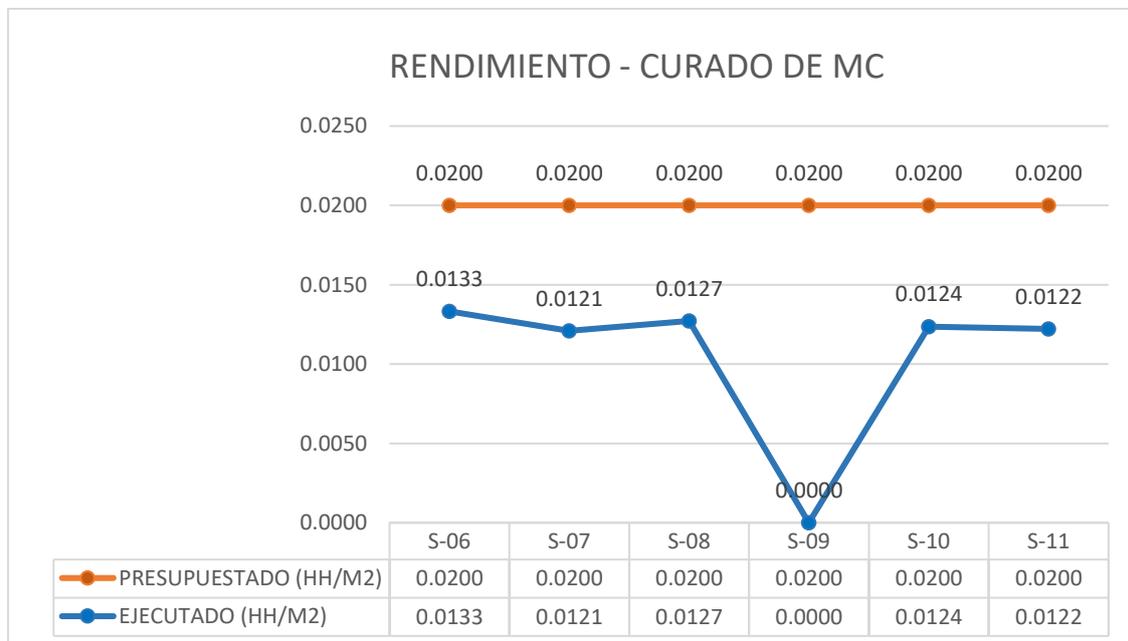


Nota. Elaboración propia.

En la figura 31, se muestran resultados de productividad por encima de la curvatura de productividad meta del proyecto, con un valor promedio de 79.8240m²/HH superando a los 50m²/HH's que se presupuestó. Se debe tener en cuenta que de acuerdo a lo proyectado con las herramientas de la metodología de LC, para la semana 9 no se tenían programado actividades para esta partida.

Figura 32

Rendimiento en la partida “Curado del Concreto” en Muro De Contención



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 32, los resultados evidencian que los rendimientos fueron óptimos en las semanas de estudio para esta partida, ya que la curvatura de rendimientos ejecutados está por debajo de los rendimientos metas del proyecto. Se obtuvo un rendimiento promedio de 0.0125HH/m² contra un rendimiento promedio programado de 0.02HH/m².

Tabla 9.
Cálculo de HH's Ganadas con Aplicación de la Metodología LC respecto al
Presupuesto aprobado

DESCRIPCION	UND	REND. META	METRADO REAL	HH'S ACUM. REAL	REND. ACUM. (HH'S/UND)	HH'S META	% AHORRO	HH'S GANADAS	P.U M.O	GANANCIA
Encofrado	m2	3.0770	925.16	1,444.66	1.5615	2,846.73	49.25%	1,402.06	64.07	S/89,830.22
Acero	kg	0.0640	22,544.23	1,208.92	0.0536	1,442.83	16.21%	233.91	1.49	S/348.53
Concreto	m3	6.8571	391.19	1,360.79	3.4786	2,682.43	49.27%	1,321.64	138.41	S/182,927.62
Curado	m2	0.0200	847.38	10.82	0.0128	16.95	36.16%	6.13	0.41	S/2.51
TOTAL				4,025.20		6,988.93		2,963.74		S/273,108.87

Nota. Elaboración propia.

La Tabla 9, muestra el cálculo de las HH's ganadas con la aplicación de la Metodología de LC, la cual llega a una cantidad total de 2,963.74 HH's Ganadas que nos representa una ganancia financiera de S/273,108.87 en costo directo referente a la Mano de Obra empleada. Estos resultados fueron evaluados con respecto a las HH's metas de Mano de Obra del Presupuesto aprobado. Por ende, se deduce que con la aplicación de las herramientas de LC la Obra obtuvo resultados positivos y beneficios en cuanto a costos, tiempos y productividad.

Tabla 10
Cálculo de HH's Ganadas sin Aplicación de la Metodología LC respecto al Presupuesto
aprobado

DESCRIPCION	UND	REND. META	METRADO REAL	HH'S ACUM. REAL	REND. ACUM. (HH'S/UND)	HH'S META	% AHORRO	HH'S GANADAS	P.U M.O	GANANCIA
Encofrado	m2	3.0770	925.16	1963.2244	1.5615	2846.73	31.04%	883.50	64.07	S/56,605.98
Acero	kg	0.0640	22544.23	2053.4364	0.0536	1442.83	-42.32%	- 610.61	1.49	-S/909.80
Concreto	m3	6.8571	391.19	1859.1201	3.4786	2682.43	30.69%	823.31	138.41	S/113,954.04
Curado	m2	0.0200	847.38	15.0277	0.0128	16.95	11.33%	1.92	0.41	S/ 0.79
TOTAL				5890.8086		6988.93		1,098.12		S/169,651.00

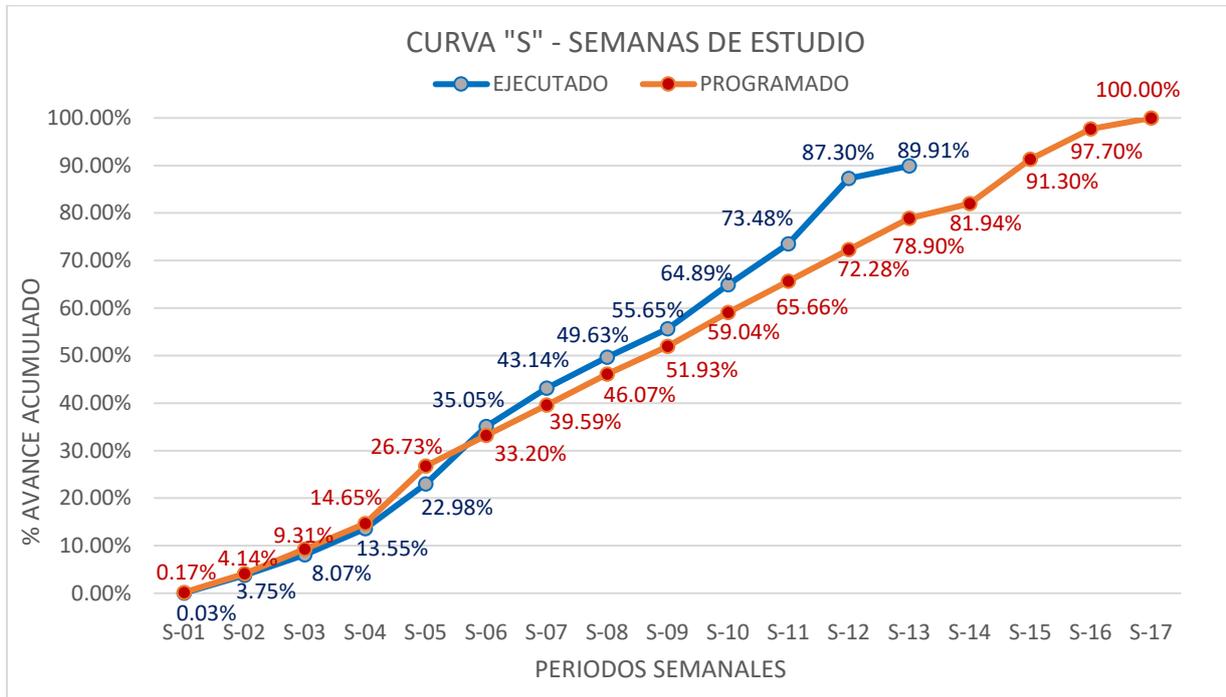
Nota. Elaboración propia.

La Tabla 10, muestra el cálculo de las HH's ganadas sin la aplicación de la Metodología de LC, es decir con el avance tradicional en la ejecución de Muros de Contención, la cual llega a una cantidad total de 1,098.12HH's Ganadas que nos representa una ganancia financiera de S/ S/169,651.00 en costo directo referente a la Mano de Obra empleada. Estos resultados fueron evaluados con respecto a las HH's metas de Mano de Obra del Presupuesto aprobado.

También de las tablas 9 y 10, se infiere que las HH's ganadas con la aplicación de la metodología de LC respecto al Avance tradicional inicial que se tuvo en la ejecución de Muros de Contención, fue de 1,865.61HH'S ganadas, lo que representa una ganancia financiera de S/103,457.86. En consecuencia, la aplicación de la metodología de LC, tuvo efectos positivos en la ejecución de Muros de Contención de la Avenida Country.

Figura 33

Curva S – presentada desde la semana 1 – 17



Nota. Elaboración propia.

En la Figura 33, se muestra la curvatura porcentual de avance programado del Proyecto y del avance ejecutado. Como se observa en las primeras 5 semanas, la obra se encontraba atrasada con un porcentaje de 3.75%. Por ello, con la aplicación de la Metodología de LC a partir de la semana 6, se tuvieron resultados favorables para el avance de la Obra, ya que reflejo que la línea porcentual de avance ejecutado estuviese por encima de la línea porcentual del avance programado, teniendo así, una obra adelantada.

Por otro lado, en la figura anterior también se muestra que la programación presupuestada contemplaba que la ejecución de las partidas de Muros de Contención en la Avenida Country se desarrollase en 17 semanas, no obstante, gracias a la aplicación de la Metodología LC, se redujo a 13 semanas de ejecución. En consecuencia, los resultados

fueron beneficiosos tanto a nivel de costos, tiempos y rendimientos para la empresa Contratista e involucrados.

Es necesario recalcar que a pesar de que en la semana 13 se culminaron con todas las partidas de la ejecución de Muros de Contención, no se obtuvo un avance ejecutado del 100.00%, sino del 89.91%. Esto fue consecuencia de que en el Proyecto se realizaron deducciones de metrados necesarios, por lo que no se pudo llegar a la meta programada.

4.2. Discusiones

- Se realizó un diagnóstico de forma inicial para el proceso constructivo de muros de contención, mostrando que hasta la semana 5 se presentó una curva S, con un valor de 22.98% de la obra en ejecución, debiendo de tener un 26.73% de obra proyectada, por lo que, se estimó que la obra se encontraba atrasada con una diferencia de 3.75%. Esto estuvo contrastado por Garcés y Peña (2023) quienes manifestaron que antes de la aplicación del Lean se tuvo una problemas con respecto a la confiabilidad de avance dentro de una obra. Del mismo modo, Millones (2019) presentó que antes de su aplicación la obra se encontraba retrasada por el aumento de tiempos de ejecución. Asimismo, Panduro (2022) manifestó que una mala planificación podría afectar a la obra, retrasando los tiempos de trabajo. Fue contrastado también por Chinchay (2023) dentro de su obra realizada se tuvo un porcentaje de atraso considerable.
- Por otro lado, se tuvo que tras la aplicación del LPS, se realizaron las programaciones necesarias y adecuadas para cada semana de obra, mostrando en porcentajes de avance de obra adelantados. Con las programaciones semanales se obtuvieron resultados favorables para el avance de obra, como se aprecia en la Figura 19, donde se puede inferir que en las 8 semanas de estudio se obtuvo un porcentaje de tareas cumplidas igual o mayor a 67%, con lo cual podemos decir que en el 100% de las semanas nuestro PPC fue igual o superior a 67%. Es importante destacar esos datos porque según Ballard (2000), 1 de cada 3 casos no se cumple lo programado semanalmente, aseverando que 2 de 3 actividades planificadas si se cumplen, lo que representa un PPC del 67%. Asegurando además que estos serían los niveles medios de las empresas que implementan la Filosofía LC en su sistema de trabajo. Estos resultados contrastan a nuestros

resultados, ya que nuestros valores obtenidos de PPC son mayores al 67% llegando a un valor de PPC acumulado del 96.76%. En tal sentido se comprueba que en nuestro proyecto se obtienen valores que reflejan una mejora con la aplicación de las herramientas Last Planner.

En cuanto a la aplicación del lookahead para mejorar la productividad, se realizó el tren de actividades presentando un adecuado orden para las partidas, y dentro de las semanas empleadas se cumplieron casi al 100% las actividades proyectadas y reduciendo desperdicios, mejorando los tiempos dentro de obra y obteniendo una obra que se encuentra adelantada con un valor de 11.15% para la semana 13, que fue la semana de culminación de partidas. Esto se pudo contrastar con Díaz y Rolón (2020) quien mencionó que el tren de actividades ayudó a entender la filosofía LC flexibilizando los procesos, gestión visual y la verificación detallada dentro del rendimiento de obra. Del mismo modo Garcés y Peña (2023) mencionaron que la aplicación del lookahead trajo beneficios y minimizó desperdicios, trayendo consigo eficiencia. De igual manera Bances y Gómez (2022) mencionaron que la herramienta ayuda dentro de las semanas de obra a aumentar porcentajes de ejecución, siendo un paso importante para la construcción.

Para el análisis de Productividad y Rendimientos, se realizó el ISP (informe semanas de producción), donde dichos rendimientos y productividades fueron evaluadas semanalmente y comparados con los rendimientos metas del proyecto, de esta manera se les dio seguimiento continuo y se tomaron las decisiones necesarias para optimizar la productividad en la obra. Por medio del ISP, Arévalo (2018) en su investigación obtuvo ganancias en base a las HH's ganadas en la Mano de Obra para la partida de concreto del 18%, un 14% para la partida de

encofrado, y para la partida de acero un 3%, datos que corroboran los resultados obtenidos en la presente investigación, los cuales mostraron valores de HH's ganados del 49.25% para la partida de encofrado, 16.21% para la partida de Acero y un 49.27% para la partida de Concreto estructural referente a la M.O.

Con relación a los rendimientos, Bombilla (2021) evidenció que obtuvo como rendimiento promedio para la partida de encofrado 2.94HH's/m², un rendimiento promedio de 0.1222HH's/kg para la partida de acero y para la partida de concreto un rendimiento promedio de 1.23HH's/m³. Mientras que Arevalo (2018), manifestó que obtuvo como resultados de rendimiento promedio en la partida de acero de 0.05HH's/kg y para la partida de concreto obtuvo un rendimiento promedio de 1.23 HH's/m³. Comparando los datos mencionado con los resultados de esta investigación, para la partida de encofrado se obtuvo un rendimiento promedio de 1.5352HH's/m², de lo que se infiere que el rendimiento obtenido es la mitad de lo que obtuvo el primer autor; luego, para la partida de acero se obtuvo un rendimiento promedio de 0.0456HH's/kg, lo que significa que se obtuvo la cuarta parte de lo que obtuvo el primer autor, pero que concuerda con los datos obtenidos por el segundo autor; por último, para la partida de concreto, se obtuvo como rendimiento promedio 3.3638HH's/m³, que concuerda aproximadamente con lo que obtuvo Bombilla (2021) pero difiere con lo que menciona Arévalo (2018).

En esta misma línea, Millones (2019) manifiesta que para una eficiente y efectiva productividad es necesario una eficiencia en los rendimientos lo que crea valores agregados, demostrándolo con sus resultados obtenidos, ya que su estudio contemplaba un plazo de ejecución de 98 días con un presupuesto de S/.255,851.59, y se llegó a reducir a un plazo de ejecución de 68 días teniendo así

un presupuesto de S/ 230,061.70, lo que generó una ganancia en el proyecto de S/.25,789.69. Estos resultados concuerdan con lo que se obtuvo en nuestra investigación, ya que al tener un control continuo de los rendimientos de la Mano de Obra con la aplicación de LC, se obtuvo resultados favorables de una reducción de plazo de ejecución de 17 semanas a solo 13 semanas, generando que el Proyecto reduzca su presupuesto programado teniendo como ganancia un costo financiero de S/273,108.87 respecto del Expediente original, y una ganancia de S/103,457.86 respecto al avance semanal inicial antes de la aplicación de LC. Esto fue contrastado por Torres (2018) quien manifestó que la productividad se vio mejorada en un 75% de la meta que se estableció. Asimismo, Panduro (2022) mostró que el LC influyó de manera positiva en el rendimiento de los trabajos en obra. Del mismo modo, Chinchay (2023) mencionó que se obtuvo una productividad aumentada y un rendimiento menor. A diferencia de Saavedra (2019) quien mencionó que no se logró mejorar la productividad por faltas de implementación, por lo que, las actividades no fueron beneficiosas

- Por otra parte, se presentó una comparación minuciosa entre el sistema tradicional y el sistema con aplicación de LC mediante el cálculo de índices de desempeño de cronograma y cálculos de los Rendimientos y productividad de las partidas más relevantes ejecutadas semanalmente. En primera instancia, el análisis de los índices de desempeño de cronograma arrojaron valores de $SPI < 1$ para las 5 primeras semanas de estudio, mostrando que la obra se encontraba atrasada, y para las semanas desde la 6 hasta la semana 13, semanas de aplicación de la metodología LC, arrojaron valores de $SPI > 1$, lo que demostró que con la aplicación de LC se pudo obtener resultados favorables en el avance de ejecución de las partidas teniendo así una Obra adelantada, ya que se realizaron adecuadas

planificaciones, programaciones semanales y controles de flujos de los trabajos. Esto fue corroborado por Chinchay (2023) quien menciona que obtuvo un valor promedio de $SPI=1.05$ en sus semanas de estudio, demostrando que la metodología LC denota valores positivos logrando concretar la culminación de la obra con porcentajes adelantados de avance.

CAPÍTULO V

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

V. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. Conclusiones

- Se concluyó que, con el sistema tradicional de ejecución de Muros de contención en la Avenida Country, sin aplicación LC, la obra se encontraba atrasada, con un porcentaje ejecutado acumulado de 22.98% contra un proyectado acumulado de 26.73%, que diferenciaban en un 3.75% en las primeras 5 semanas, por falta de programaciones adecuadas y controles de trabajos necesarios, así como también, por flujos de trabajos sin continuidad y desperdicio de recursos.

- La aplicación del LPS logró influenciar de manera favorable en la productividad en los trabajos de muros de contención, donde en cada semana se logró cumplir al 100% con los objetivos ejecutados de una forma más organizada y ordenada. Además, se regularon los flujos en sus diversas etapas, la cual garantizó el progreso de las actividades desde el inicio de la planificación, estos datos fueron reconocidos y se incorporaron en el Programa Maestro, y con la sectorización y el tren de trabajo, se desarrolló un plan de actividades más ordenado y secuencial, que generó mayor eficacia en el desarrollo de las partidas involucradas.

Al emplear el Lookahead se tuvo un mejor control de las actividades, eliminando posibles riesgos y aminorando los tiempos de ejecución. Esta herramienta permitió que cada parte involucrada tenga conocimiento de las tareas que se debían cumplir por día y semanalmente, como se debería actuar ante situaciones adversas que se pudieran presentar, lo que permitió que la programación semanal progresara conforme a lo previsto. Gracias al Lookahead, se llegó a obtener porcentajes favorables de tareas cumplidas, con un valor de PPC acumulado de

96.76%, lo que demostró que las programaciones eran adecuadas y acordes a lo que se quería llegar a cumplir.

Con el análisis de rendimientos y productividad, se concluyó que el LC mejora la productividad de la construcción de Muros de Contención en la Avenida Country, mostrando de esta manera una mayor productividad y menor rendimiento. Se logró que la partida de Encofrado obtuviera una productividad promedio de 0.6578m²/HH mayor a la programada y un rendimiento promedio de 1.5352HH's/m² menor al programado, para la partida de Acero se logró obtener una productividad promedio de 21.9693kg/HH mayor al programado con un rendimiento promedio de 0.0456HH's/kg, de la misma manera, se logró una productividad promedio de 0.3008m³/HH con un rendimiento promedio de 3.3638HH's/m³ mayor y menor, respectivamente, al programado en la partida de Concreto estructural, y por ultimo para la partida de Curado de concreto se obtuvo un rendimiento mayor al programado de 79.8240m²/HH con un rendimiento menos al programado de 0.0125HH's/m².

- Se concluyó que al realizar la comparación entre el sistema tradicional de construcción vs la construcción con LC, se demostró que el indicador de desempeño de cronograma arrojó un valor mayor a 1 llegando a un SPI_{prom}=1.28 que significó que la obra estuvo Adelantada en las semanas de estudio. Así como también se demostró que con la aplicación de LC, se logró obtener un valor de 2,963.74HH's ganadas que representó una ganancia de S/273,108.87, siendo un ahorro del 49.25% en la partida de Encofrado, 16.21% en la partida de Acero, 49.27% en la partida de Concreto estructural y un 36.16% en la partida de Curado de concreto.

- Con los resultados obtenidos, se concluyó que LC tiene un efecto directo y significativo en la productividad de la construcción de Muros de Contención en la Avenida Country, mostrando de esta manera una mejora en la productividad con un menor rendimiento, el cual se reflejó en la reducción de plazo y presupuesto.

5.2. Recomendaciones

- Se recomienda al equipo encargado de la planificación de la obra, realizar inspecciones de manera detallada y analizar los problemas que son más recurrentes dentro de una obra.
- Se recomienda a la empresa contratista, capacitar al personal del uso del LPS y sus principales beneficios, con reuniones semanales para informar las metas que se plantearon.
- Se recomienda al equipo de campo de obra, realizar el Lookahead para evitar problemas y restricciones de los recursos y prever problemas, por medio de reuniones que se brindan periódicamente para mejorar la planificación en cuanto a su precisión
- Se recomienda al Residente de Obra, tener en cuenta el rendimiento y la productividad sin exceder los tiempos de trabajo de los obreros.
- La metodología aplicada en la presente investigación junto con los resultados favorables, dentro de las limitaciones de aplicación, podrían ser resultados o valores referenciales para posteriores investigaciones dentro del Sector Construcción, con la recomendación de que el análisis sea por un tiempo más prolongado, lo que aumentara la confiabilidad de los resultados.
- Se recomienda a la empresa Contratista, evaluar la posibilidad de seguir con la aplicación del LC dentro de su programación de actividades para futuras proyectos a desarrollar, ya que, dentro de todo, su plantel profesional y técnico ya tienen conocimientos previos para la implementación de esta metodología, que con un buen plan de capacitación tendrían mejores resultados en sus trabajos futuros.

CAPÍTULO VI

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abbasi, O., Noorzai, E., Gharouni Jafari, K., & Golabchi, M. (2020). Exploring the Causes of Delays in Construction Industry Using a Cause-and-Effect Diagram: Case Study for Iran. *Journal of Architectural Engineering*, 26(3), 05020008. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)AE.1943-5568.0000431](https://doi.org/10.1061/(ASCE)AE.1943-5568.0000431)
- Adinyira, E., Pasquire, C., & Dickens, G. (2019). Development of Approach to Support Construction Stakeholders in Implementation of the Last Planner System. *Journal of Management in Engineering*, 35(5), 04019018. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)ME.1943-5479.0000699](https://doi.org/10.1061/(ASCE)ME.1943-5479.0000699)
- Ahmed, S., & Sobuz, M. (2019). Challenges of implementing lean construction in the construction industry in Bangladesh. *Smart and Sustainable Built Environment*, 9(2), 174-207. <https://doi.org/10.1108/SASBE-02-2019-0018>
- Al Balkhy, W., Sweis, R., & Lafhaj, Z. (2021). Barriers to Adopting Lean Construction in the Construction Industry—The Case of Jordan. *Buildings*, 11(222), Article 222. <https://doi.org/10.3390/buildings11060222>
- Al-Aomar, R. (2012). Analysis of lean construction practices at Abu Dhabi construction industry. *Lean Construction Journal*, 105-121.
- Albalkhy, W., & Sweis, R. (2020a). Barriers to adopting lean construction in the construction industry: A literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(2), 210-236. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2018-0144>
- Albalkhy, W., & Sweis, R. (2020b). Barriers to adopting lean construction in the construction industry: A literature review. *International Journal of Lean Six Sigma*, 12(2), Article 2. <https://doi.org/10.1108/IJLSS-12-2018-0144>

- Arévalo, S. (2018). Implementación de la metodología lean construction en la productividad de la construcción del proyecto casa club Recrea Las Magnolias-Breña. [Tesis de Maestría, Universidad Nacional Federico Villareal]. Repositorio Institucional UNFV. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2293>
- Arias, J. (2020). Técnicas e instrumentos de investigación científica. Enfoques Consulting EIRL. <http://repositorio.concytec.gob.pe/handle/20.500.12390/2238>
- Avelar, W., Meiriño, M., & Tortorella, G. (2019). The practical relationship between continuous flow and lean construction in SMEs. *The TQM Journal*, 32(2), 362-380. <https://doi.org/10.1108/TQM-05-2019-0129>
- Bajjou, M., & Chafi, A. (2020). Identifying and Managing Critical Waste Factors for Lean Construction Projects. *Engineering Management Journal*, 32(1), 2-13. <https://doi.org/10.1080/10429247.2019.1656479>
- Bajjou, M., & Chafi, A. (2020a). Lean construction and simulation for performance improvement: A case study of reinforcement process. *International Journal of Productivity and Performance Management*, ahead-of-print. <https://doi.org/10.1108/IJPPM-06-2019-0309>
- Ballard, H. (2000). The last planner system of production control [Tesis de Doctorado, University of Birmingham]. <https://etheses.bham.ac.uk/id/eprint/4789/>
- Barbosa, F., Woetzel, J., Mischke, J., Ribeirinho, M., Sridhar, M., Parsons, M., Bertram, N., & Brown, S. (2017). Reinventing construction a route to higher productivity. McKinsey & Company. <http://dln.jaipuria.ac.in:8080/jspui/bitstream/123456789/2898/1/MGI-Reinventing-Construction-Full-report.pdf>

- Besklubova, S., & Zhang, X. (2019). Improving Construction Productivity by Integrating the Lean Concept and the Clancey Heuristic Model. *Sustainability*, 11(17), Article 17. <https://doi.org/10.3390/su11174535>
- Bhatt, M., Pimplikar, S., & Pandey, P. (2021). Elimination of Process Wastes in Construction by Using Last Planner® System. En L. Gupta, M. Ray, & P. Labhasetwar (Eds.), *Advances in Civil Engineering and Infrastructural Development* (pp. 325-333). Springer. https://doi.org/10.1007/978-981-15-6463-5_31
- Bhawani, S., Messner, J., & Leicht, R. (2021). Key Planning Steps Enabling Systematic Lean Implementation on Construction Projects—ProQuest. <https://www.proquest.com/openview/38cfbce56d4d488db307f8d1dc7fc311/1?pq-origsite=gscholar&cbl=5347171>
- Botero, L., & Álvarez, M. (2005). Last planner, un avance en la planificación y control de proyectos de construcción Estudio del caso de la ciudad de Medellín. *Ingeniería y Desarrollo*, 17, 148-159.
- Carvajal, D., Bahamón, S., Aristizábal, P., Vásquez, A., & Botero, L. (2019). Relationships between lean and sustainable construction: Positive impacts of lean practices over sustainability during construction phase. *Journal of Cleaner Production*, 234, 1322-1337. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.05.216>
- Castro, J., & Pajares, J. (2014). Propuesta e implementación de sectorización y trenes de trabajo para acabados interiores bajo la filosofía Lean Construction, en obras de construcción de viviendas masivas [Tesis de Grado, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/337104>

- Chinchay, B. (2023). Aplicación De La Metodología Lean Construction Para Mejorar La Productividad En Obra De Pavimentación Urbana, Cajamarca 2020. Repositorio Institucional - USS. <http://repositorio.uss.edu.pe//handle/20.500.12802/11108>
- Condori, P. (2020). Universo, población y muestra. <https://www.academica.org/cporfirio/18>
- De La Vega, H., Palomino, J., Gutiérrez, H., & Salcedo, E. (2018). Mejora de la productividad implementando el sistema Lean Construction en la ejecución de obras por administración directa de infraestructuras Educativas Públicas. [Tesis de Maestría, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas]. https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/624257/De%20La%20Vega_rh.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Díaz, D., & Rolón, O. (2020). El Lean Construcción como estrategia de mejora continua en empresas dedicadas a la construcción de infraestructura vial en la ciudad de Cúcuta. *Revista de Ingenierías Interfaces*, 3(1), 1-19.
- Flores, M. (2016). Optimización de la mano de obra utilizando la carta balance en edificaciones multifamiliares (caso: “Cerezos de Surco”) Santiago de Surco-Lima [Tesis de Grado, Universidad de San Martín de Porres]. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2636>
- Franco, J., Uribe, J., & Agudelo, S. (2021). Factores clave en la evaluación de la productividad: Estudio de caso. *Revista CEA*, 7(15), Article 15. <https://doi.org/10.22430/24223182.1800>
- Garcés, G., & Peña, C. (2023a). A Review on Lean Construction for Construction Project Management. *Revista ingeniería de construcción*, 38(1), 43-60. <https://doi.org/10.7764/ric.00051.21>

- Garcés, G., & Peña, C. (2023b). Una revisión sobre Lean Construction para la Gestión de Proyectos de Construcción. *Revista ingeniería de construcción*, 38(1), 43-60.
<https://doi.org/10.7764/ric.00051.21>
- Ghosh, S., & Burghart, J. (2021). Lean Construction: Experience of US Contractors. *International Journal of Construction Education and Research*, 17(2), 133-153.
<https://doi.org/10.1080/15578771.2019.1696902>
- Gómez, G., Toro, H., & López, A. (2019). Mejora en la construcción por medio de lean construction y building information modeling: Caso estudio. *Revista de Investigación en Tecnologías de la Información*, 7(14), 110-121.
<https://doi.org/10.36825/RITI.07.14.010>
- Ballard, H. (1994). “The last planner”. Northern California Construction Institute. Monterey, CA.
- Ballard, H. (2000). “The last planner system of production control”. [Tesis doctoral]. Birmingham: Universidad de Birmingham, Facultad de Ingeniería.
- Ballard, H. (2000). “White paper #7 Phase scheduling”. Lean Construction Institute.
- Ballard, H. (2000). “Lean Project Delivery System”. Lean construction institute, California.
- Hernández, R., & Mendoza, C. (2018). Metodología de la investigación. Las rutas cuantitativa, cualitativa y mixta. Mc Graw Hill Education.
<https://virtual.cuautitlan.unam.mx/rudics/?p=2612>
- Huamán, A., Murga, C., Massa, L., & Olivera, A. (2023). Ciclo de vida del pavimento orientado a su agrietamiento y mantenimiento. *Llamkasun*, 4(1), Article 1.
<https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i1.117>

Huaman, C., Erazo, A., & Herrera, R. (2022). Barriers to Adopting Lean Construction in Small and Medium-Sized Enterprises—The Case of Peru. *Buildings*, 12(1637), Article 10. <https://doi.org/10.3390/buildings12101637>

Igwe, C., Hammad, A., & Nasiri, F. (2022). Influence of lean construction wastes on the transformation-flow-value process of construction. *International Journal of Construction Management*, 22(13), 2598-2604. <https://doi.org/10.1080/15623599.2020.1812153>

J. A. Leon Vasquez, «Mejoramiento de la Productividad Aplicando Herramientas Lean Construction en el Mantenimiento Rutinario del Camino Vecina en el Tramo: Canchacucho - Laguna Japurín - Gaya, Pasco 2018,» Universidad Cesar Vallejo, Lima, 2018.

L. C. d. C. Burneo Panta, «Mejora de la Productividad en el Mantenimiento Rutinario de una Carretera Aplicando Filosofía Lean Construction,» PIRHUA, Piura, 2013.

N. Millían Calderón, «Aplicación de Lean Construction para optimizar el proceso de aplicacion de Slurry Seal en la expresa Concar S.A.,» Universidad Cesar Vallejo, Pimentel, 2018.

Millones, M. (2019). Modelo de Gestión basado en flujo de Procesos (Lean Construction) y en PMBOK, para mejorar la productividad de obras de infraestructura vial. Caso: Mantenimiento rutinario de la ruta PE-34 E. <http://repositorio.unsa.edu.pe/handle/UNSA/8928>

Muñoz, S., Chinchay, B., & Gonzáles, A. (2021). Beneficios de la aplicación de Lean Construction en la industria de la construcción. *Revista Cubana de Ingeniería*, 12(1), Article 1.

- Naji, K., Gunduz, M., & Hamaidi, M. (2022). Major Factors Affecting Construction Waste Management in Infrastructure Projects Using Structural Equation Model. *Journal of Construction Engineering and Management*, 148(10), 1-10. [https://doi.org/10.1061/\(ASCE\)CO.1943-7862.0002358](https://doi.org/10.1061/(ASCE)CO.1943-7862.0002358)
- N.T.E. E.60 Concreto Armado. (2009). Norma Técnica de Edificaciones—E.060 Concreto Armado. Ministerio de vivienda, construcción y saneamiento. https://www3.vivienda.gob.pe/dnc/archivos/Estudios_Normalizacion/Normalizacion/normas/E060_CONCRETO_ARMADO.pdf
- Panduro, K. (2022). Mejoras de la productividad en la ejecución del proyecto vial: Mejoramiento y Rehabilitación de la Ruta Departamental SM 106, Tramo: Chazuta- Curiyacu aplicando el modelo de gestión Lean Construction, en el departamento de San Martín. Repositorio - UNSM. <http://repositorio.unsm.edu.pe/handle/11458/4740>
- Ramírez, Á., Sánchez, A., Aroche, C., & Luna, F. (2019). Análisis y diseño de muros de contención. *JÓVENES EN LA CIENCIA*, 5(1), Article 1. <https://www.jovenesenlaciencia.ugto.mx/index.php/jovenesenlaciencia/article/view/3031>
- Saavedra, G. (2019). Evaluación de la productividad aplicando la filosofía “Lean Construction” en la etapa de la conservación periódica del tramo Yanaoca-Yauri que une las provincias de Canas y Espinar del proyecto Red Vial 01—Cusco. <http://repositorio.unprg.edu.pe/handle/20.500.12893/3832>
- Saldías, R. (2010). Estimación de los beneficios de realizar una coordinación digital de proyectos con tecnologías BIM [Tesis de Grado, Universidad de Chile]. <https://repositorio.uchile.cl/handle/2250/103904>

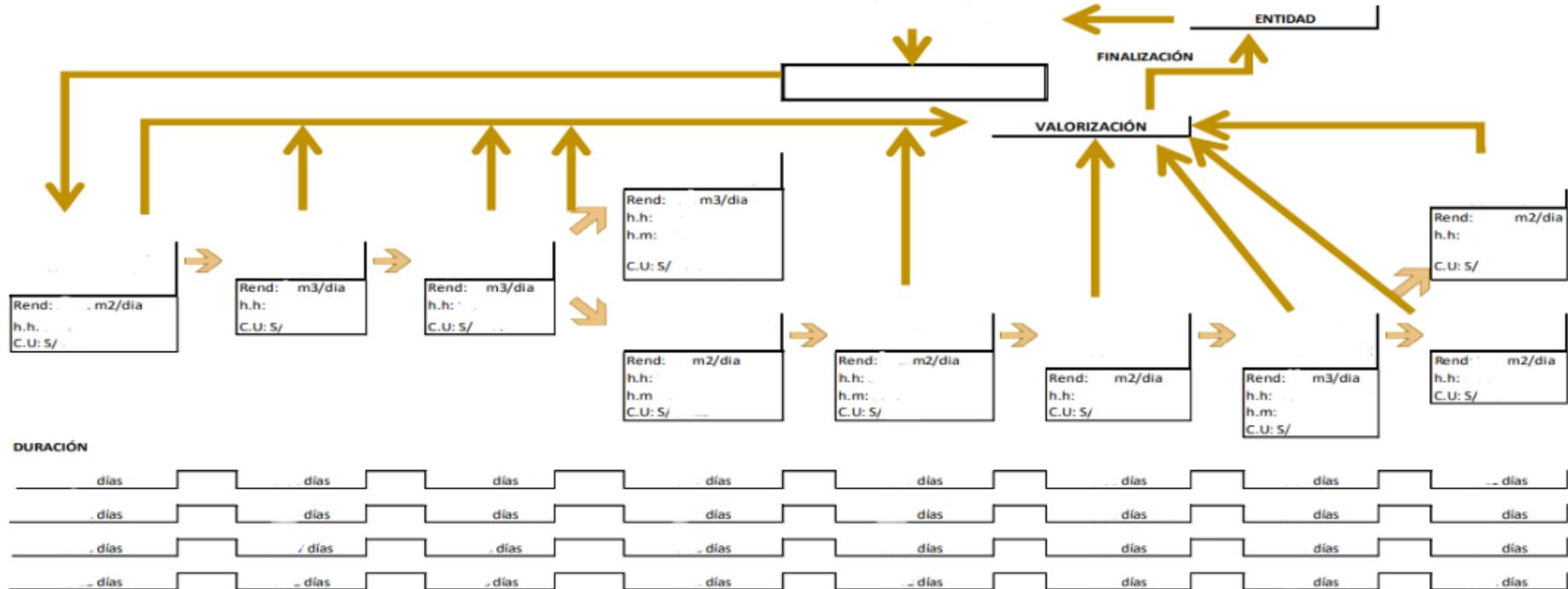
- Sarhan, J., Xia, B., Fawzia, S., Karim, A., Olanipekun, A., & Coffey, V. (2019). Framework for the implementation of lean construction strategies using the interpretive structural modelling (ISM) technique: A case of the Saudi construction industry. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(1), 1-23. <https://doi.org/10.1108/ECAM-03-2018-0136>
- Shang, G., & Sui, L. (2014). Barriers to lean implementation in the construction industry in China. *Journal of Technology Management in China*, 9(2), 155-173. <https://doi.org/10.1108/JTMC-12-2013-0043>
- Shaour, E. (2022). The impact of adopting lean construction in Egypt: Level of knowledge, application, and benefits. *Ain Shams Engineering Journal*, 13(101551), 1-11. <https://doi.org/10.1016/j.asej.2021.07.005>
- Tenorio, M. (2021). Implementación de la filosofía Lean Construction para la mejora de la productividad en la etapa de acabados en una edificación multifamiliar de 10 niveles en el distrito de San Isidro – Departamento y provincia de Lima. Repositorio Académico USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/10358>
- Torres, R. (2018). Análisis y mejora de la productividad aplicando la filosofía Lean Construction en el mejoramiento de la Av. Pedro Niotta en San Juan de Miraflores—Lima. Universidad de San Martín de Porres - USMP. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/5635>
- Tzortzopoulos, P., Kagiolou, M., & Koskela, L. (2020). Construcción ajustada: Conceptos centrales y nuevas fronteras (pp. 3-13). <https://doi.org/10.1201/9780429203732>
- Valencia, J. (2018). Aplicación de Lean construction al sector de la infraestructura vial en Colombia.

Zhang, J., Li, H., Golizadeh, H., Zhao, C., Lyu, S., & Jin, R. (2020). Reliability evaluation index for the integrated supply chain utilising BIM and lean approaches. *Engineering, Construction and Architectural Management*, 27(5), 997-1038.
<https://doi.org/10.1108/ECAM-12-2018-0542>

CAPÍTULO VII

ANEXOS

Anexo 2 . Value Stream Mapping



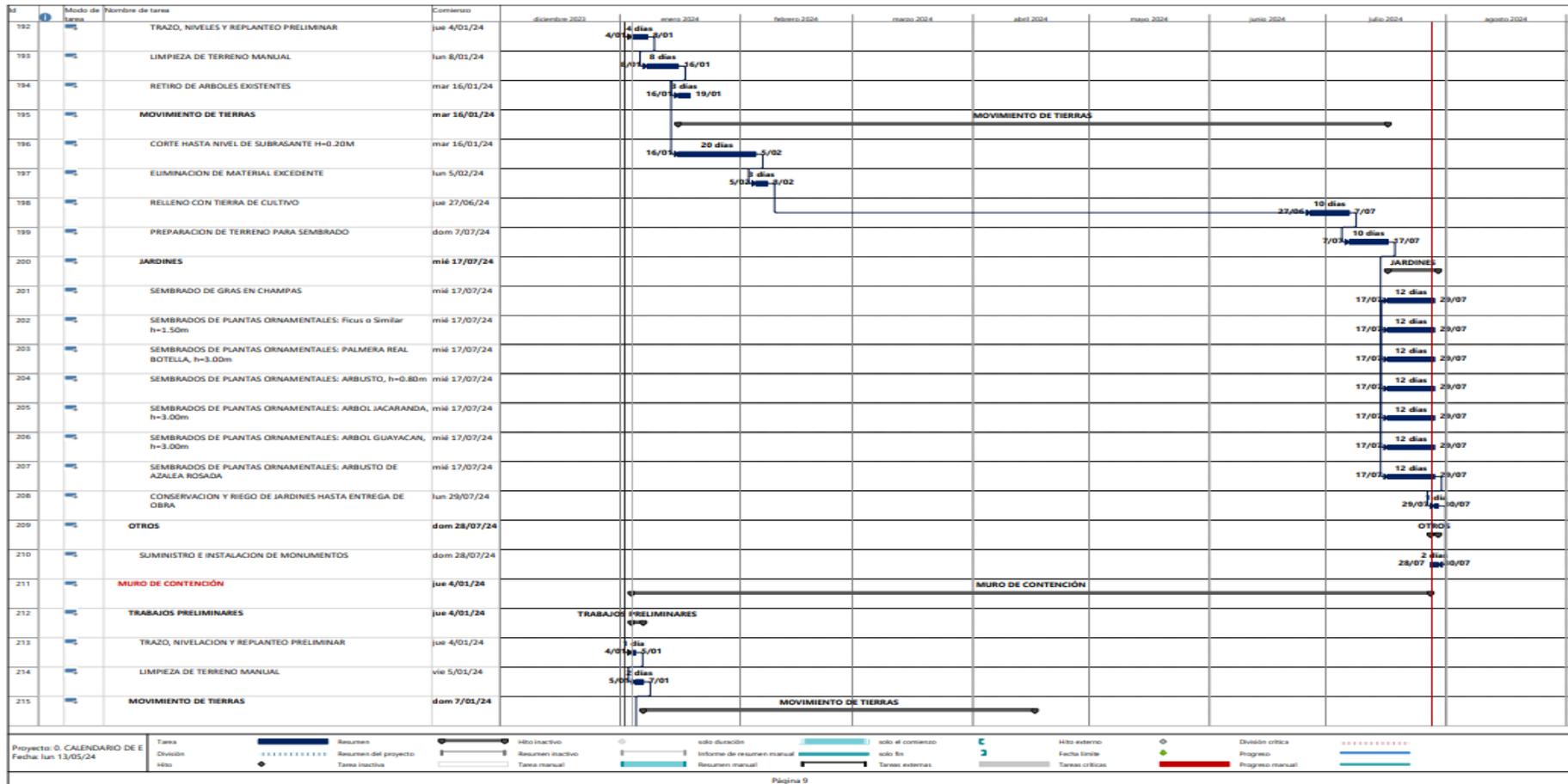
Anexo 3. Formato Last Planner System

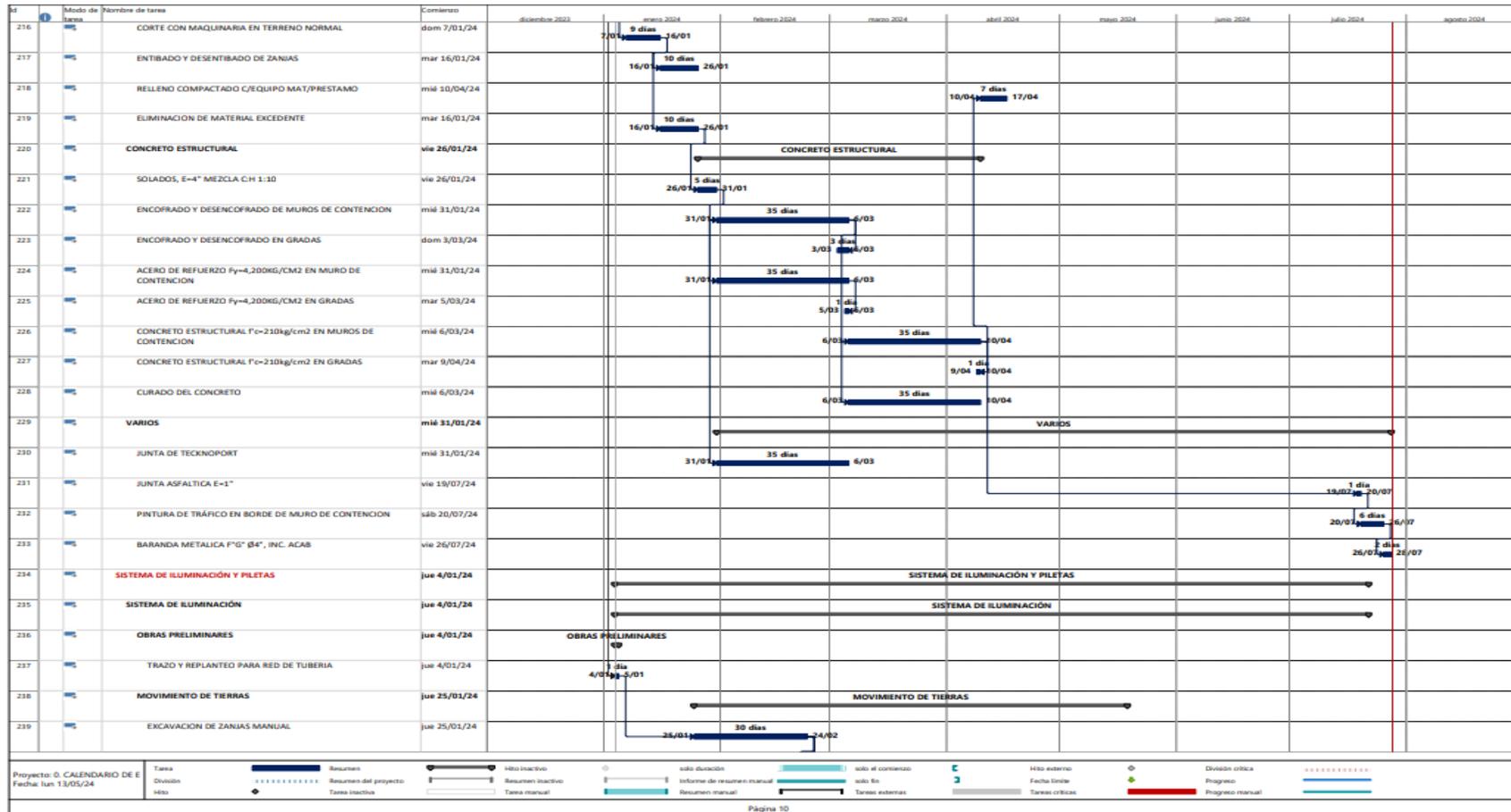
CALIFICACIONES																			
1	Cumple con la meta con 2 días más				3	Meta a cumplir al siguiente día antes de las 2 pm													
2	Meta a cumplir al siguiente día antes de las 5 pm				4	Meta a cumplir al siguiente día antes de las 10 am													
					5	Cumple con la meta													
ACTIVIDAD	RESPONSABLE	META		CALIFICACIÓN	DIAGRAMA DE								CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO						
		Comprometido	Alcanzado		L	M	M	J	V	S	D	Proveedor	Herramientas	Cuadrilla incompleta	Mal tiempo	Prerrequisito	Mala planeación		
Columna 8 sur	xxxxxx	100%	60%	3			x												
Columna 8 norte	xxxxxx	100%	65%	3			x												
Columna 9 sur	xxxxxx	100%	90%	4			x												x
Columna 9 norte	xxxxxx	100%	85%	3			x												
Columna 23	xxxxxx	100%	72%	3			x												
Columna 18	xxxxxx	100%	67%	3			x												
Columna 22-2	xxxxxx	100%	90%	4				x											
Columna 22-2	xxxxxx	100%	90%	4				x											
Columna 11-1	xxxxxx	100%	90%	4				x											
Columna 11-2	xxxxxx	100%	100%	5				x											
Columna 16 sur	xxxxxx	100%	0%	1				x											x
Columna 16 norte	xxxxxx	100%	0%	1				x											x
Columna 24	xxxxxx	100%	100%	5				x											
Muro 5	xxxxxx	100%	80%	3				x											x

Anexo 5. Formato plan Semanal y Análisis de confiabilidad

FORMULARIO															
GESTION DE PROYECTOS													REVISIÓN		
PLAN SEMANAL Y ANALISIS DE CONFIABILIDAD													FECHA: 02/02/2024		
													PÁGINA: 1 DE 8		
PROYECTO:	MEJORAMIENTO DE LOS SERVICIOS DE TRANSITABILIDAD URBANA EN LA AV. COUNTRY (TRAMO AV. BRASIL Y AV. LA MARINA) EN EL DISTRITO DE NUEVO CHIMBOTE - PROVINCIA DE SANTA - DEPARTAMENTO DE ANCASH. CÓDIGO ÚNICO N° 2535009											AREA/FRENTE MUROS DE CONTENCIÓN			
ACTIVIDAD				SEMANA 6							ANÁLISIS DE CUMPLIMIENTO				
ITEM	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	Lu 05	Ma 06	M 07	Ju 08	Vi 09	Sa 10	SI	NO	TOTAL DE TAREAS PROG	TIPO	CAUSAS DE INCUMPLIMIENTO	MEDIDAS CORRECTIVAS
SECTOR A															
04	MURO DE CONTENCIÓN - SECTOR A														
04.01	TRABAJOS PRELIMINARES														
04.01.01	TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR	M2													
04.01.02	LIMPIEZA DE TERRENO MANUAL	M2													
04.02	MOVIMIENTO DE TIERRAS														
04.02.01	CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL	M3													
04.02.02	ENTIBADO Y DESENTIBADO DE ZANJAS	M2													
04.02.03	RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO MAT/PRESTAMO	M3													
04.02.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE	M3													
04.03	CONCRETO ESTRUCTURAL														
04.03.01	SOLADOS, E=4" MEZCLA CH1:10	M2													
04.03.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN	M2													
04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN GRADAS	M2													
04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN MURO DE CONTENCIÓN	KG													
04.03.05	ACERO DE REFUERZO Fy=4,200KG/CM2 EN GRADAS	KG													
04.03.06	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN MUROS DE CONTENCIÓN	M3													
04.03.07	CONCRETO ESTRUCTURAL f'c=210kg/cm2 EN GRADAS	M3													
04.03.08	CURADO DEL CONCRETO	M2													
04.04	VARIOS														
04.04.01	JUNTA DE TENDONPORT	M2													
04.04.02	JUNTA ASFALTICA E=1"	M2													
04.04.03	PINTURA DE TRÁFICO EN BORDE DE MURO DE CONTENCIÓN	M2													
04.04.04	BARANDA METALICA P"6" Ø4", INC. ACAB	GLB													
ANÁLISIS DE CONFIABILIDAD (%)															

Anexo 6. Calendario de obra estudiada





Anexo 7. Panel fotográfico

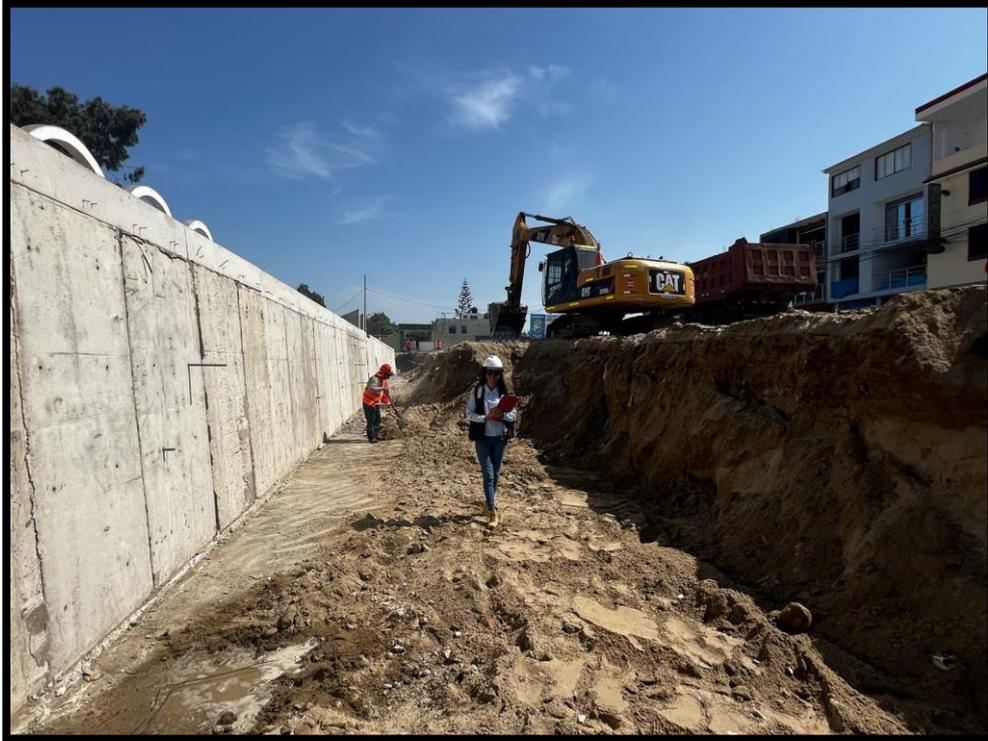
REUNIONES PARA APLICACIÓN DE LEAN CONSTRUCTION



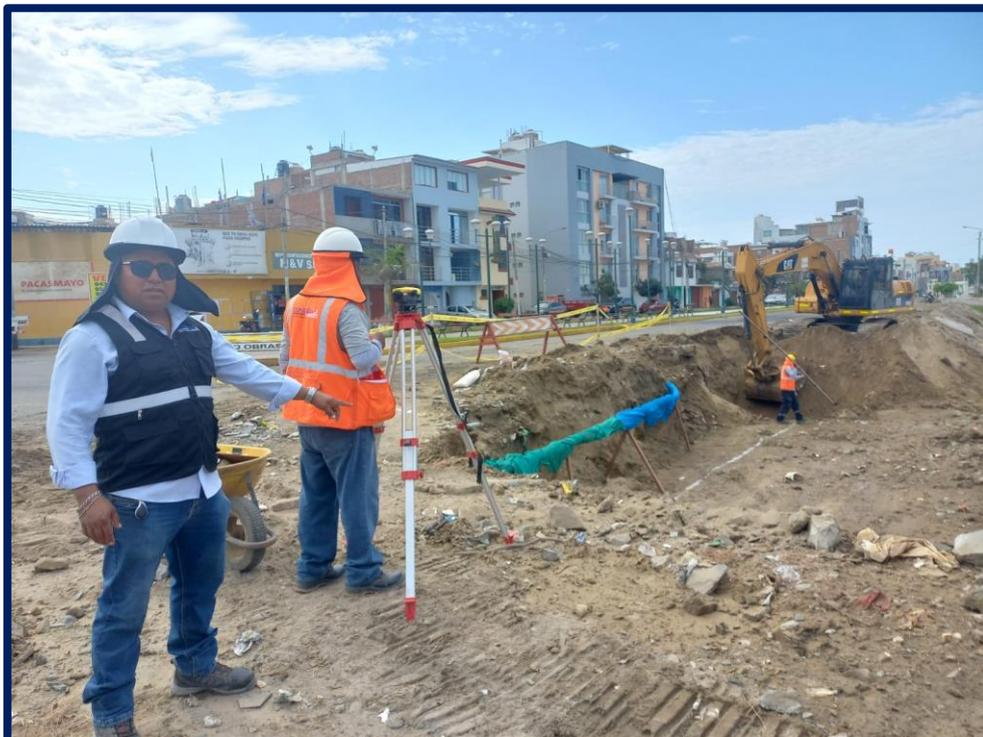
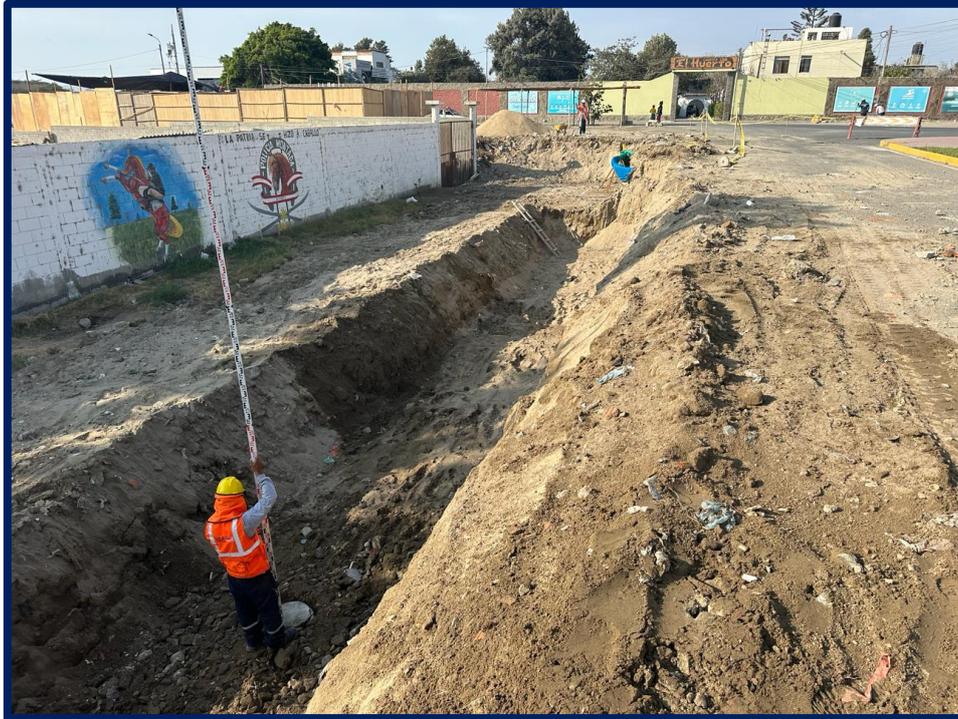
EJECUCIÓN DE OBRA







04.01.01 TRAZO, NIVELACION Y REPLANTEO PRELIMINAR

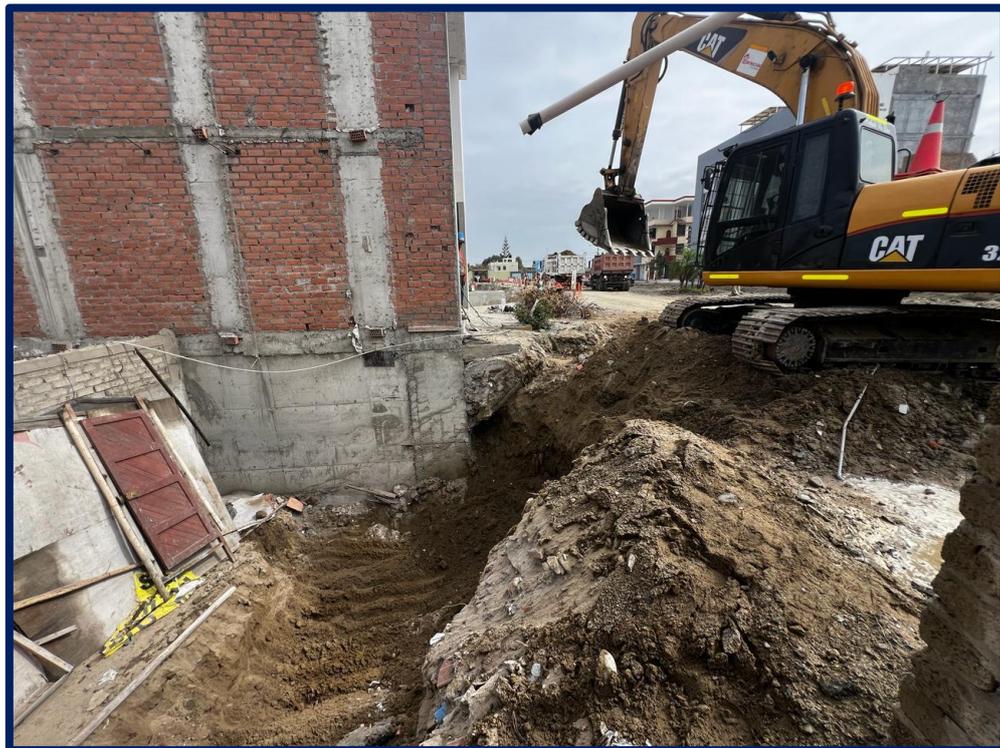




DESCRIPCIÓN: Se observa el trazo y replanteo de los niveles del Muro de Contención.

04.01.02 CORTE CON MAQUINARIA EN TERRENO NORMAL





DESCRIPCIÓN: Se muestra en las tomas el corte hasta nivel de subrasante para el muro de Contención.

04.01.04 ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE

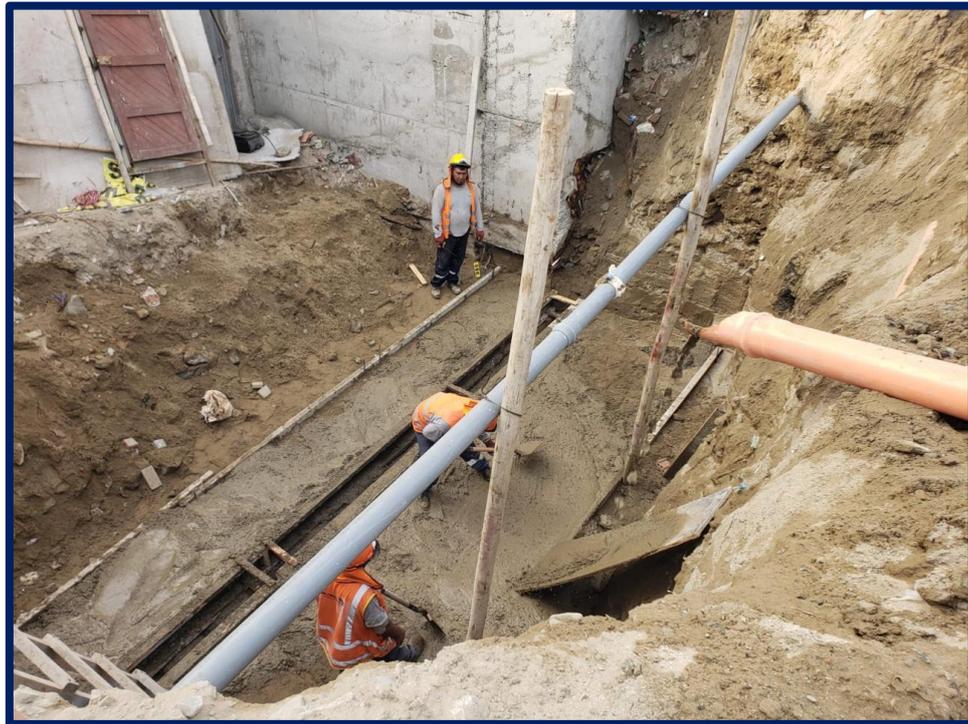




DESCRIPCIÓN: Se muestra en las tomas el corte hasta nivel de subrasante para el muro de Contención.

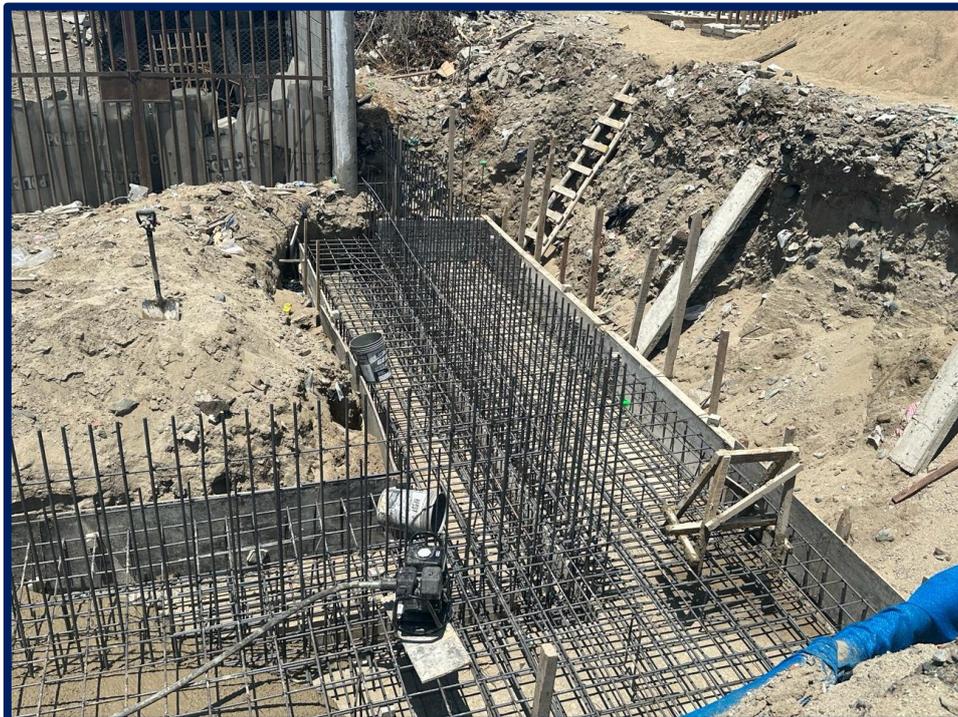
04.03.01 SOLADOS, E=4" MEZCLA C:H 1:10





DESCRIPCIÓN: En las tomas se muestra el solado para la zapata del Muro de Contención 01.

04.03.02 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE MUROS DE CONTENCIÓN







DESCRIPCIÓN: *Se muestra el encofrado de la zapata del Muro de Contención 01.*

04.03.04 ACERO DE REFUERZO $F_y=4,200\text{KG}/\text{CM}^2$ EN MURO DE CONTENCIÓN

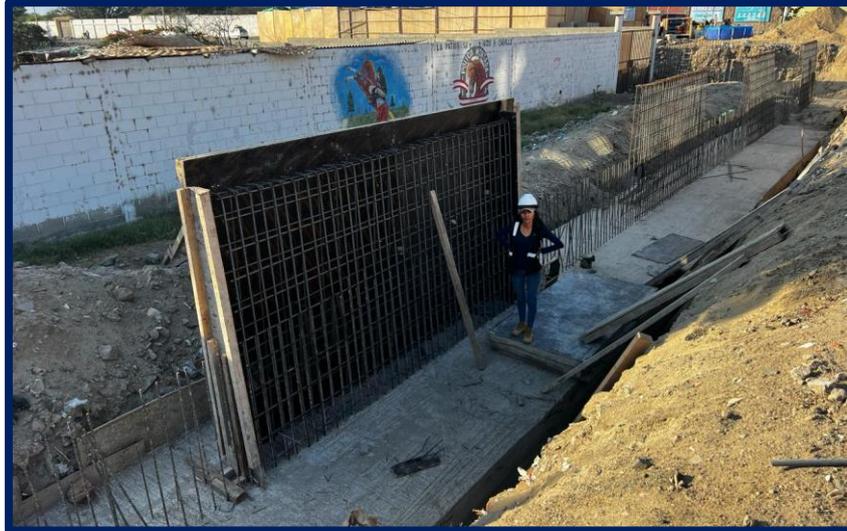


DESCRIPCIÓN: Se muestra la colocación de acero de la zapata y pantalla del Muro de Contención 01.

04.03.04 ACERO DE REFUERZO $F_y=4,200\text{KG}/\text{CM}^2$ EN MURO DE CONTENCIÓN

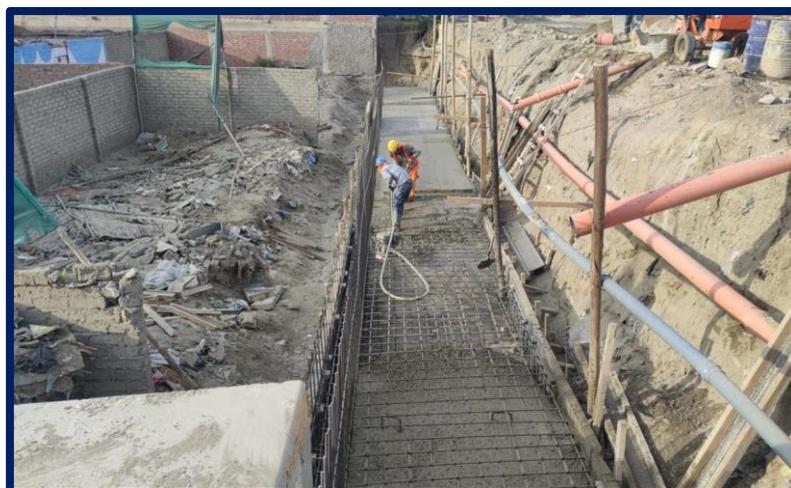


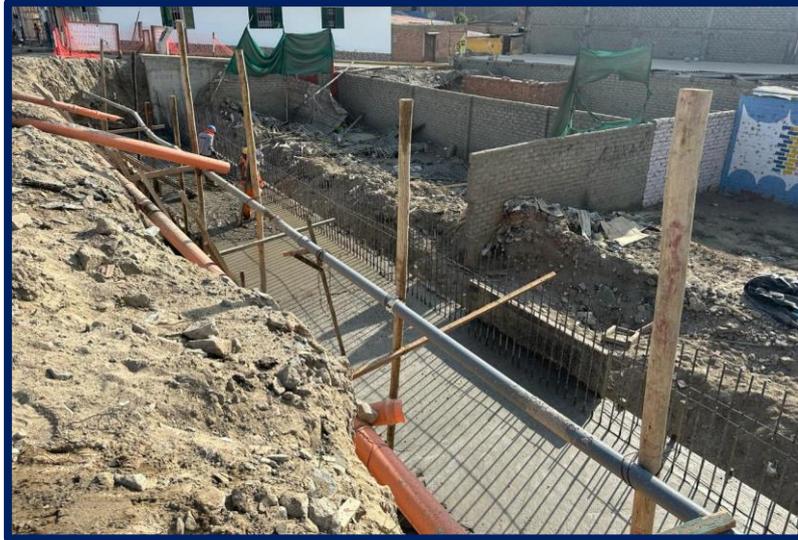




DESCRIPCIÓN: En las tomas se muestra el llenado de concreto $f'c=210$ kg/cm² de la zapata del Muro de Contención.

04.03.06 CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c=210\text{kg/cm}^2$ EN MUROS DE CONTENCIÓN





DESCRIPCIÓN: En las tomas se muestra el llenado de concreto $f'c=210$ kg/cm² de la zapata y pantallas de los Muros de Contención.

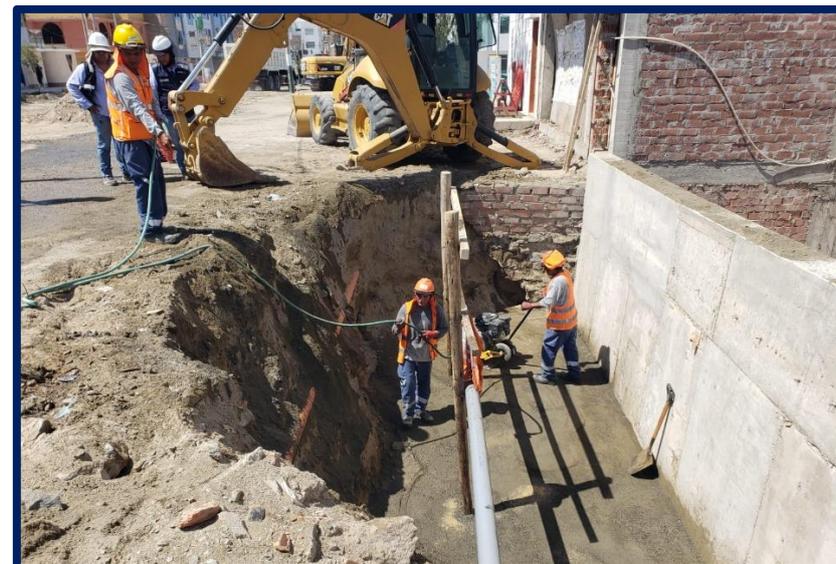
04.03.06 CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c=210\text{kg/cm}^2$ EN MUROS DE CONTENCIÓN



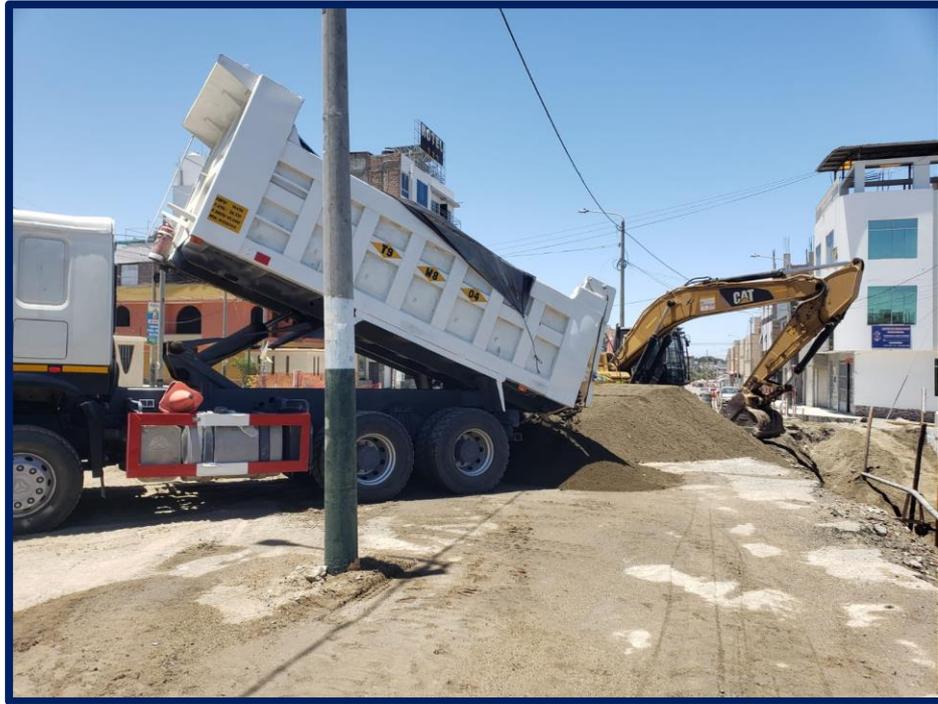


DESCRIPCIÓN: En las tomas se muestra el llenado de concreto $f'c=210 \text{ kg/cm}^2$ de la zapata y pantallas de los Muros de Contención.

04.02.03 RELLENO COMPACTADO C/EQUIPO MAT/PRESTAMO



DESCRIPCIÓN: Se muestra en las tomas fotográficas el relleno y compactación con material de préstamo en el Muro 04



DESCRIPCIÓN: *Se muestra en las tomas fotográficas el relleno y compactación con material de préstamo en el Muro 05*

04.03.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO DE GRADAS



DESCRIPCIÓN: Se observa en la toma fotográfica el encofrado de las gradas del muro de contención

04.03.05 ACERO DE REFUERZO $F_y=4,200\text{KG}/\text{CM}^2$ EN GRADAS



DESCRIPCIÓN: Se muestra en la toma la colocación del acero $F_y=4,200\text{KG}/\text{CM}^2$ en gradas

04.03.07 CONCRETO ESTRUCTURAL $f'c=210\text{kg/cm}^2$ EN GRADAS



DESCRIPCIÓN: Se observa el vaciado de concreto $f'c=210\text{kg/cm}^2$ de las gradas, entre el Muro 01 y el Muro 02.