

**UNIVERSIDAD NACIONAL
TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

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

**CONTROL DE INFRAESTRUCTURA VIAL CON LA
FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION. CASO: SALDO DE
OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-
LUYA, AMAZONAS**

Autor:

Bach. Mijael Tafur Vargas

Asesores:

Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

Ing. Aureliano Hernández Sánchez

Registro: (.....)

CHACHAPOYAS – PERÚ

2024

Dedicatoria

Dedico con profundo cariño y gratitud a mis padres y hermanos en especial a mi hermana mayor, cuyo apoyo inquebrantable y amor incondicional han sido mi mayor fortaleza a lo largo de este emocionante viaje académico. Su sacrificio y aliento constante han sido la fuente de mi inspiración y alegría, y este logro es, en gran parte, gracias a ustedes.

A Dios, quien me ha guiado y fortalecido en cada paso de mi trayectoria académica. En Él encuentro mi paz y mi propósito, y agradezco su constante presencia en mi vida.

Agradecimiento

Quiero expresar mi profundo agradecimiento a Dios por su guía y fortaleza a lo largo de mi camino académico, pero quiero hacer un énfasis especial en agradecer de manera sincera y profunda a mis queridos padres y hermanos. A ustedes, mamá, papá y hermanos, les agradezco por su amor incondicional y apoyo constante. Son mi mayor fuente de inspiración y alegría, y sin su aliento y cariño, este logro no habría sido posible.

También, quiero reconocer la invaluable orientación y conocimiento de mi asesor. Cada uno de ustedes, ha dejado una huella indeleble en mi trayectoria, y estoy profundamente agradecido por su contribución a mi éxito personal.

Con cariño y gratitud,

Mijael Tafur Vargas.

**Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza De
Amazonas**

Ph. D JORGE LUIS MAICELO QUINTANA

Rector

Dr. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

Vicerrector Académico

Dra. MARÍA NELLY LUJÁN ESPINOZA

Vicerrectora de investigación

Ph.D. RICARDO EDMUNDO CAMPOS RAMOS

Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental

Visto bueno del asesor de la Tesis



ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada CONTROL DE INFRAESTRUCTURA VIAL CON LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION. CASO: SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS ; del egresado Mijael Tafur Vargas de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 16 de octubre de 2023

Firma y nombre completo del Asesor
Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz

Visto bueno del asesor de la Tesis



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-L

VISTO BUENO DEL ASESOR DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

El que suscribe el presente, docente de la UNTRM ()/Profesional externo (X), hace constar que ha asesorado la realización de la Tesis titulada CONTROL DE INFRAESTRUCTURA VIAL CON LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION. CASO: SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS ; del egresado Mijael Tafur Vargas de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental Escuela Profesional de Ingeniería Civil de esta Casa Superior de Estudios.

El suscrito da el Visto Bueno a la Tesis mencionada, dándole pase para que sea sometida a la revisión por el Jurado Evaluador, comprometiéndose a supervisar el levantamiento de observaciones que formulen en Acta en conjunto, y estar presente en la sustentación.



Chachapoyas, 16 de octubre de 2023


Firma y nombre completo del Asesor
Ing. Aureliano Hernández Sánchez

Jurado evaluador de la Tesis



Mg. Cristhian Junior Gastulo Tapia

Presidente



Ing. Emanuel Tafur Revilla

Secretario



Ing. Jorge Alfredo Hernández Chávarry

Vocal

Constancia de originalidad de la Tesis



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-Q

CONSTANCIA DE ORIGINALIDAD DE LA TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

Los suscritos, miembros del Jurado Evaluador de la Tesis titulada:

CONTROL DE INFRAESTRUCTURA VIAL CON LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION.

CASO: SALDO DE OBRA MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA, AMAZONAS.

presentada por el estudiante ()/egresado (x) MISHAEL TAFUR VARGAS

de la Escuela Profesional de INGENIERÍA CIVIL

con correo electrónico institucional 7007149051@UNTRM.EDU.PE

después de revisar con el software Turnitin el contenido de la citada Tesis, acordamos:

- La citada Tesis tiene 18 % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es menor (x) / igual () al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM.
- La citada Tesis tiene _____ % de similitud, según el reporte del software Turnitin que se adjunta a la presente, el que es mayor al 25% de similitud que es el máximo permitido en la UNTRM, por lo que el aspirante debe revisar su Tesis para corregir la redacción de acuerdo al Informe Turnitin que se adjunta a la presente. Debe presentar al Presidente del Jurado Evaluador su Tesis corregida para nueva revisión con el software Turnitin.



Chachapoyas, 19 de febrero del 2024

emanuefajorevill@TE
SECRETARIO

[Signature]
PRESIDENTE

[Signature]
VOCAL

OBSERVACIONES:

.....
.....

Reporte de Turnitin

INFORME DE TESIS

INFORME DE ORIGINALIDAD

18%	17%	4%	6%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	hdl.handle.net Fuente de Internet	2%
2	repositorio.uss.edu.pe Fuente de Internet	2%
3	zonasegura.seace.gob.pe Fuente de Internet	1%
4	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	1%
5	cdn.www.gob.pe Fuente de Internet	1%
6	www.univates.br Fuente de Internet	1%
7	repositorio.ucsm.edu.pe Fuente de Internet	1%
8	Submitted to Universidad Alas Peruanas Trabajo del estudiante	1%
9	idoc.pub Fuente de Internet	1%


Mg. Cristhian Junior Gastulo Tapia
Presidente

Acta de sustentación de la Tesis



UNTRM

REGLAMENTO GENERAL
PARA EL OTORGAMIENTO DEL GRADO ACADÉMICO DE
BACHILLER, MAESTRO O DOCTOR Y DEL TÍTULO PROFESIONAL

ANEXO 3-S

ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL

En la ciudad de Chachapoyas, el día 12 de abril del año 2024, siendo las 19:15 horas, el aspirante: Bach. TAFUR VARGAS, Mijael, asesorado por Dr. Edwin Adolfo Díaz Ortiz y Ing. Aureliano Hernández Sánchez defiende en sesión pública presencial () / a distancia () la Tesis titulada: CONTROL DE INFRAESTRUCTURA VIAL CON LA FILOSOFÍA LEAN CONSTRUCTION. CASO: SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACHIC-LUYA, AMAZONAS, para obtener el Título Profesional de Ingeniero Civil, a ser otorgado por la Universidad

Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas; ante el Jurado Evaluador, constituido por:

Presidente: Mg. Cristhian Junior Gastolo Tapia

Secretario: Ing. Emanuel Tafur Revilla

Vocal: Ing. Jorge Alfredo Hernández Chavarry

Procedió el aspirante a hacer la exposición de la Introducción, Material y métodos, Resultados, Discusión y Conclusiones, haciendo especial mención de sus aportaciones originales. Terminada la defensa de la Tesis presentada, los miembros del Jurado Evaluador pasaron a exponer su opinión sobre la misma, formulando cuantas cuestiones y objeciones consideraron oportunas, las cuales fueron contestadas por el aspirante.

Tras la intervención de los miembros del Jurado Evaluador y las oportunas respuestas del aspirante, el Presidente abre un turno de intervenciones para los presentes en el acto de sustentación, para que formulen las cuestiones u objeciones que consideren pertinentes.

Seguidamente, a puerta cerrada, el Jurado Evaluador determinó la calificación global concedida a la sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional, en términos de:

Aprobado () por Unanimidad () / Mayoría () Desaprobado ()

Otorgada la calificación, el Secretario del Jurado Evaluador lee la presente Acta en esta misma sesión pública. A continuación se levanta la sesión.

Siendo las 20:00 horas del mismo día y fecha, el Jurado Evaluador concluye el acto de sustentación de la Tesis para obtener el Título Profesional.

emanuel tafur revilla

SECRETARIO

Jorge Alfredo Hernández Chavarry

PRÉSIDENTE

Aureliano Hernández Sánchez

VOCAL

OBSERVACIONES:

Índice

Dedicatoria	ii
Agradecimiento	iii
Autoridades de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza De Amazonas.....	iv
Visto bueno del asesor de la Tesis.....	v
Visto bueno del asesor de la Tesis.....	vi
Jurado evaluador de la Tesis	vii
Constancia de originalidad de la Tesis.....	viii
Reporte de Turnitin	ix
Acta de sustentación de la Tesis.....	x
Índice.....	xi
Índice de tablas.....	xiii
Resumen.....	xv
Abstract.....	xvi
I. INTRODUCCIÓN	17
II. MATERIAL Y MÉTODOS	21
2.1. <i>Área de estudio</i>	21
2.2. <i>Evaluación del control de gestión de plazo y productividad</i>	21
2.3. <i>Identificación de oportunidades de mejoras de los flujos de trabajo</i>	28
2.4. <i>Aplicación de Lean Construction y su metodología Last Planner System</i> ..	29
III. RESULTADOS	31
3.1. <i>Control de gestión de plazo y productividad</i>	31
3.1.1. Gestión de plazo de la obra vial.....	31
3.1.2. Niveles de productividad	34
3.2. <i>Oportunidades de mejoras de los flujos de trabajo</i>	46
3.3. <i>Modelo de control y seguimiento de ejecución de obra con la filosofía LC y Last Planner System (LPS)</i>	49
3.3.1. Master Plan	54
3.3.2. Análisis de restricciones	57
3.3.3. Look Ahead Planning	60
3.3.4. Programación Semanal	61

3.3.5. Informe semanal de productividad y porcentaje de partidas completadas .	61
3.3.6. Porcentaje de Partidas Completadas (PPC)	66
IV. DISCUSIÓN	68
V. CONCLUSIONES	72
VI. RECOMENDACIONES	73
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	74
VIII. ANEXOS.....	78

Índice de tablas

Tabla 1 <i>Localización del tramo estudiado</i>	21
Tabla 2 <i>Partidas seleccionadas para evaluar los niveles de productividad</i>	23
Tabla 3 <i>Matriz de trabajos considerados en la partida de subbase y base granular</i>	24
Tabla 4 <i>Matriz de trabajos considerados en la partida de mejoramiento de sub rasante</i>	25
Tabla 5 <i>Matriz de trabajos considerados en la partida de cuneta triangular tipo I</i>	26
Tabla 6 <i>Matriz de trabajos considerados en la partida de mejoramiento de imprimación</i>	27
Tabla 7 <i>Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de mejoramiento de subrasante y base granular</i>	34
Tabla 8 <i>Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de cunetas de concreto tipo I</i>	36
Tabla 9 <i>Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de cunetas de concreto tipo I</i>	38
Tabla 10 <i>Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de mejoramiento de subrasante</i>	40
Tabla 11 <i>Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de imprimación</i>	42
Tabla 12 <i>Oportunidades de mejora para obtener flujos continuos de trabajo</i>	47
Tabla 13 <i>Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta triangular tipo I, sectores uno y dos</i>	49
Tabla 14	50
Tabla 15 <i>Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta urbana tipo II, sectores uno, dos y tres</i>	51
Tabla 16 <i>Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta triangular tipo II, sectores cuatro, cinco y seis</i>	52
Tabla 17 <i>Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta urbana tipo IV, sectores uno y dos</i>	52
Tabla 18 <i>Metrados por sectores perteneciente a la partida de pavimento flexible, sectores uno, dos y tres</i>	53
Tabla 19 <i>Metrados por sectores perteneciente a la partida de pavimento flexible, sectores cuatro y cinco</i>	54
Tabla 20 <i>Tipos de restricciones</i>	57

Índice de figura

Figura 1 <i>Plano de ubicación del tramo en estudio</i>	21
Figura 2 <i>Procedimiento de la investigación</i>	22
Figura 3 <i>Porcentajes promedios del nivel general de actividad</i>	28
Figura 4 <i>Curva S y Valor Ganado durante los primeros 8 meses</i>	32
Figura 5 <i>Indicadores de gestión</i>	33
Figura 6 <i>Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida de mejoramiento de subrasante y base granular</i>	35
Figura 7 <i>Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida de cunetas de concreto tipo I</i>	37
Figura 8 <i>Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida de cunetas de concreto tipo I</i>	39
Figura 9 <i>Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida de mejoramiento de subrasante</i>	41
Figura 10 <i>Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida imprimación tipo I</i>	43
Figura 11 <i>Distribución del tiempo por muestras</i>	44
Figura 12 <i>Nivel general de productividad total de la obra</i>	45
Figura 13 <i>Master Plan 1-a</i>	55
Figura 14 <i>Master Plan 1-b</i>	56
Figura 14 <i>Análisis de restricciones</i>	59
Figura 15 <i>Look Ahead P. Cuneta tipo I</i>	60
Figura 16 <i>Programación Semanal Cuneta tipo I</i>	61
Figura 17 <i>Formato del informe semanal de productividad 1-a</i>	62
Figura 18 <i>Formato del informe semanal de productividad 2-a</i>	63
Figura 19 <i>Formato del informe semanal de productividad 3-a</i>	64
Figura 20 <i>Formato del informe semanal de productividad 4-a</i>	65
Figura 21 <i>Formato del porcentaje de partidas completadas</i>	66

Resumen

En el contexto peruano, es evidente que la ejecución de proyectos, en su mayoría, se ve afectada por retrasos significativos y un aumento considerable en los costos finales, y a pesar de los avances de la investigación, la implementación de metodologías más modernas y eficientes en la gestión de proyectos como Lean Construction (LC) no ha permeado adecuadamente al sector de infraestructura vial en el Perú. Esta investigación buscó proponer un modelo de control de infraestructura vial utilizando la filosofía Lean Construction, aplicado al caso específico del saldo de obra mejoramiento de la carretera Cállic – Luya en la región Amazonas, durante su ejecución. En el transcurso de la investigación, se recopilaron y analizaron diversos conjuntos de datos, que incluyeron valorizaciones, avance físico y mediciones de productividad, como también sectorizaciones, trenes de trabajo, master plan, análisis de restricciones, Look Ahead Planning, programación semanal, informe semanal de productividad y porcentaje de partidas completadas. Se evidenció retrasos en la obra, con un índice de desempeño del cronograma (SPI) inferior a 1 durante meses y una baja productividad debido a los trabajos no contributorios que indicaron que durante 2.40 horas al día, las cuadrillas realizaron tareas que no aportan valor al proyecto, asimismo se logró diseñar el modelo de control y la reducción del plazo de término del proyecto en 24 días en la etapa de planificación, lo que conlleva ahorros en gastos generales. Estos resultados sugieren que la adopción de enfoques LC benefician significativamente a obras viales en ejecución minimizando pérdidas y retrasos.

Palabras clave: Infraestructura vial, Lean Construction, control de gestión, productividad, oportunidad de mejora, flujos de trabajo.

Abstract

In the Peruvian context, it is evident that project execution is predominantly impacted by significant delays and a considerable increase in final costs. Despite research advancements, the implementation of more modern and efficient project management methodologies, such as Lean Construction (LC), has not adequately penetrated the road infrastructure sector in Peru. This research aimed to propose a model for controlling road infrastructure using the Lean Construction philosophy, specifically applied to the case of the road improvement project in Cállic – Luya in the Amazonas region during its execution. Throughout the research, various datasets were collected and analyzed, including valuations, physical progress, and productivity measurements, as well as sectorizations, work schedules, master plans, constraint analysis, Look Ahead Planning, weekly scheduling, weekly productivity reports, and the percentage of completed items. Delays in the project were evident, with a Schedule Performance Index (SPI) below 1 for months and low productivity due to non-contributory work, indicating that work crews spent 2.40 hours per day on tasks that did not contribute value to the project. The research successfully designed a control model, leading to a reduction in the project completion time by 24 days during the planning stage, resulting in savings in general expenses. These results suggest that the adoption of LC approaches significantly benefits ongoing road projects by minimizing losses and delays.

Keywords: Road infrastructure, Lean Construction, management control, productivity, improvement opportunity, workflows.

I. INTRODUCCIÓN

En el Perú la industria de la construcción se destaca como uno de los sectores más dinámicos y se reconoce como el impulsor clave de la economía en el Perú, dado que está vinculada con otras industrias que le suministran los insumos necesarios, como el cemento, el fierro y el asfalto. El rendimiento de este sector se encuentra estrechamente ligado a la vitalidad tanto de la inversión pública como de la inversión privada (Palomino et al., 2017). Y ésta industria se caracteriza por la baja productividad, sobrecostos y tiempos en proyectos debido a los procesos de gestión ineficientes, mala comunicación y baja automatización de procesos (Ratajczak et al., 2019).

En respuesta ante los problemas mencionados, una gestión más eficiente de plazos y recursos no solo reduce costos, sino que también beneficia a la comunidad al garantizar la entrega oportuna de la infraestructura que es vital para el desarrollo de una región y esto a su vez generando ahorros y una mejora en comparación a la metodología tradicional (Ramos, 2023). Por esta razón, gracias a los logros alcanzados mediante la aplicación de Lean Construction en la industria de la construcción, se destaca como una filosofía centrada en la gestión y la optimización del valor en los procesos productivos, desechando los desperdicios que no agregan valor; en tal sentido esta filosofía se enfoca a dos factores: el diseño de planificación para un planeamiento eficaz y el monitoreo de la obra para garantizar la ejecución de las actividades programadas (Gilacopa & Colque, 2020).

Durante la primera conferencia de International Group for Lean Construction, el investigador Koskela introdujo el concepto de la filosofía de producción conocida como Lean Construcción (LC), esta filosofía tiene como objetivo la utilización óptima de materiales, mano de obra, la minimización de pérdidas y la generación de valor agregado en las actividades (Koskela, 1994). Estudios indican que, la aplicación de los principios y métodos Lean están ganando popularidad en la industria de la construcción a nivel global. Otros estudios indican que no se cuenta con una comprensión precisa de la cantidad y tipos de prácticas lean que se han implementado, así como de los beneficios que están asociados con estas prácticas en la planificación, diseño y ejecución de proyectos de construcción e infraestructura (Babalola et al., 2019). Sin embargo, dos décadas de investigación indican que la implementación de Lean Construction (LC), resulta con mayores niveles de productividad, calidad y

seguridad, al mismo tiempo que reduce los plazos de entrega; además que su adopción puede proporcionar ventajas competitivas en procesos de licitación al disminuir costos y aumentar los beneficios empresariales (Pons, 2014).

En el Perú, la atención hacia la filosofía ha sido mínima, a pesar de la presencia limitada de las empresas que buscan mejorar la producción y proporcionar herramientas para adoptar nuevos enfoques en la gestión integral de proyectos, lamentablemente no ha sido posible difundir estas prácticas de manera efectiva (Arevalo, 2018). Una de las causas que incurren a este problema es el sistema convencional, debido a que presenta limitaciones al no permitir identificar las causas subyacentes de los problemas de eficiencia en los procesos y dificultando la aplicación de medidas correctivas (Valencia, 2018). Según Calderón (2020), la situación de implementación en el Perú revela la falta de un estudio específico en el área, sin embargo, desde el 2011 la productividad ya se viene impulsando gracias a LC, con lo cual la mayoría de estas investigaciones realizadas están más enfocadas a edificaciones. Finalmente concluye que una de las limitaciones para su adopción se relaciona con la resistencia al cambio por parte de los trabajadores, quienes están habituados a utilizar una metodología diferente.

Marino & Marino (2021), en su investigación tuvo como objetivo determinar si la aplicación de LC aumenta la productividad en la construcción de proyectos, llegando a la conclusión de que el 91.7% de ingenieros y obreros aprueban a LC como una herramienta para obtener una alta productividad. Mediante el uso del reporte de valor ganado y el muestreo de trabajo, por otro lado Quiñonez (2019) en su estudio, demostró que la implementación de LC mejora el desempeño de la construcción y la productividad; los resultados obtenidos muestran que los trabajos productivos aumentaron en un 13%, el trabajo contributivo disminuyó en un 10% y el trabajo no contributivo en un 3%, y como consecuencia se produjo una mejora de los indicadores de calidad. Según el estudio de Tucto en un proyecto, tardó 2 semanas de capacitaciones sobre LC en la obra previa a su implementación y luego 16 semanas posteriores para su implementación (Tucto, 2017) . En su estudio logró implementar LC en un total del 71% a pesar que se enfrentaron a dificultades, se comprobó la efectividad de LC en un aumento del rendimiento y la reducción de la incertidumbre en la ejecución de las actividades programadas.

La implementación de LC en un proyecto en China demostró que trajo beneficios significativos al proyecto en cuanto a cronograma, flujo de trabajo, calidad y cuestiones de seguridad; además de la utilización de herramientas de visualización 3D y las simulaciones de proceso ayudaron tener un mejor control del proyecto (Xing et al., 2021). Además de las reuniones colaborativas al inicio de obra las asesorías y capacitaciones son de gran importancia porque permiten alinear a todo el equipo con la filosofía LC durante la ejecución de la obra, para obtener resultados favorables hasta un 6.55% de ahorros en el proceso constructivo (Araujo et al., 2020). Por otro lado, según (Maraqa et al., 2023), sostiene la premisa de que la aplicación de técnicas de LC en diversos procesos constructivos puede mejorar significativamente en uno de los aspectos más importantes que es lo ambiental, esta filosofía contribuye a la reducción de procesos y residuos físicos mediante un diseño minucioso del sistema de producción y el producto. Esto se logra al optimizar la circulación de personas y materiales en el lugar de trabajo de construcción, así como al realizar acciones coordinadas para eliminar las limitaciones anticipadas. En su estudio destaca el potencial para evitar residuos sólidos y emisiones de CO₂eq.

De los estudios realizados se concluye que el control y la optimización en la ejecución es esencial para garantizar la eficiencia y calidad de las obras, además de que de la filosofía LC están más desarrollada en obras de edificación. En este contexto, la implementación de (LC) en la etapa de planificación de proyectos viales cobra una importancia significativa, esto se manifiesta en investigaciones realizadas que indican su implementación ayuda a que la ejecución se desarrolle más apegado a la planificación (Alayo, 2023). La relevancia de este tema radica en su contribución a la mejora de la planificación y ejecución de proyectos viales. Así mismo debido a la importancia del sector de la construcción en el desarrollo del país cabe la necesidad de implementar Lean Construction en la planificación (Mays, 2023). Aunado que los proyectos con las herramientas y metodologías que existen actualmente es de gran importancia poder visualizar la construcción desde la planificación hasta la ejecución (Karatas & Budak, 2023).

El objetivo principal de este estudio es proponer un modelo de control de infraestructura vial para la ejecución de la obra "Saldo de obra, mejoramiento de la carretera Cállic – Luya" en la Región Amazonas, con la implementación de

herramientas de LC. En el proceso se recopilaron y analizaron diversos conjuntos de datos, que incluyeron valorizaciones, avance físico, y mediciones de productividad, se identificaron oportunidades de mejora para optimización de flujos de trabajo, para reducir desperdicios, y garantizar que la ejecución sea eficiente y oportuna de la obra. Esta investigación se centra en la implementación de la filosofía LC en un proyecto vial específico en ejecución, en la etapa de planificación. Los resultados obtenidos muestran la relevancia de esta filosofía para mejorar la eficiencia en la ejecución de obras viales.

II. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1. Área de estudio

La presente investigación se desarrolló en el distrito Luya, provincia Luya y departamento Amazonas, en el mes de mayo de 2021, durante la ejecución de la obra: “Saldo de obra, mejoramiento de la carretera Cáclic – Luya”.

Tabla 1

Localización del tramo estudiado

TRAMO CACLIC-LUYA			
	Progresiva	Coordenadas E	Coordenadas N
Inicio	Km. 0 + 000.00	173768.583	9318645.503
Fin	Km. 16 + 009.50	180015.994	9315106.405

Figura 1

Plano de ubicación del tramo en estudio



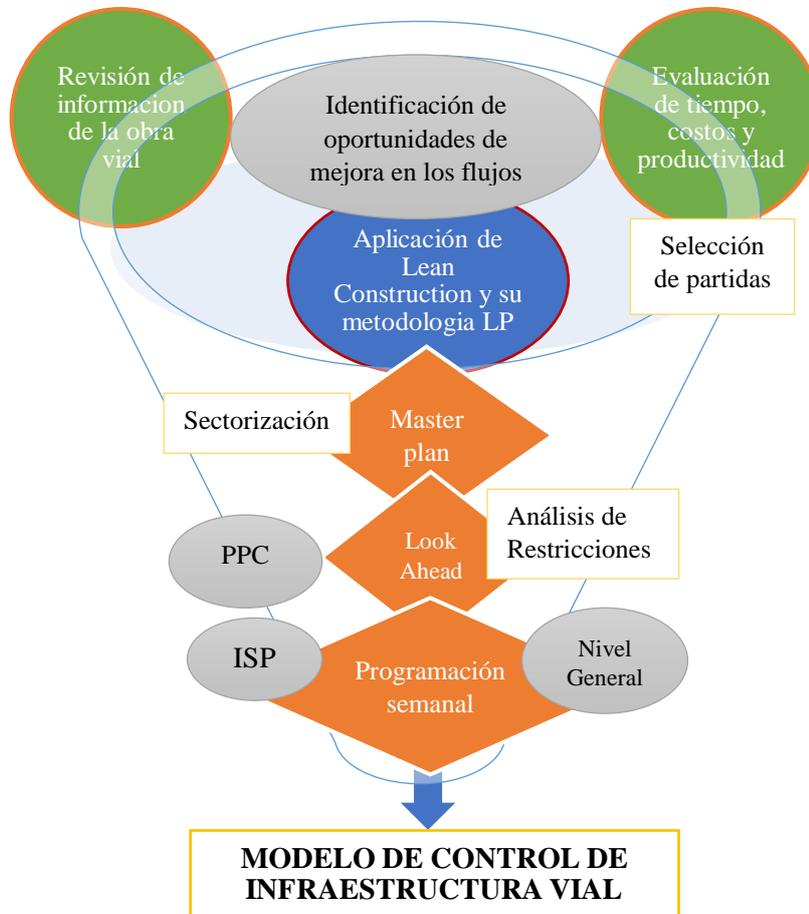
2.2. Evaluación del control de gestión de plazo y productividad

Se realizó una revisión general del proyecto en ejecución, datos técnicos especificaciones técnicas, memorias descriptivas, metrados, planos, costos unitarios, rendimientos, presupuesto de obra y valorizaciones de obra. Con las valorizaciones revisadas se evaluó el comportamiento del avance físico durante los meses ejecutados, se verificó partidas en proceso de ejecución, partidas pertenecientes a la ruta crítica. El reporte de valor ganado indicó el estado de la obra mediante los indicadores de variación, los indicadores de desempeño del

cronograma; es decir de manera explícita se determinó el atraso o el avance de la obra durante la ejecución. Se desarrolló la presente investigación de acuerdo al siguiente flujograma:

Figura 2

Procedimiento de la investigación



Nota. La figura representa el procedimiento que se siguió, que a partir de la revisión y evaluación de la obra se propuso un diseño de modelo de control utilizando LC.

Las partidas seleccionadas fueron las que estaban en ejecución al momento de la visita en campo; lo cual permitió evaluar la productividad mediante las herramientas de control de Lean Construction (los trabajos productivos, trabajos contributivos y no contributivos), para ello se utilizó el muestreo de trabajo en campo. Estas actividades se realizaron durante una semana y las partidas seleccionadas fueron las siguientes:

Tabla 2*Partidas seleccionadas para evaluar los niveles de productividad*

ÍTEM	DESCRIPCIÓN
02	MOVIMIENTO DE TIERRAS
	INICIO DE HITO CLAVE N° 02 - MOVIMIENTO DE TIERRAS
02.08	MEJORAMIENTO DE SUELOS
	FIN DE HITO CLAVE N° 02 - MOVIMIENTO DE TIERRAS
03	PAVIMENTOS
03.01	CAPAS ANTICONTAMINANTES SUB BASES Y BASES
	INICIO DE HITO CLAVE N° 03 - CAPAS ANTICONTAMINANTES SUB BASES Y BASES
03.01.01	SUB-BASE GRANULAR
03.01.03	RECONFORMACION DE SUB-BASE GRANULAR
03.01.04	RECONFORMACION DE BASE GRANULAR
	FIN DE HITO CLAVE N° 03 - CAPAS ANTICONTAMINANTES SUB BASES Y BASES
03.02	PAVIMENTOS FLEXIBLES
	INICIO DE HITO CLAVE N° 04 - PAVIMENTOS FLEXIBLES
03.02.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA
	FIN DE HITO CLAVE N° 04 - PAVIMENTOS FLEXIBLES
04	OBRAS DE ARTE
04.01	CUNETAS
04.01.01	CUNETA TIPO I
	INICIO DE HITO CLAVE N° 05 - CUNETA TIPO I
04.01.01.01	CONCRETO CLASE E (F'C=175KG/CM2) P/CUNETAS DE DESCARGA A ALCANTARILLAS
04.01.01.02	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA TIPO I
04.01.01.03	EMBOQUILLADO DE PIEDRA E=0.15M P/CUNETA DE DESCARGA A TERRENO NATURAL
	FIN DE HITO CLAVE N° 05 - CUNETA TIPO I

En la presente investigación se realizó 5 muestras de 400 observaciones y para establecer los TP, TC y TNC por cada partida se consideró las siguientes matrices.

Tabla 3*Matriz de trabajos considerados en la partida de subbase y base granular*

Tipo	Categoría	Abrev.
TRABAJO PRODUCTIVO	Extender el material	
	Batido de material de base granular	
	Escarificado de material de base	P
	Conformación de material de base	
	Humectación de material granular	
	Compactación de material granular	
TRABAJO CONTRIBUTORIO	Mediciones o replanteo	M
	Zarandeo de material	Z
	Transporte de material	T
	Información	I
	Recibir/dar instrucciones	R
	combustible	C
	Otros X:	X
	Colocación de señales de seguridad	
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	Esperas	E
	Liberación de área	LA
	Paro por clima (lluvia)	PC
	Falla mecánica	F
	Trabajo rehecho	TR
	Descanso y tiempo de ocio	D
	Desplazamientos improductivos	DI
	Otros Y:	Y

Tabla 4*Matriz de trabajos considerados en la partida de mejoramiento de sub rasante*

Tipo	Categoría	Abrev.
TRABAJO PRODUCTIVO	Excavación	
	Colocación de material de mejoramiento	
	Perfilado con motoniveladora	
	Refinar con motoniveladora	P
	Regado con cisterna de agua	
	Compactado con rodillo	
	Transporte a DME	
TRABAJO CONTRIBUTORIO	Mediciones o replanteo	M
	Transportes de materiales	T
	Información	I
	Recibir/dar instrucciones	R
	Combustible	C
	Pasadas adicionales	PA
	Otros X:	X
	Colocación de señales de seguridad	
	Falla mecánica	F
	Desplazamientos improductivos	DI
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	Paro por clima (lluvia)	PC
	Esperas	E
	Liberación de área	LA
	Trabajo rehecho	TR
	No verificar el combustible en los equipos	NC
	Descanso y tiempo de ocio	D
Otros Y:	Y	

Tabla 5*Matriz de trabajos considerados en la partida de cuneta triangular tipo I*

Tipo	Categoría	Abrev.
TRABAJO PRODUCTIVO	Excavación	
	Nivelación y compactación	
	Colocación de cerchas	P
	Vaciado de concreto	
	Frotachado	
TRABAJO CONTRIBUTIVO	Mediciones o replanteo	M
	Transporte de material	T
	Información	I
	Limpieza/ordenar	L
	Recibir/dar instrucciones	R
	Otros X:	X
TRABAJO NO CONTRIBUTIVO	Esperas	E
	Trabajo rehecho	TR
	Necesidades fisiológicas	N
	Descanso y tiempo de ocio	D
	Paro por clima (lluvia)	PC
	Otros Y:	Y

Tabla 6*Matriz de trabajos considerados en la partida de mejoramiento de imprimación*

Tipo	Categoría	Abrev.
TRABAJO PRODUCTIVO	Limpieza	
	Arenado	P
	Imprimado	
	Temperatura	
TRABAJO CONTRIBUTORIO	Pruebas	PI
	Barrido manual	BM
	Pruebas y controles de calidad	PCC
	Trazado lineal	TL
	Recibir/dar instrucciones	R
	Señalización	S
	Transporte de asfalto	TA
	Limpieza/orden	L
	Combustible	C
	Otros X:	X
TRABAJO NO CONTRIBUTORIO	Esperas	E
	Liberación de área	LA
	No verificar el combustible en los equipos	NC
	Descanso y tiempo de ocio	D
	Paro por clima (lluvia)	PC
	Desplazamientos improductivos	DI
	Falla mecánica	F
	Otros Y:	Y

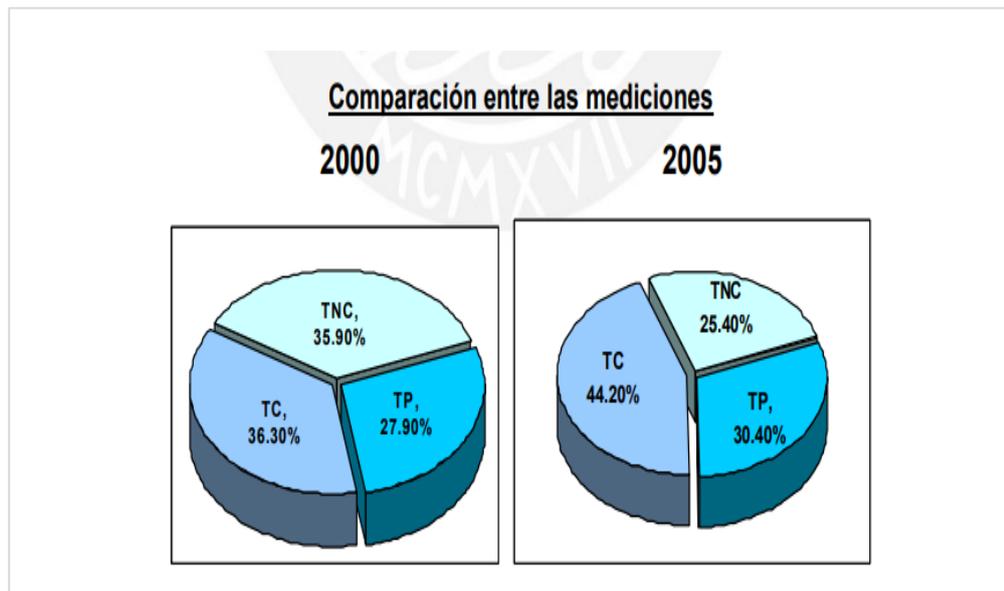
Los resultados obtenidos de la evaluación de información recopilada fueron a partir de 5 muestras obtenidas. Estas muestras se eligieron a partir de las partidas que se encontraban en proceso en ese momento y la recopilación de datos se llevó

a cabo durante la mañana en intervalos de tiempo que abarcaban desde las 10:00 a.m. hasta la 1:00 p.m. Esta elección de horario se consideró porque durante esa franja horaria, los trabajadores llevan a cabo sus actividades de manera más intensiva. Y además, se recabaron datos en horarios vespertinos, siguiendo criterios propios establecidos.

El análisis de datos se comparó con los porcentajes promedio calculados en la investigación desarrollada por (Morales & Galeas, 2006), los resultados obtenidos por este autor se presentan visualmente en la figura 4, lo que proporciona una representación gráfica clara y comprensible de los hallazgos del estudio. Estos datos gráficos son fundamentales para respaldar las conclusiones y recomendaciones derivadas de la presente investigación.

Figura 3

Porcentajes promedios del nivel general de actividad



Nota. La figura muestra la comparación de dos estudios en diferentes años. Adaptado de *Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de gestión con el nivel de productividad en obras de construcción*, Morales N, Galeas J, 2006. <https://tesis.pucp.edu.pe/repositorio/bitstream/handle/20.500.12404/1066/>.

2.3. Identificación de oportunidades de mejoras de los flujos de trabajo

Los datos recopilados en el proceso de investigación en el terreno revelaron importantes limitaciones que afectan el desarrollo de las actividades programadas

en el día a día. Estas restricciones abarcan una amplia gama de elementos críticos, como actividades operativas, procesos, adquisición de materiales, trámites de documentación, aprobaciones, obtención de firmas, permisos necesarios, acceso a información clave y disponibilidad de mano de obra, entre otros. La carencia de cualquiera de estas restricciones esenciales impide el alcance de los objetivos de rendimiento deseados, lo que resalta su relevancia en el contexto de la investigación.

Las oportunidades de mejora fueron analizadas a partir de cada muestra recopilada para calcular el nivel de productividad. Se identificaron las actividades contributivas y no contributivas con mayor incidencia en el NGA. Se propusieron mejoras para optimizar los flujos de trabajo, y esta información fue fundamental en la formulación del modelo de control que incorpora la aplicación de LC y se diseñó en respuesta a los hallazgos de la investigación y las oportunidades de mejora identificadas.

2.4. Aplicación de Lean Construction y su metodología Last Planner System

Lean Construction ofrece una valiosa estrategia para la gestión exitosa de proyectos y, a través de su metodología LPS (Last Planner System), contribuye de manera significativa a la planificación y control de proyectos. Inicialmente, se logró este éxito al dividir la obra en sectores específicos y determinar los flujos de trabajo para cada uno de ellos. La duración de estas tareas se encuentra directamente relacionada con la cantidad de sectores asignados. Y en caso de que la planificación inicial no se cumplía, se ajustaron el número de sectores de manera iterativa hasta alcanzar un plazo menor al estipulado en el contrato, manteniendo un flujo de trabajo continuo.

Para asegurar la eficacia de este enfoque, se procuró que los metrados de trabajo fueran similares o equivalentes entre los diferentes sectores, lo que permitió que las actividades sean repetitivas y, por ende, el desarrollo de la ejecución de los trabajos presente mayor certidumbre. La elaboración del Master Plan implicó múltiples iteraciones de sectores y un equilibrio en los metrados de las partidas seleccionadas para garantizar un flujo de trabajo continuo y evitar el sobredimensionamiento o subdimensionamiento de los equipos de trabajo. Además, se consideraron las pautas de distanciamiento social y seguridad ante la

pandemia de COVID-19, aunque la naturaleza lineal de la obra facilitó la asignación de recursos de manera efectiva.

La herramienta de Look Ahead Planning (LAP) se utilizó para programar las actividades con un horizonte de tres semanas mediante la identificación y la liberación de las restricciones. Esta programación se basó en las partidas seleccionadas de acuerdo con el calendario contractual, se fijó la planificación para el 3 de mayo de 2021, con el inicio de la ejecución de la partida de la cuneta triangular tipo I, basándose en datos de la última valorización correspondiente a abril y en los metrados de los sectores previamente identificados. Posteriormente, se elaboró una Programación Semanal con los datos de la obtenidos se elaboró los formatos del Informe Semanal de Productividad (ISP) que permiten que el jefe de cuadrilla tenga el registro del avance diario de los trabajadores, cuya medida de control es para obtener el rendimiento semanal de la mano de obra.

Así mismo el Porcentaje de Partidas Completadas (PPC) se elaboró en concordancia al proyecto para verificar y controlar el porcentaje de las tareas completadas con respecto a las programadas; es decir según Quiñonez, (2017) indica en su tesis de manera sencilla, que esta herramienta se utiliza más que todo para evaluar la confiabilidad y la efectividad de la planificación realizada.

III. RESULTADOS

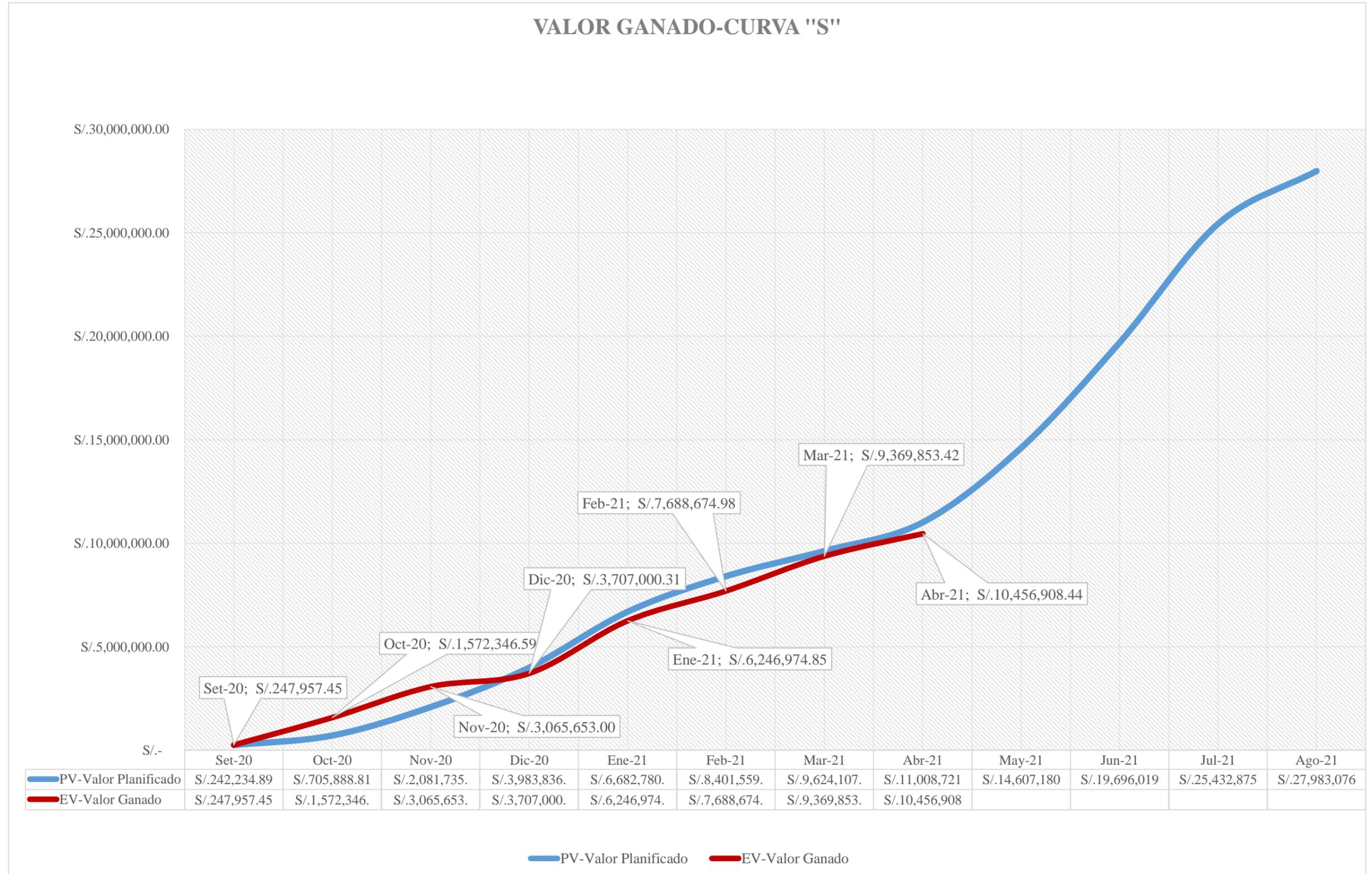
3.1. Control de gestión de plazo y productividad

3.1.1. Gestión de plazo de la obra vial

En la figura 5 que se presenta a continuación, podemos observar que el valor ganado acumulado (EV) hasta el mes de abril se ubicó por debajo del valor planificado acumulado (PV). Esta discrepancia señala un retraso en la ejecución del proyecto, lo que se tradujo en una variación del cronograma (SV) que equivale a un déficit de S/.551,445.49 en términos de avance físico con respecto al cronograma original presentado por el contratista.

Figura 4

Curva S y Valor Ganado durante los primeros 8 meses

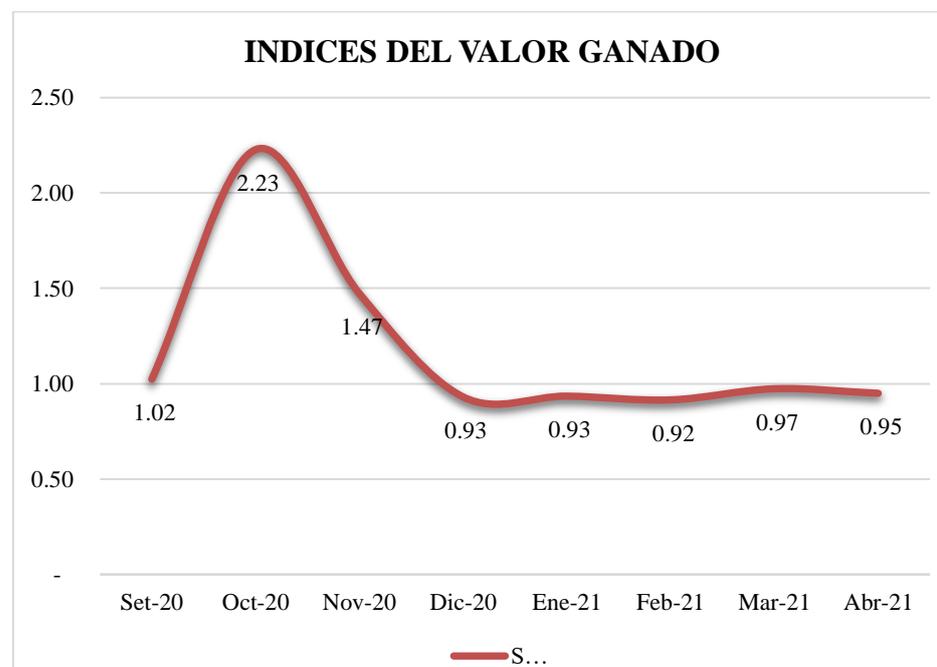


Esta situación resalta la importancia de la gestión del tiempo en el proyecto y la necesidad de implementar medidas correctivas para recuperar el retraso y alinear la ejecución con las metas planificadas. Además, el análisis detallado de esta variación en el cronograma puede proporcionar información valiosa para identificar las causas subyacentes del retraso y tomar decisiones informadas para evitar desviaciones similares en el futuro. La gestión efectiva del valor ganado es esencial para garantizar el éxito y la eficiencia en la ejecución de proyectos.

A continuación los valores de la figura 6 representan las variaciones sufridas a lo largo de la ejecución de la obra, diferenciándose el índice de desempeño del cronograma (SPI) del mes de octubre, puesto que representa al valor ganado acumulado en 2.23 veces al valor planificado acumulado, lo cual indicó que la obra esta adelantada con respecto al plazo contractual. Sin embargo, los meses de diciembre hasta abril indican valores menores a 1, lo que implica que la obra se mantuvo en retraso con respecto al plazo contractual.

Figura 5

Indicadores de gestión



Nota. Los resultados pertenecen al índice de desempeño del cronograma (SPI) durante los meses primeros 8 meses de ejecución.

3.1.2. Niveles de productividad

Los siguientes resultados representan desperdicios tales como: esperas, desplazamientos improductivos, trabajos rehechos etc., que con el tiempo ocasionan perdidas al contratista tal como se evidencian en las tablas y figuras siguientes por cada muestra obtenida

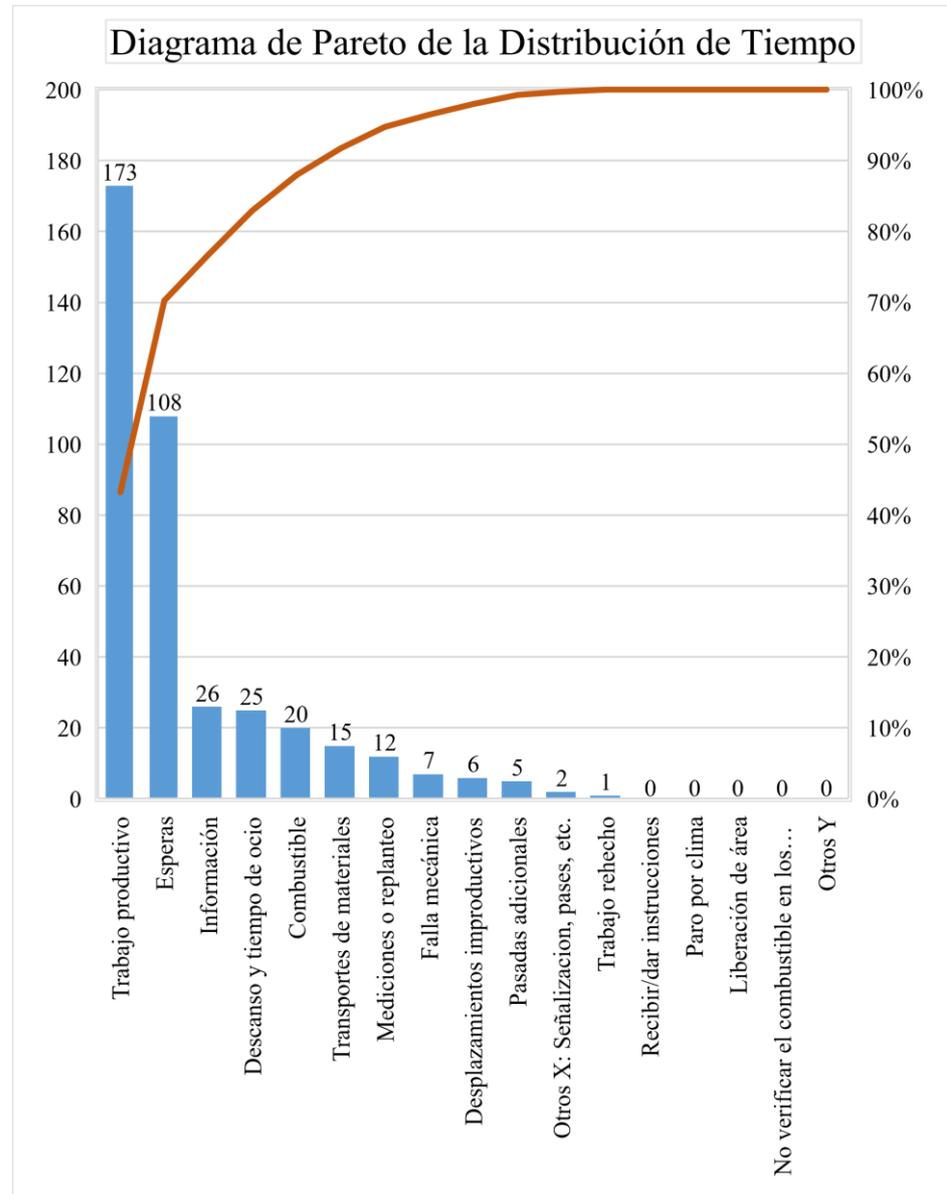
Tabla 7

Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de mejoramiento de subrasante y base granular

MUESTRA 01: Mejoramiento de subrasante y base granular			
	Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	173	43.25%
P	Trabajo productivo	173	43.25%
	TC	80	20.00%
M	Mediciones o replanteo	12	3.00%
T	Transportes de materiales	15	3.75%
I	Información	26	6.50%
R	Recibir/dar instrucciones	0	0.00%
ME	Movilización de Equipos	0	0.00%
C	Combustible	20	5.00%
PA	Pasadas adicionales	5	1.25%
X	Otros X: Señalización, pases, etc.	2	0.50%
	TNC	147	36.75%
F	Falla mecánica	7	1.75%
DI	Desplazamientos improductivos	6	1.50%
PC	Paro por clima	0	0.00%
E	Esperas	108	27.00%
LA	Liberación de área	0	0.00%
TR	Trabajo rehecho	1	0.25%
NC	No verificar el combustible en los equipos	0	0.00%
D	Descanso y tiempo de ocio	25	6.25%
Y	Otros Y	0	0.00%

Figura 6

Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida de mejoramiento de subrasante y base granular



De la tabla 7 se observa que las esperas representan el 27.00 % de los trabajos no contributivos lo cual es un trabajo que no agrega valor en la productividad para el desarrollo de la ejecución de actividades de mejoramiento de subrasante y base granular.

En la tabla 8 y en el diagrama de Pareto de la figura 7 *el descanso y tiempo de ocio representa el 13.75% de los trabajos no contributivos, ello por no tener un buen control diario en la mano de obra.*

Tabla 8

Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de cunetas de concreto tipo I

MUESTRA 02: Cunetas de concreto tipo I			
	Actividades	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	199	49.75%
P	Trabajo productivo	199	49.75%
	TC	85	21.25%
M	Mediciones o replanteo	1	0.25%
T	Transportes de materiales	35	8.75%
RC	Riego de cuneta	0	0.00%
AM	Acomodo de material	0	0.00%
I	Información	10	2.50%
L	Limpieza/orden	3	0.75%
R	Recibir/dar instrucciones	17	4.25%
LA	Llenado de agua cisterna	2	0.50%
ME	Movilización de Equipos	2	0.50%
C	Combustible	0	0.00%
PA	Pasadas adicionales	0	0.00%
MP	Movilización de personal	12	3.00%
X	Otros X: Señalización, pases, etc.	3	0.75%
	TNC	116	29.00%
F	Falla mecánica	1	0.25%
DI	Desplazamientos improductivos	30	7.50%
PC	Paro por clima	0	0.00%
E	Esperas	28	7.00%
EC	Expandido de concreto	0	0.00%
TR	Trabajo rehecho	2	0.50%

NC	No verificar el combustible en los equipos	0	0.00%
D	Descanso y tiempo de ocio	55	13.75%
Y	Otros Y	0	0.00%

Figura 7

Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida de cunetas de concreto tipo I

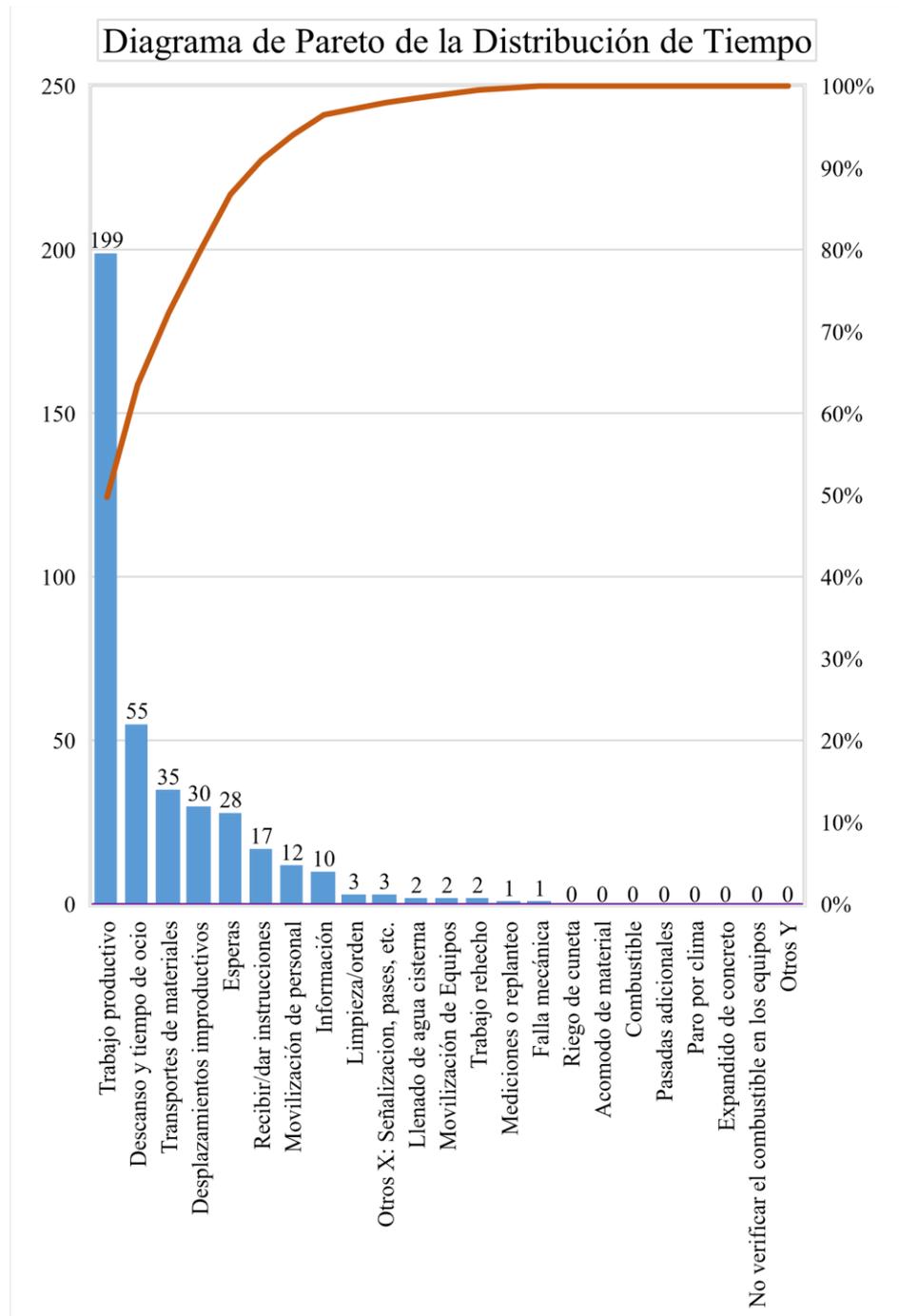


Tabla 9

Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de cunetas de concreto tipo I

MUESTRA 03: Cunetas de concreto tipo I			
	Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	138	34.50%
P	Trabajo productivo	138	34.50%
	TC	117	29.25%
M	Mediciones o replanteo	2	0.50%
T	Transportes de materiales	18	4.50%
RC	Riego de cuneta	3	0.75%
AM	Acomodo de material	1	0.25%
I	Información	12	3.00%
L	Limpieza/orden	22	5.50%
R	Recibir/dar instrucciones	11	2.75%
LA	Llenado de agua cisterna	9	2.25%
ME	Movilización de Equipos	4	1.00%
C	Combustible	0	0.00%
PA	Pasadas adicionales	0	0.00%
MP	Movilización de personal	31	7.75%
X	Otros X: Señalización, pases, etc.	4	1.00%
	TNC	145	36.25%
F	Falla mecánica	5	1.25%
DI	Desplazamientos improductivos	4	1.00%
PC	Paro por clima	0	0.00%
E	Esperas	58	14.50%
EC	Expandido de concreto	10	2.50%
TR	Trabajo rehecho	4	1.00%

NC	No verificar el combustible en los equipos	0	0.00%
D	Descanso y tiempo de ocio	62	15.50%
Y	Otros Y	2	0.50%

En la tabla 9 y en el diagrama de Pareto de la figura 8 *el descanso y tiempo de ocio, las esperas* son trabajos no contributivos con porcentajes altos con respecto a los otros tipos de trabajo, debido a que no se tiene un control con las cuadrillas.

Figura 8

Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida de cunetas de concreto tipo I

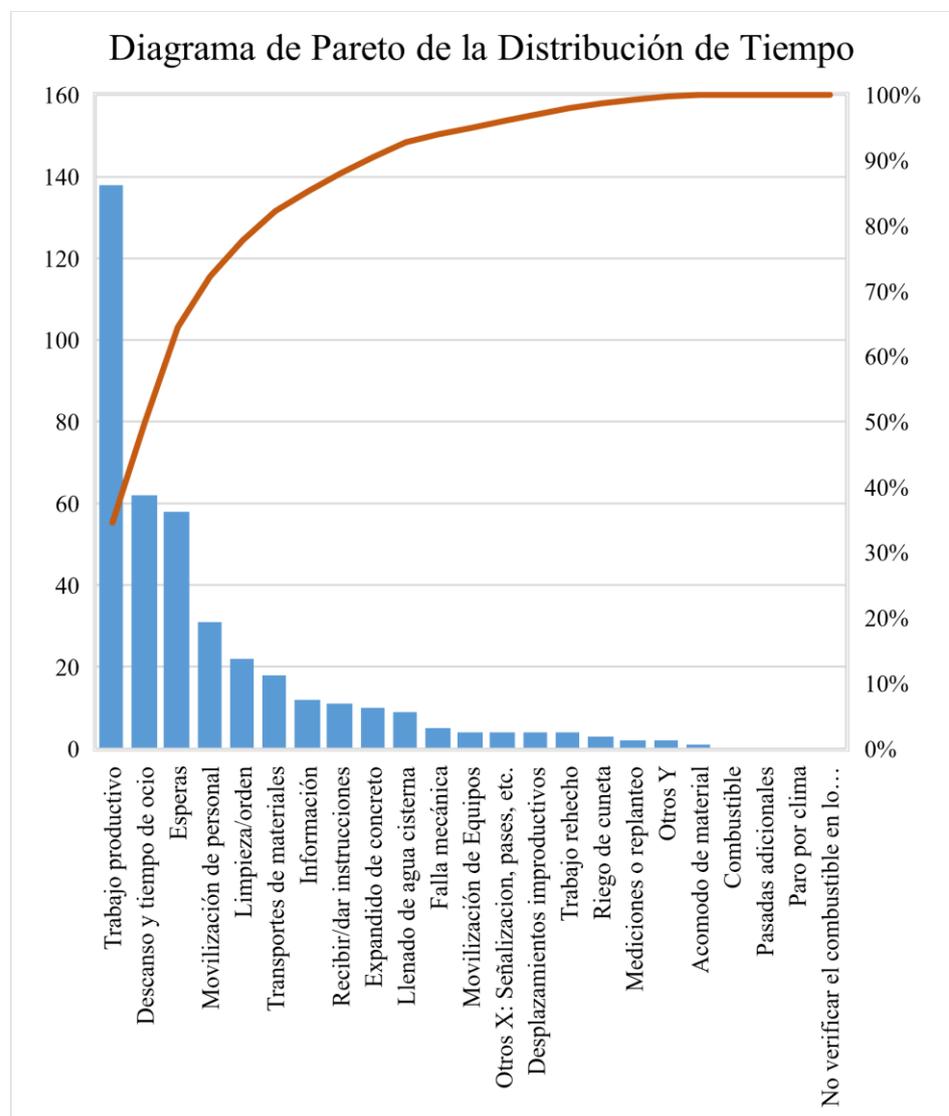


Tabla 10

Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de mejoramiento de subrasante

MUESTRA 04: Mejoramiento de subrasante			
	Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	191	47.75%
P	Trabajo productivo	191	47.75%
	TC	83	20.75%
M	Mediciones o replanteo	12	3.00%
T	Transportes de materiales	10	2.50%
I	Información	12	3.00%
ME	Movilización de Equipos	8	2.00%
MP	Movilización de personal	2	0.50%
R	Recibir/dar instrucciones	7	1.75%
C	Combustible	11	2.75%
PA	Pasadas adicionales	0	0.00%
X	Otros X: Señalización, pases, etc.	21	5.25%
	TNC	124	31.00%
F	Falla mecánica	0	0.00%
DI	Desplazamientos improductivos	19	4.75%
PC	Paro por clima	0	0.00%
E	Esperas	75	18.75%
LA	Liberación de área	0	0.00%
TR	Trabajo rehecho	0	0.00%
NC	No verificar el combustible en los equipos	0	0.00%
D	Descanso y tiempo de ocio	30	7.50%
Y	Otros Y	0	0.00%

En la tabla 10 y en el diagrama de Pareto de la figura 9 *las esperas* son trabajos que no agregan valor en la productividad, representa un 18.75 % un porcentaje alto para lo que refiere a trabajos con maquinaria, esto es debido a sobredimensionamiento de cuadrillas.

Figura 9

Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida de mejoramiento de subrasante.

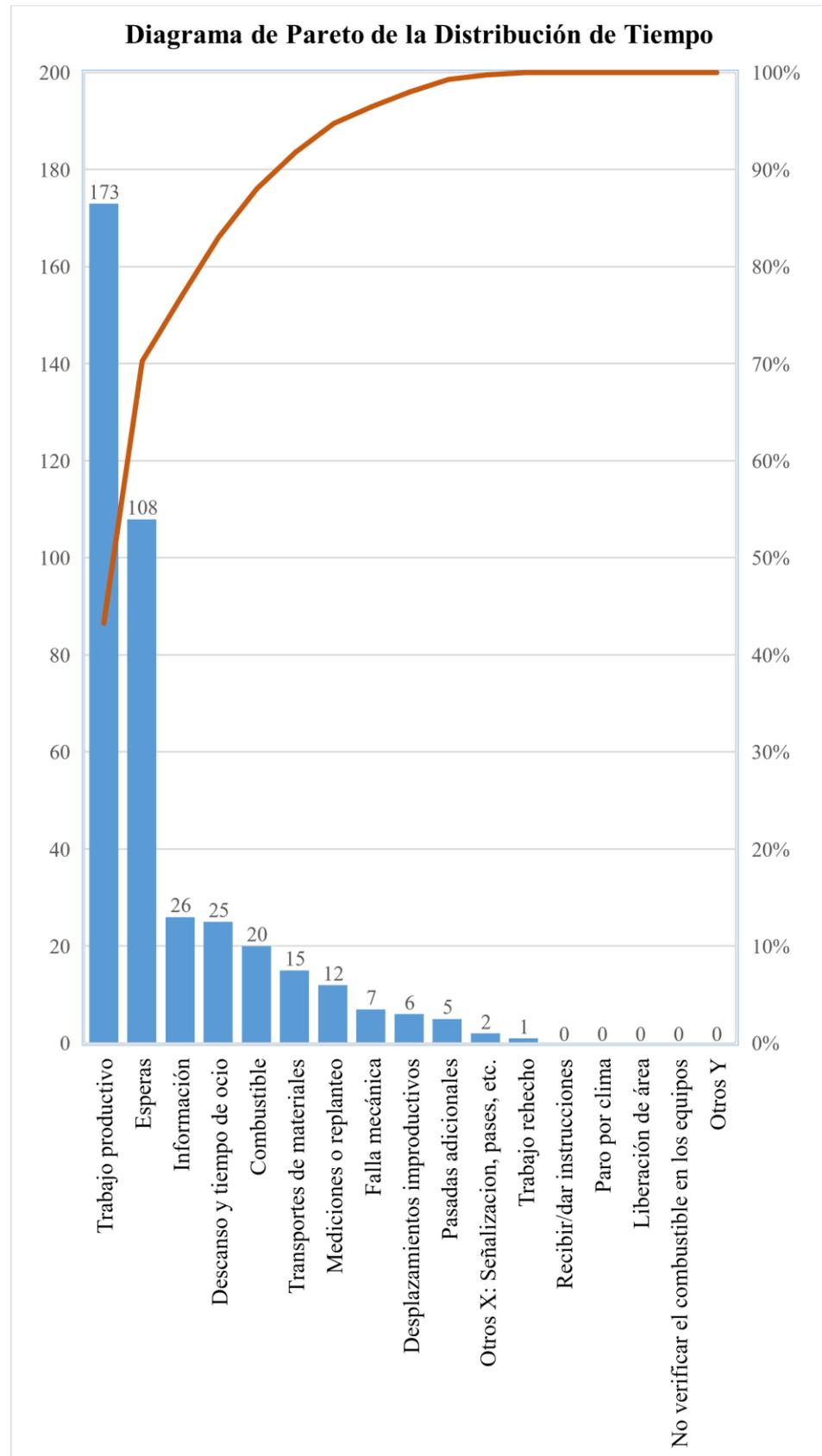


Tabla 11

Resumen de datos obtenidos en campo y porcentajes en la partida de imprimación

MUESTRA 05: Imprimación			
	Actividad	Cantidad cuadrilla	Promedio cuadrilla
	TP	164	41.00%
P	Trabajo productivo	164	41.00%
	TC	177	44.25%
PCC	Pruebas y control de calidad	7	1.75%
T	Transportes	19	4.75%
BM	Barrido manual	17	4.25%
TL	Trazado lineal	0	0.00%
I	Información	10	2.50%
L	Limpieza/orden	20	5.00%
R	Recibir/dar instrucciones	8	2.00%
CT	Control de Trafico	33	8.25%
ME	Movilización de Equipos	1	0.25%
M	Mediciones	17	4.25%
PA	Pasadas adicionales	0	0.00%
MP	Movilización de personal	19	4.75%
X	Otros X: Señalización, pases, etc.	26	6.50%
	TNC	59	14.75%
F	Falla mecánica	0	0.00%
DI	Desplazamientos improductivos	0	0.00%
PC	Paro por clima	0	0.00%
E	Esperas	39	9.75%

EC	Expandido de concreto	0	0.00%
TR	Trabajo rehecho	0	0.00%
NC	No verificar el combustible en los equipos	0	0.00%
D	Descanso y tiempo de ocio	16	4.00%
Y	Otros Y	4	1.00%

En la tabla 11 y en el diagrama de Pareto de la figura 10 *las esperas* son trabajos que no agregan valor en la productividad, representa 18.75 % un porcentaje alto para lo que refiere a trabajos con personal y maquinaria.

Figura 10

Diagrama de Pareto de la distribución de tiempo en partida imprimación tipo I.

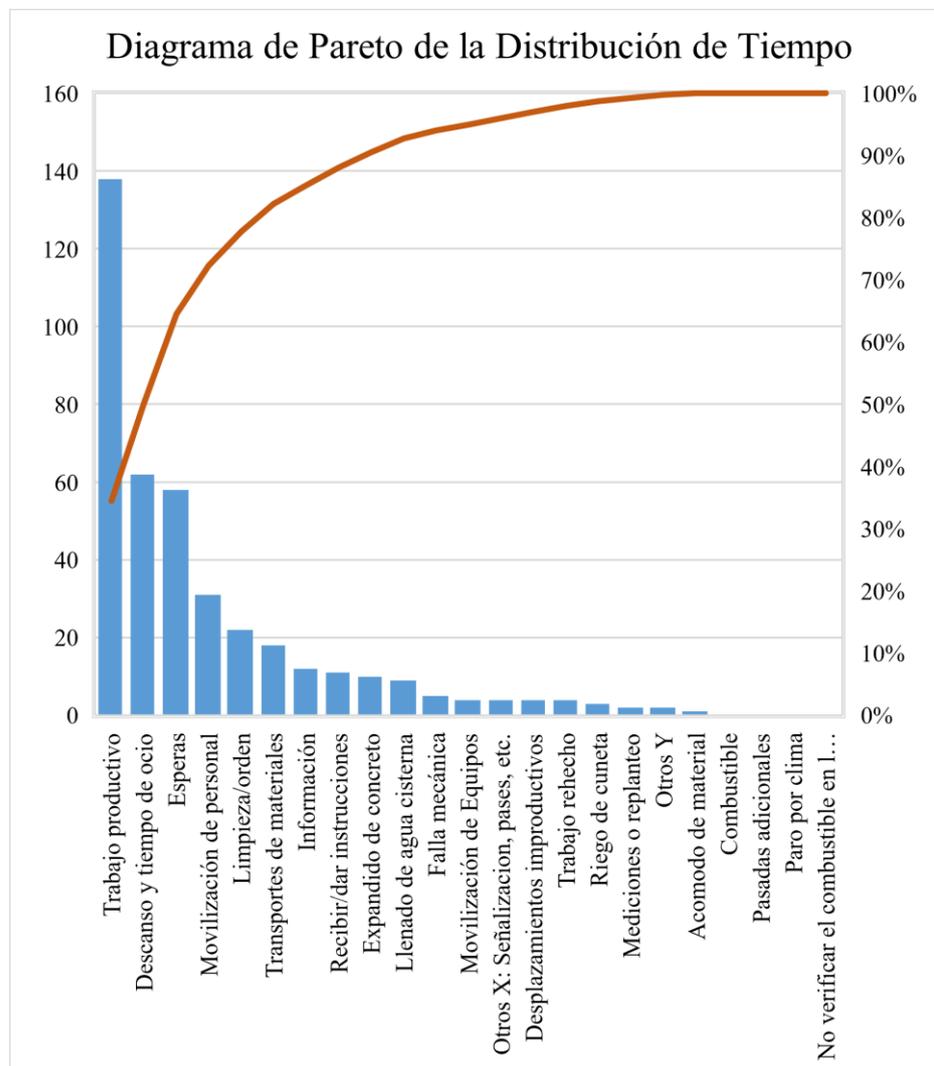
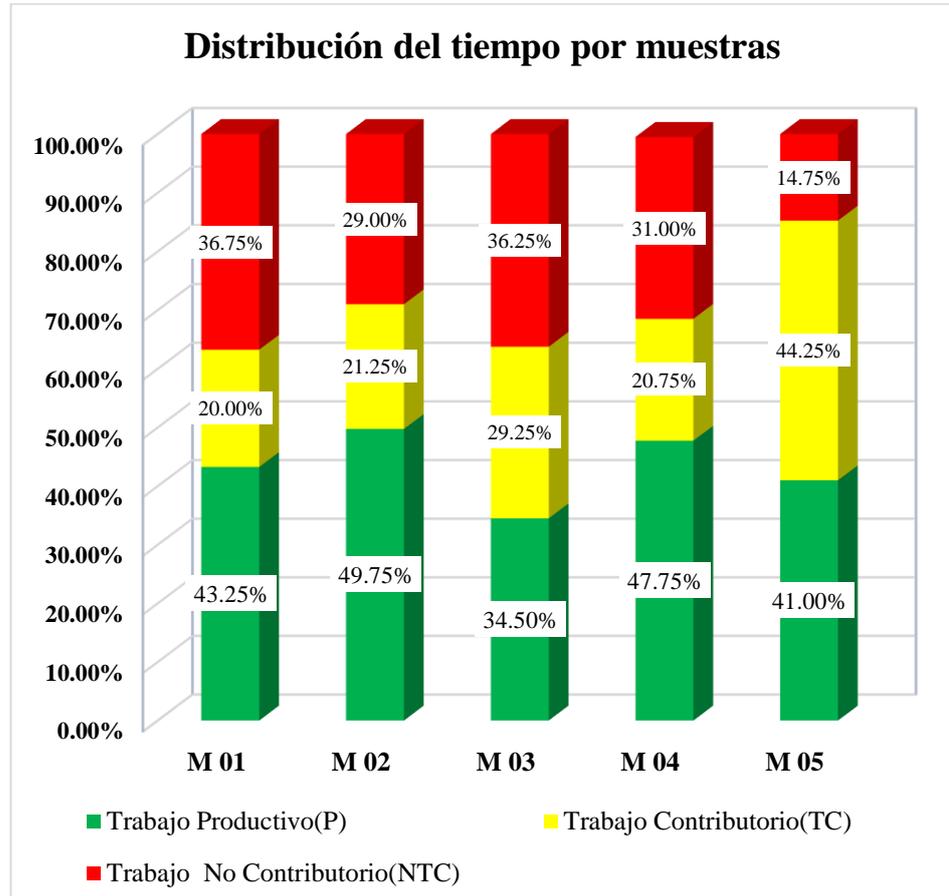


Figura 11

Distribución del tiempo por muestras



Nota. La figura representa los porcentajes de productividad de cada partida evaluada en campo.

El resultado general del nivel de productividad de la obra por muestra se presenta en la Figura 11. Se destaca el hecho de que los trabajos productivos (TP) constituyen un 43.29% del total, lo cual es un porcentaje significativamente más elevado en comparación con los datos proporcionados por los autores mencionados en su estudio previo. Este hallazgo se considera positivo y sugiere un mejor rendimiento en términos de productividad.

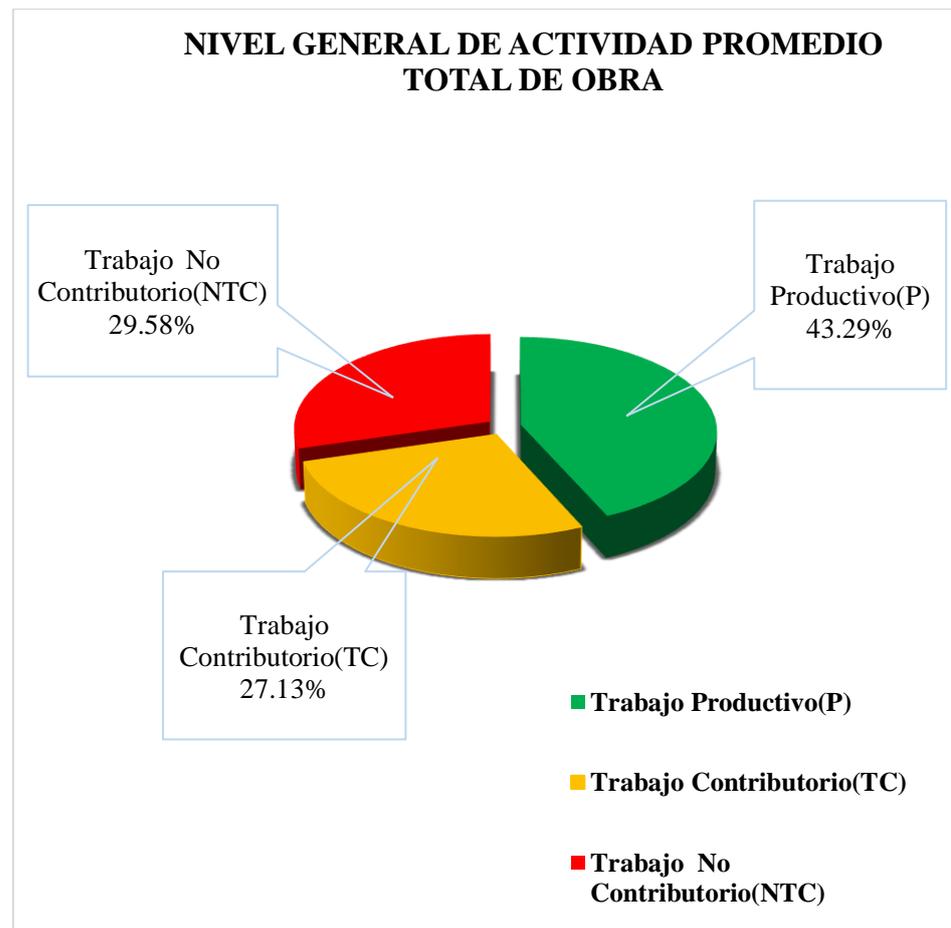
Por otro lado, los resultados relativos a los trabajos no contributivos (TNC) representan el 29.58% del total, lo que indica que durante 2.4 horas al día, las cuadrillas de trabajo se dedicaron a tareas que no aportan valor al proyecto. Sin embargo, es importante señalar que este porcentaje es considerablemente superior al de los trabajos contributivos (TC),

superándolos en un 2.45%. Esto último no se alinea con la idealidad, ya que los trabajos contributorios (TC) deberían mostrar valores superiores a los trabajos no contributorios (TNC).

A continuación, en la figura 12 se presentan los resultados del NGA total de la obra.

Figura 12

Nivel general de productividad total de la obra



Nota. La figura muestra el resultado del nivel de productividad de cada muestra obtenida en campo.

Tras la aplicación del enfoque de Lean Construction (LC) en la medición de la productividad en el presente estudio, se observaron resultados que señalan niveles significativos de desperdicio y flujos de trabajo ineficientes. Las partidas analizadas abarcaron el mejoramiento de subrasante, base y subbase granular, la construcción de cunetas triangulares tipo I y la partida de imprimación.

Se determinó que un 29.58% de las actividades realizadas se clasificaron como trabajos no contributivos, mientras que un 27.13% fueron considerados trabajos contributivos, y un 43.29% correspondieron a trabajos productivos. Estos porcentajes representan el Nivel General de Actividad (NGA) promedio de la obra en su totalidad. Es destacable que el porcentaje de trabajos no contributivos es considerablemente alto, lo cual se atribuye a la falta de implementación de las herramientas de LC en los procesos de planificación y control de la ejecución de la obra. Es importante resaltar que la adopción de Lean Construction generaría valor y un mejor performance de la obra.

3.2. Oportunidades de mejoras de los flujos de trabajo

Las acciones de mejora corresponden a actividades de TC y TNC con porcentajes más altos con respecto a las demás actividades. Se observó que estos desperdicios son por la mala planificación, programación y control diario en la ejecución (mano de obra, maquinaria y la habilitación de materiales).

En todas las actividades que se identificaron las esperas se hacen más notorias, sobre todo en trabajos con maquinaria pesada y se ven reflejadas en partidas de mejoramiento de subrasante y base granular con 27% y 28.73%, los cuales son altos los índices que representan en comparación con las actividades identificadas.

La tabla 12 muestra todas las acciones de mejora propuestas a cada actividad que generan desperdicios, estas oportunidades de mejora encontradas en el proyecto corresponden al adecuado dimensionamiento de cuadrillas, control de rendimientos, control de producción, las capacitaciones a la mano de obra al inicio y término de jornada, y las asignaciones de responsables para cada tipo de acción de mejora.

Tabla 12*Oportunidades de mejora para obtener flujos continuos de trabajo*

PARTIDAS	ACTIVIDAD	TIPO DE ACTIVIDAD	NÚMERO DE MUESTRA	%	ACCIONES DE MEJORA
SUBRASANTE Y BASE	Información	Trabajo contributorio	M1	6.50	Toda información (planos, especificaciones técnicas, charlas, etc.) el residente deberá dar un día antes o al iniciar la jornada a los ingenieros, maestros de obra, operarios y al personal a cargo de las actividades.
	Esperas	Trabajo no contributorio	M1	27.00	El jefe de producción debe de dimensionar adecuadamente las cuadrillas para obtener un flujo continuo de trabajo, además de la capacitación de los operadores.
CUNETAS TRIANGULAR TIPO I	Transportes de materiales	Trabajo contributorio	M2	8.75	El responsable de producción debe seleccionar adecuadamente la cuadrilla de maquinarias para el transporte de materiales y analizar si es lo óptimo
	Esperas	Trabajo no contributorio	M2	7.00	El jefe de producción debe de dimensionar adecuadamente las cuadrillas para obtener un flujo continuo de trabajo en cunetas.
	Descanso y tiempo de ocio	Trabajo no contributorio	M2	13.75	El responsable del frente de trabajo en coordinación con los jefes de grupo debe de hacer una correcta asignación de trabajos específicos al personal
CUNETAS TRIANGULAR TIPO I	Movilización de personal	Trabajo contributorio	M3	7.75	El responsable del frente debe de gestionar la movilización del personal para disminuir el tiempo de traslado y aumentar los trabajos productivos.
	Esperas	Trabajo no contributorio	M3	14.50	El jefe de producción debe de dimensionar adecuadamente las cuadrillas para obtener un flujo continuo de trabajo en cunetas.
	Descanso y tiempo de ocio	Trabajo no contributorio	M3	15.50	El responsable del frente de trabajo en coordinación con los jefes de grupo debe de hacer una correcta asignación de trabajos específicos al personal

MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE	Información	Trabajo contributorio	M4	3.00	Toda información (planos, especificaciones técnicas, charlas, etc.) el residente se deberá dar un día antes o al iniciar la jornada a los maestros de obra, operarios y al personal a cargo de las actividades.
	Otros X: Señalización, pases, etc.	Trabajo contributorio	M4	5.25	El responsable de seguridad y salud en el trabajo debe de implementar y gestionar materiales como personal, para aquellas actividades que lo necesitan.
	Esperas	Trabajo no contributorio	M4	18.75	El jefe de producción debe de dimensionar adecuadamente las cuadrillas para obtener un flujo continuo de trabajo en cunetas.
	Descanso y tiempo de ocio	Trabajo no contributorio	M4	7.50	El responsable del frente de trabajo en coordinación con los jefes de grupo debe de hacer una correcta asignación de trabajos específicos al personal
IMPRIMACION	Control de Trafico	Trabajo contributorio	M5	8.25	El responsable de seguridad y salud en el trabajo debe de implementar y gestionar materiales como personal, para aquellas actividades que lo necesitan y optimizar el tiempo, como también el personal requerido.
	Mediciones	Trabajo contributorio	M5	4.25	El responsable del frente debe de planificar que mediciones se debería tomar y el replanteo antes de iniciar la actividad.
	Otros X: Señalización, pases, etc.	Trabajo contributorio	M5	6.50	El responsable de seguridad y salud en el trabajo debe de implementar y gestionar materiales como personal, para aquellas actividades que lo necesitan.
	Esperas	Trabajo no contributorio	M5	9.75	El jefe de producción debe de dimensionar adecuadamente las cuadrillas para obtener un flujo continuo de trabajo.

Nota. La figura representa los porcentajes y las acciones de mejora para cada tipo de actividad de diferentes partidas evaluadas en campo.

3.3. Modelo de control y seguimiento de ejecución de obra con la filosofía LC y Last Planner System (LPS)

Con los datos e información recopilada se realizó el master plan de la obra. Inicialmente el criterio usado implicó sectorizar por partidas, ya que al ser una obra lineal no aplica considerar un mismo sector para el desarrollo de cada partida al igual que una obra de edificación. Para el circuito fiel, es decir la conformación de cuadrillas para cada partida nos guiamos del ACU del expediente técnico de la obra. Los sectores se distribuyeron con metrados similares como se muestra en las tablas siguientes y planos.

Tabla 13

Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta triangular tipo I, sectores uno y dos

ITEM	ACTIVIDADES	UND	METRAD O TOTAL (SALDO)	SECTORES							
				SECTOR 01				SECTOR 02			
				S1T1	S1T2	S1T3	S1T4	S2T5	S2T6	S2T7	S2T8
1	OBRAS DE ARTE										
1.01	CUNETA TRIANGULAR REVESTIDA TIPO I (Subpartidas)	M	8508.4	600.0	600.0	600.0	600.0	599.0	600.0	597.4	600.0
1.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA	M3	3,539.49	249.60	249.60	249.60	249.60	249.18	249.60	248.52	249.60
1.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M2	16,676.46	1,176.00	1,176.00	1,176.00	1,176.00	1,174.04	1,176.00	1,170.90	1,176.00
1.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	333.53	23.52	23.52	23.52	23.52	23.48	23.52	23.42	23.52
1.01.04	CONCRETO CLASE E(F'C=175KG/CM2)	M3	1,667.65	117.60	117.60	117.60	117.60	117.40	117.60	117.09	117.60
1.01.05	JUNTA PARA CUNETAS	M	1,701.68	120.00	120.00	120.00	120.00	119.80	120.00	119.48	120.00

Nota. La tabla muestra los metrados calculados por cada sector, estos metrados resultaron del cálculo de acuerdo a los rendimientos por jornales; es decir en cada sector o tramos, los metrados se logran terminar en lo posible un día.

Tabla 14

Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta triangular tipo I, sectores tres y cuatro

ITEM	ACTIVIDADES	UND	METRADO		SECTORES					
			TOTAL (SALDO)	SECTOR 03				SECTOR 04		
				S3T9	S3T10	S3T11	S3T12	S4T13	S4T14	S4T15
1	OBRAS DE ARTE									
	CUNETA TRIANGULAR									
1.01	REVESTIDA TIPO I	M	8508.4	602.0	600.0	601.0	602.0	600.0	602.0	105.0
	(Subpartidas)									
1.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA PERFILADO Y	M3	3,539.49	250.43	249.60	250.02	250.43	249.60	250.43	43.68
1.01.02	COMPACTADO DE CUNETAS	M2	16,676.46	1,179.92	1,176.00	1,177.96	1,179.92	1,176.00	1,179.92	205.80
1.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	333.53	23.60	23.52	23.56	23.60	23.52	23.60	4.12
1.01.04	CONCRETO CLASE E(F'C=175KG/CM2)	M3	1,667.65	117.99	117.60	117.80	117.99	117.60	117.99	20.58
1.01.05	JUNTA PARA CUNETAS	M	1,701.68	120.40	120.00	120.20	120.40	120.00	120.40	21.00

A continuación, se muestran las sectorizaciones y los metrados de las partidas cuneta urbana tipo II y IV.

Tabla 15

Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta urbana tipo II, sectores uno, dos y tres

ITEM	ACTIVIDADES	UND	METRADO TOTAL (SALDO)	SECTORES											
				SECTOR 01				SECTOR 02				SECTOR 03			
				S1T1	S1T2	S1T3	S1T4	S2T5	S2T6	S2T7	S2T8	S3T9	S3T10	S3T11	S3T12
1	OBRAS DE ARTE														
1.02	Cuneta urbana tipo II	M	3,011.50												
1.02.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	2,168.28	100.80	100.80	100.80	100.80	100.80	100.80	104.40	104.40	107.28	100.80	100.80	104.40
1.02.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	90.35	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.20	4.35	4.35	4.47	4.20	4.20	4.35
1.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Muro	KG	36,529.50	1,698.20	1,698.20	1,698.20	1,698.20	1,698.20	1,698.20	1,758.85	1,758.85	1,807.37	1,698.20	1,698.20	1,758.85
1.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	2,710.35	126.00	126.00	126.00	126.00	126.00	126.00	130.50	130.50	134.10	126.00	126.00	130.50
1.02.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)	M3	481.84	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	22.40	23.20	23.20	23.84	22.40	22.40	23.20
1.02.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	1,325.06	61.60	61.60	61.60	61.60	61.60	61.60	63.80	63.80	65.56	61.60	61.60	63.80
1.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Tapa	KG	51,888.15	2,412.20	2,412.20	2,412.20	2,412.20	2,412.20	2,412.20	2,498.35	2,498.35	2,567.27	2,412.20	2,412.20	2,498.35
1.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa	M3	2,379.09	110.60	110.60	110.60	10.60	110.60	110.60	114.55	114.55	117.71	110.60	110.60	114.55
1.02.09	CONCRETO CLASE C(F'C=280KG/CM2)	M3	150.58	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.00	7.25	7.25	7.45	7.00	7.00	7.25
1.02.10	JUNTA PARA CUNETAS URBANA	M	726.00	34.10	34.10	34.10	4.10	34.10	34.10	34.80	34.80	35.76	33.72	33.72	34.80

Nota. La tabla muestra los metrados calculados por cada sector, cada partida dividida está en función de la secuencia del proceso constructivo de una cuneta urbana.

Tabla 16

Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta triangular tipo II, sectores cuatro, cinco y seis

ITEM	ACTIVIDADES	UND	METRADO TOTAL (SALDO)	SECTORES								
				SECTOR 04				SECTOR 05				SECTOR 06
				S4T13	S4T14	S4T15	S4T16	S5T17	S5T18	S5T19	S5T20	S5T21
1	OBRAS DE ARTE											
1.02	Cuneta urbana tipo II	M	3,011.50									
1.02.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	2,168.28	104.40	104.40	104.40	105.12	102.60	104.40	104.40	104.40	107.28
1.02.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	90.35	4.35	4.35	4.35	4.38	4.28	4.35	4.35	4.35	4.47
1.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Muro	KG	36,529.50	1,758.85	1,758.85	1,758.85	1,770.98	1,728.53	1,758.85	1,758.85	1,758.85	1,807.37
1.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	2,710.35	130.50	130.50	130.50	131.40	128.25	130.50	130.50	130.50	134.10
1.02.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)	M3	481.84	23.20	23.20	23.20	23.36	22.80	23.20	23.20	23.20	23.84
1.02.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	1,325.06	63.80	63.80	63.80	64.24	62.70	63.80	63.80	63.80	65.56
1.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Tapa	KG	51,888.15	2,498.35	2,498.35	2,498.35	2,515.58	2,455.28	2,498.35	2,498.35	2,498.35	2,567.27
1.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa	M3	2,379.09	114.55	114.55	114.55	115.34	112.58	114.55	114.55	114.55	117.71
1.02.09	CONCRETO CLASE C(F'C=280KG/CM2)	M3	150.58	7.25	7.25	7.25	7.30	7.13	7.25	7.25	7.25	7.45
1.02.10	JUNTA PARA CUNETAS URBANA JUNTA DE DILATACION	M	726.00	34.80	34.80	34.80	35.04	34.20	34.80	34.80	34.80	35.76

Tabla 17

Metrados por sectores perteneciente a la partida de cuneta urbana tipo IV, sectores uno y dos

ITEM	ACTIVIDADES	UND	METRADO TOTAL (SALDO)	SECTORES									
				SECTOR 01					SECTOR 02				
				S1T1	S1T2	S1T3	S1T4	S1T5	S2T6	S2T7	S2T8	S2T9	S2T10
1	OBRAS DE ARTE												
1.03	Cuneta tipo IV												
1.03.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	1,455.20	81.60	81.60	81.60	81.60	88.40	81.60	81.60	81.60	68.00	81.60
1.03.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	42.80	2.40	2.40	2.40	2.40	2.60	2.40	2.40	2.40	2.00	2.40
1.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa - Muro	KG	31,696.97	1,777.40	1,777.40	1,777.40	1,777.40	1,925.52	1,777.40	1,777.40	1,777.40	1,481.17	1,777.40
1.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Losa	M2	1,391.00	78.00	78.00	78.00	78.00	84.50	78.00	78.00	78.00	65.00	78.00

1.03.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Losa	M3	128.39	7.20	7.20	7.20	7.20	7.80	7.20	7.20	7.20	6.00	7.20
1.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- Muro	M2	1,219.80	68.40	68.40	68.40	68.40	74.10	68.40	68.40	68.40	57.00	68.40
1.03.07	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Muro	M3	165.48	9.28	9.28	9.28	9.28	10.05	9.28	9.28	9.28	7.73	9.28
1.03.08	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	642.00	36.00	36.00	36.00	36.00	39.00	36.00	36.00	36.00	30.00	36.00
1.03.09	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa Tapa - Tapa Prefabricada	KG	11,684.40	655.20	655.20	655.20	655.20	709.80	655.20	655.20	655.20	546.00	655.20
1.03.10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO- Tapa-Tapa Prefabricada	M2	556.40	31.20	31.20	31.20	31.20	33.80	31.20	31.20	31.20	26.00	31.20
1.03.11	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Tapa-Tapa Prefabricada	M3	117.50	6.59	6.59	6.59	6.59	7.14	6.59	6.59	6.59	5.49	6.59
1.03.12	JUNTA PARA CUNETAS	M	144.00	8.04	8.04	8.04	8.04	8.64	8.04	8.04	8.04	7.08	8.04
1.03.13	JUNTA DE DILATACION	M	1,070.00	60.00	60.00	60.00	60.00	65.00	60.00	60.00	60.00	50.00	60.00

Tabla 18

Metrados por sectores perteneciente a la partida de pavimento flexible, sectores uno, dos y tres

ITEM	ACTIVIDADES	UND	METRAD O TOTAL (SALDO)	SECTORES												
				SECTOR 01				SECTOR 02				SECTOR 03				
				S1T1	S1T2	S1T3	S1T4	S2T5	S2T6	S2T7	S2T8	S3T9	S3T10	S3T11	S3T12	
2.00	PAVIMENTOS FLEXIBLES															
2.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	99,842.95	4,094.17	5,111.81	5,070.07	5,017.07	4,094.17	5,111.81	5,070.07	5,017.07	5,215.33	5,427.82	4,837.37	4,907.42	
2.02	ASFALTO LIQUIDO TIPO MC-30	LTS	119,811.54	4,913.01	6,134.18	6,084.08	6,020.48	4,913.01	6,134.18	6,084.08	6,020.48	6,258.39	6,513.38	5,804.84	5,888.90	
2.03	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE(MAC)	M3	5,107.19	280.68	253.34	251.25	248.60	280.68	253.34	251.25	248.60	258.52	272.14	239.62	243.12	
2.04	CEMENTO ASFALTICO PEN 85 -100	KG	700,059.33	38,473.32	34,726.21	34,440.08	34,076.84	38,473.32	34,726.21	34,440.08	34,076.84	35,435.64	37,302.48	32,845.24	33,325.36	

2.05	FILLER	KG	222,162.98	12,209.46	11,020.32	10,929.52	10,814.24	12,209.46	11,020.32	10,929.52	10,814.24	11,245.46	11,837.90	10,423.40	10,575.76
2.06	MEJORADORES DE ADHERENCIA	KG	3,523.96	193.67	174.81	173.36	171.54	193.67	174.81	173.36	171.54	178.38	187.77	165.34	167.75

Nota. La tabla muestra los metrados calculados por cada sector, cada partida dividida está en función de la secuencia del proceso constructivo de una carpeta asfáltica.

Tabla 19

Metrados por sectores perteneciente a la partida de pavimento flexible, sectores cuatro y cinco

ITEM	ACTIVIDADES	UND	METRADO TOTAL (SALDO)	SECTORES											
				SECTOR 04				SECTOR 05							
				S4T13	S4T14	S4T15	S4T16	S5T17	S5T18	S5T19	S5T20				
2.00	PAVIMENTOS FLEXIBLES														
2.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	99,842.95	5,215.33	5,427.82	4,837.37	4,907.42	4,664.98	5,575.45	4,664.98	5,575.45				
2.02	ASFALTO LIQUIDO TIPO MC-30	LTS	119,811.54	6,258.39	6,513.38	5,804.84	5,888.90	5,597.98	6,690.54	5,597.98	6,690.54				
2.03	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE(MAC)	M3	5,107.19	258.52	272.14	239.62	243.12	231.00	275.33	231.00	275.33				
2.04	CEMENTO ASFALTICO PEN 85 -100	KG	700,059.33	35,435.64	37,302.48	32,845.24	33,325.36	31,663.77	37,740.72	31,663.77	37,740.72				
2.05	FILLER	KG	222,162.98	11,245.46	11,837.90	10,423.40	10,575.76	10,048.46	11,976.97	10,048.46	11,976.97				
2.06	MEJORADORES DE ADHERENCIA	KG	3,523.96	178.38	187.77	165.34	167.75	159.39	189.98	159.39	189.98				

3.3.1. Master Plan

A continuación, en la figura 13, se muestran los resultados del master plan a partir de las sectorizaciones anteriores, los plazos contractuales y los plazos de termino programados de cada actividad con LC. Además, se aprecia los trenes de actividades que se desarrollan a lo largo de la ejecución.

Teniendo en cuenta que las partidas trabajadas forman parte de la ruta crítica del cronograma, según el master plan realizado y con los trenes de trabajo se logró reducir el plazo de termino vigente en 24 días, tal como se evidencia en el master plan.

3.3.2. Análisis de restricciones

Es evidente que, si no se levanta las restricciones hace que el flujo de trabajo continuo pare y por lo cual estas deben ser levantadas en su momento por un responsable, en la siguiente tabla se muestra los tipos de restricciones que se usaron en la investigación.

Tabla 20

Tipos de restricciones.

TIPOS DE RESTRICCIONES		
CRITERIO	ABREVIATURAS	DESCRIPCIÓN
Proceso Constructivo	PRC	Definición de secuencia, identificar dependencias, asignar responsable del proceso, otros.
Información	INF	Evaluar si se cuenta con la información necesaria (planos, especificaciones, normas, técnicas, procedimientos constructivos, etc.), compatibilizada y válida para construcción.
Mano de obra	MO	Diseño de Cuadrillas, personal requerido oportunamente, etc.
Materiales	MAT	Evaluar si se cuenta con los materiales y consumibles necesarios, aprobados por el cliente, para su uso, etc.)
Equipos y Herramientas	EyH	Evaluar si se con los equipos y herramientas necesarias (propias y/o alquiladas)
Subcontratos	SBC	Requerimientos oportunos; debe ingresar con la documentación adecuada y con contrato firmado.
Seguridad	SEG	Verificar las condiciones, materiales y equipamientos necesarios.

Calidad	CAL	Incluir en el proceso los puntos de inspección necesarios. Documentación necesaria; materiales adecuados, etc.
Contractual, Administrativo, Tributario	CAT	Documentación, cartas fianzas, contratos, etc., en orden. Verificar que se cuenta con todos los permisos, licencias, etc.
Entorno	ENT	Verificar que se cuenta con las condiciones físicas/espaciales para realizar la actividad.
Cliente/Supervisión	C/S	Verificar si existen aprobaciones o permisos que deben ser otorgados por el cliente y/o la supervisión

Nota. La figura muestra los diferentes tipos de restricciones identificados para planificar el Look Ahead Planning. Adaptado de Lean Construction y su Correcta Aplicabilidad, Castro D, 2021.

La aplicación del Look Ahead Planning (LAP) en la ejecución de la partida de construcción de cunetas triangulares tipo I durante las tres semanas iniciales, en consonancia con el plan maestro, ha revelado una serie de restricciones fundamentales. Estas restricciones abarcan aspectos críticos que comprenden la adquisición de equipos necesarios para el vaciado de concreto, la maquinaria requerida para excavaciones, los dispositivos indispensables para compactación, la obtención de materiales granulares de calidad, el suministro de cemento Portland tipo I y la precisa asignación de mano de obra por sector. Asimismo, es imperativo considerar la disponibilidad de información detallada, como planos para replanteo, la realización de charlas de seguridad antes del inicio de las actividades, la gestión de permisos necesarios para el vaciado de concreto, la aprobación de materiales por parte de la supervisión y la realización de pruebas de resistencia, sin las cuales la ejecución de las actividades previas y durante la construcción de las cunetas se vería obstaculizada.

El análisis de estas restricciones se presenta en una figura 15, donde se detalla la tipología de las restricciones, se identifica a los responsables de su resolución, se establecen fechas límite para su levantamiento, se cuantifica la cantidad de restricciones por semana

y se proporciona un análisis porcentual para comprender su relevancia en el proceso de construcción. Esta tesis, basada en el Look Ahead Planning y el análisis de restricciones, proporciona una visión integral de cómo abordar y superar los desafíos críticos que influyen en el desarrollo exitoso de proyectos de cunetas triangulares tipo I.

Figura 15

Análisis de restricciones

OBRA:		ANÁLISIS DE RESTRICCIONES (AR)					# SEM	Semana 34							Semana 35							Semana 36							
FECHA:							# DIA	#	D 230	D 231	D 232	D 233	D 234	D 235	#	D 237	D 238	D 239	D 240	D 241	D 242	#	D 244	D 245	D 246	D 247	D 248	D 249	#
							MES	#	May	May	May	May	May	#	May	May	May	May	May	May	#	May	May	May	May	May	May	#	
							FECHA	#	03	04	05	06	07	08	#	10	11	12	13	14	15	#	17	18	19	20	21	22	#
							DIA	#	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	#	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	#	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	#
N° TOTAL DE RESTRICCIONES							31.00							46.00							46.00								
% TOTAL DE RESTRICCIONES							25.20%							37.40%							37.40%								
FRENTE	DESCRIPCIÓN	TIPO	RESPONSABLE	FECHA IDENTIF.	FECHA MAX. LEV.	ESTATUS	Semana 34							Semana 35							Semana 36							COMENTARIOS	
FRENTE 1	ING. Anthony Renzo Poemape Bautista																												
	CUNETA TRIANGULAR TIPO I																												
	Adquisición de equipo y maquinaria	EyH	Administración	19/04/2021	1/05/2021	EN PROCESO		X						X								X							
	Adquisición de cemento portland tipo I	MAT	Administración	19/04/2021	1/05/2021	EN PROCESO					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Cantidad de MO por sector / Cantidad de Encofrado por sector / Llegada de material / Sincronizar metrado diario	MO	RR.HH	19/04/2021	1/05/2021	CRITICA		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Adquisición de materiales granulares para concreto	MAT	Administración	19/04/2021	1/05/2021	LEVANATADA					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Áreas de acopio de material y preparación de mezcla de concreto	CAL	Calidad / Producción	19/04/2021	1/05/2021	EN PROCESO					X			X							X								
	Planos por sector	INF	Responsable Lean	19/04/2021	3/05/2021	LEVANATADA		X						X							X								
	Replanteo de cunetas	PRC	Producción / Seguridad	19/04/2021	3/05/2021	POR INICIAR		X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Permisos para excavación	C/S	Calidad / Producción	19/04/2021	3/05/2021	CRITICA		X						X							X								
	Charla a personal de vaciado / Cronograma de vaciado	SEG	Seguridad	19/04/2021	3/05/2021	POR INICIAR					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Permisos para vaciado de concreto	C/S	Calidad / Producción	19/04/2021	5/05/2021	POR INICIAR					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Prueba de resistencia de concreto	CAL	Calidad	19/04/2021	5/05/2021	POR INICIAR					X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	
	Curado y resane de cunetas	PRC	Calidad	19/04/2021	22/05/2021	POR INICIAR																			X	X	X		

Nota. Las restricciones de no levantarse no se llegarán a realizar las actividades programadas en las semanas siguientes.

3.3.3. Look Ahead Planning

En las figuras siguientes figura 16 son planificaciones que se diseñaron con un horizonte de tres semanas, cada actividad a realizarse se muestra con sus respectivos metrados, esto con el fin de tener una información más detallada y entendible para los que puedan usarla

Figura 16

Look Ahead P. Cuneta tipo I

OBRA: SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CÁCLIC - LUYA - LÁMUD, REGIÓN AMAZONAS				SEMANA 34							SEMANA 35					SEMANA 36						
PRODUCCION:				D 228	D 230	D 231	D 232	D 233	D 234	D 235	D 237	D 238	D 239	D 240	D 241	D 242	D 244	D 245	D 246	D 247	D 248	D 249
FECHA:				May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May	May
				01	03	04	05	06	07	08	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22
FRENTE	ACTIVIDAD / MO / MAT / EYH / SC / PRC / INF / SBC / SEG / CAL / CAT / ENT / CS	UNID	METRADO	sáb	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	lun	mar	mié	jue	vie	sáb	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
FRENTE 01																						
1.01	TREN OBRAS DE ARTE-CUNETAS TIPO I																					
1.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA	M3	3,539.49		249.6	249.6	249.6	249.6	249.2	249.6	248.5	249.6	250.4	249.6	250.0	250.4	249.6	250.4	43.7			
1.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M2	16,676.46			1,176.0	1,176.0	1,176.0	1,176.0	1,174.0	1,176.0	1,170.9	1,176.0	1,179.9	1,176.0	1,178.0	1,179.9	1,176.0	1,179.9	205.8		
1.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	333.53				23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.5	23.4	23.5	23.6	23.5	23.6	23.6	23.5	23.6	4.1	
1.01.04	CONCRETO CLASE E(F'C=175KG/CM2)	M3	1,762.59					117.6	117.6	117.6	117.6	117.6	117.6	117.6	117.6	117.4	117.4	117.6	117.6	117.1	117.1	117.6
1.01.05	JUNTA PARA CUNETAS	M	-																			
FRENTE 02																						
1.02	TREN OBRAS DE ARTE-CUNETAS TIPO II																					
1.02.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	0																			
1.02.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	0																			
1.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Muro	KG	0																			
1.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	0																			
1.02.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)	M3	0																			
1.02.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	0																			
1.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Tapa	KG	0																			
1.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa	M3	0																			
1.02.09	CONCRETO CLASE C(F'C=280KG/CM2)	M3	0																			
1.02.10	JUNTA PARA CUNETAS URBANA	M	0																			

Nota. Las restricciones de no levantarse no se llegarán a realizar las actividades programadas en las semanas siguientes.

3.3.4. Programación Semanal

En la figura 17 se muestra la programación semanal, en el cual se detalló los metrados, así como también se incluyó las actividades de tipo trabajos contributorios que ayudaran a completar los trabajos productivos, esta programación también cuenta con los detalles de metrados por actividad y por los días a ejecutarse.

Figura 17

Programación Semanal Cuneta tipo I

OBRA: SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CÁCLIC – LUYA – LÁMUD, REGIÓN AMAZONAS PRODUCCION: SEMANA: Del 03/05/2021 al 08/05/2021				SEMANA 34							
				D 228	#	D 230	D 231	D 232	D 233	D 234	D 235
				may	#	may	may	may	may	may	may
				01	#	03	04	05	06	07	08
FRENTE	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UNID	METRADO	sáb	#	lun	mar	mié	jue	vie	sáb
FRENTE 01											
1.01	TREN OBRAS DE ARTE-CUNETAS TIPO I										
1.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA	M3	3,539.49								
1.01.01.01	Limpieza de area a compactar		-								
1.01.01.02	Riego para compactación		-								
1.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M2	16,676.46								
1.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	333.53								
1.01.03.01	Limpieza y orden de area para vaciado		-								
1.01.04	CONCRETO CLASE E(F' C=175KG/CM2)	M3	1,762.59								
1.01.04.01	Curado de cuneta		-								
1.01.04.02	Desenfofrado de cuneta		-								
1.01.05	JUNTA PARA CUNETAS	M	-								
1.01.05.01	Limpieza de area de trabajos y de acopio de materiales		-								

Nota. La figura se muestra las actividades a realizarse durante una semana, esto da origen a tener un buen control de producción mediante el informe semanal de productividad.

3.3.5. Informe semanal de productividad y porcentaje de partidas completadas

A continuación, en la figura 18 se muestra los formatos elaborados para realizar el seguimiento y análisis detallado, del rendimiento y la eficiencia de la mano de obra y así identificar qué áreas se pueden mejorar tomando medidas correctivas.

Figura 18

Formato del informe semanal de productividad 1-a.

INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD																				
OBRA :	SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CÁCLIC - LUYA - LÁMUD, REGIÓN AMAZONAS																			
RESPONSABLE ISP:																				
SEMANA:	34.00																			
Del:	03/05/2021																			
Al:	08/05/2021																			
PARTIDA DE CONTROL	UND	PPTO VENTA			PREVISION			PREVISION			PREVISION			ACUMULADO ANTERIOR						
		MET	HH	REND.	MET	HH	REND.	MET	HH	REND.	MET	HH	REND.	ACUM ANTERIOR AL:			PREVISTO	VAR	CPI	
														02/05/2021			ORIGINAL	Prev - Real		%
			MET	HH	REND.	MET	HH	REND.	HH	HH	%									
TOTAL PARTIDAS																				
1.00 OBRAS DE ARTE																				
1.01 Cuneta tipo I																				
1.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.04	CONCRETO CLASE E(F'C=175KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.05	JUNTA PARA CUNETAS	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02 Cuneta urbana tipo II																				
1.02.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Muro	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Tapa	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.09	CONCRETO CLASE C(F'C=280KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.10	JUNTA PARA CUNETAS URBANA	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03 Cuneta urbana tipo VI																				
1.03.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa - Muro	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Losa	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Losa	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.07	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Muro	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.08	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.09	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa Tapa - Tapa Prefabricada	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa-Tapa Prefabricada	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.11	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Tapa-Tapa Prefabricada	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.12	JUNTA PARA CUNETAS	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.13	JUNTA DE DILATACION	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.00 PAVIMENTOS FLEXIBLES																				
2.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.02	ASFALTO LIQUIDO TIPO MC-30	LTS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.03	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE(MAC)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.04	CEMENTO ASFALTICO PEN 85 -100	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.05	FILLER	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.06	MEJORADORES DE ADHERENCIA	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 19

Formato del informe semanal de productividad 2-a.

INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD																						
OBRA :	SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CÁCLIC - LUYA - LÁMUD, REGIÓN AMAZONAS																					
RESPONSABLE ISP:																						
SEMANA:	34.00																					
Del:	03/05/2021																					
Al:	08/05/2021																					
PARTIDA DE CONTROL	UND	LUNES			MARTES			MIÉRCOLES			JUEVES			VIERNES			SABADO			DOMINGO		
		03/05/2021			04/05/2021			05/05/2021			06/05/2021			07/05/2021			08/05/2021			09/05/2021		
		MET	HH	REND.																		
TOTAL PARTIDAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00 OBRAS DE ARTE		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01 Cuneta tipo I		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.01 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.02 PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.03 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.04 CONCRETO CLASE E(F'C=175KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.05 JUNTA PARA CUNETAS	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02 Cuneta urbana tipo II		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.01 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.02 CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.03 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Muro	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.05 CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.06 RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.07 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Tapa	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.08 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.09 CONCRETO CLASE C(F'C=280KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.10 JUNTA PARA CUNETAS URBANA	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03 Cuneta urbana tipo VI		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.01 EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.02 CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.03 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa - Muro	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.04 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Losa	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.05 CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Losa	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.06 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.07 CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Muro	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.08 RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.09 ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa Tapa - Tapa Prefabricada	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.10 ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa-Tapa Prefabricada	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.11 CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Tapa-Tapa Prefabricada	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.12 JUNTA PARA CUNETAS	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.13 JUNTA DE DILATACION	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.00 PAVIMENTOS FLEXIBLES		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.01 IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.02 ASFALTO LIQUIDO TIPO MC-30	LTS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.03 PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE(MAC)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.04 CEMENTO ASFALTICO PEN 85 -100	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.05 FILLER	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.06 MEJORADORES DE ADHERENCIA	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 20

Formato del informe semanal de productividad 3-a.

INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD													
OBRA :	SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CÁCLIC - LUYA - LÁMUD, REGIÓN AMAZONAS												
RESPONSABLE ISP:													
SEMANA:	34.00												
Del:	03/05/2021												
Al:	08/05/2021												
PARTIDA DE CONTROL	UND	PRESENTE SEMANA						ACUMULADO					
		TOTAL SEMANA DEL:			PREVISTO	VAR	CPI	TOTAL HH ACUMULADO AL:			PREVISTO	VAR	CPI
		03/05/2021	al	09/05/2021	ORIGINAL	Real - Prev		08/05/2021			ORIGINAL	Prev - Real	
		MET	HH	REND.	HH	HH	%	MET	HH	REND.	HH	HH	%
TOTAL PARTIDAS		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.00 OBRAS DE ARTE		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01 Cuneta tipo I		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.04	CONCRETO CLASE E(F'C=175KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.01.05	JUNTA PARA CUNETAS	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02 Cuneta urbana tipo II		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Muro	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Tapa	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.09	CONCRETO CLASE C(F'C=280KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.02.10	JUNTA PARA CUNETAS URBANA	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03 Cuneta urbana tipo VI		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa - Muro	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Losa	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Losa	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.07	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Muro	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.08	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.09	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa Tapa - Tapa Prefabricada	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa-Tapa Prefabricada	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.11	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Tapa-Tapa Prefabricada	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.12	JUNTA PARA CUNETAS	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
1.03.13	JUNTA DE DILATACION	M	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.00 PAVIMENTOS FLEXIBLES		-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.02	ASFALTO LIQUIDO TIPO MC-30	LTS	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.03	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE(MAC)	M3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.04	CEMENTO ASFALTICO PEN 85 -100	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.05	FILLER	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2.06	MEJORADORES DE ADHERENCIA	KG	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 21

Formato del informe semanal de productividad 4-a.

INFORME SEMANAL DE PRODUCTIVIDAD										
OBRA :	SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CÁCLIC - LUYA - LÁMUD, REGIÓN AMAZONAS									
RESPONSABLE ISP:										
SEMANA:	34.00									
Del:	03/05/2021									
Al:	08/05/2021									
PARTIDA DE CONTROL	UND	PROYECCION								COMENTARIOS
		SALDO ACTUAL			ESTIMADO AL TERMINO			VAR	CPI	
		PROYECCION DE REND.			ACUM + SALDO			Proy - Orig		
		MET	HH	REND.	MET	HH	REND.	HH	%	
TOTAL PARTIDAS										
1.00	OBRAS DE ARTE									
1.01	Cuneta tipo I									
1.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M2	-	-	-	-	-	-	-	
1.01.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	M2	-	-	-	-	-	-	-	
1.01.04	CONCRETO CLASE E(F'C=175KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.01.05	JUNTA PARA CUNETAS	M	-	-	-	-	-	-	-	
1.02	Cuneta urbana tipo II									
1.02.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Muro	KG	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.06	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.07	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Tapa	KG	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.09	CONCRETO CLASE C(F'C=280KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.02.10	JUNTA PARA CUNETAS URBANA	M	-	-	-	-	-	-	-	
1.03	Cuneta urbana tipo VI									
1.03.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.02	CONCRETO CLASE H(F'C=100KG/CM2)	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.03	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa - Muro	KG	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.04	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Losa	M2	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.05	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Losa	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Muro	M2	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.07	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Muro	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.08	RELLENO PARA ESTRUCTURAS	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.09	ACERO DE REFUERZO fy=4,200 kg/cm2-Losa Tapa - Tapa Prefabricada	KG	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.10	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO-Tapa-Tapa Prefabricada	M2	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.11	CONCRETO CLASE D(F'C=210KG/CM2)-Tapa-Tapa Prefabricada	M3	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.12	JUNTA PARA CUNETAS	M	-	-	-	-	-	-	-	
1.03.13	JUNTA DE DILATAACION	M	-	-	-	-	-	-	-	
2.00	PAVIMENTOS FLEXIBLES									
2.01	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	M2	-	-	-	-	-	-	-	
2.02	ASFALTO LIQUIDO TIPO MC-30	LTS	-	-	-	-	-	-	-	
2.03	PAVIMENTO DE CONCRETO ASFALTICO EN CALIENTE(MAC)	M3	-	-	-	-	-	-	-	
2.04	CEMENTO ASFALTICO PEN 85 -100	KG	-	-	-	-	-	-	-	
2.05	FILLER	KG	-	-	-	-	-	-	-	
2.06	MEJORADORES DE ADHERENCIA	KG	-	-	-	-	-	-	-	

3.3.6. Porcentaje de Partidas Completadas (PPC)

En la figura 22 se muestra el formato realizado para medir el porcentaje de partidas o actividades programadas que se cumplieron. Se incluyó el análisis de cumplimiento en ese periodo de semana.

Figura 22

Formato del porcentaje de partidas completadas

PPC (Porcentaje de Partidas Completadas)																																																																					
NOMBRE DE PROYECTO SALDO DE OBRA, MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CÁCLIC – LUYA – LÁMUD, REGIÓN AMAZONAS										FECHA																																																											
										UBICACION																																																											
ACTIVIDAD	CANT.	UND.	SEMANA 34							ANALISIS DE CUMPLIMIENTO																																																											
			Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo	SI	NO	TIPO	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO	MEDIDA CORRECTIVA																																																							
FRENTE 01																																																																					
1.01	TREN OBRAS DE ARTE-CUNETAS TIPO I																																																																				
1.01.01	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA PARA ESTRUCTURA	M3										X	EQ																																																								
1.01.01.01	Limpieza de area a compactar																																																																				
1.01.01.02	Riego para compactación																																																																				
1.01.02	PERFILADO Y COMPACTADO DE CUNETAS	M2										X	SUP/CLI																																																								
1.01.03	ENCOFRADO Y DEENCOFRADO	M2										X	LOG																																																								
1.01.03.01	Limpieza y orden de area para vaciado																																																																				
1.01.04	CONCRETO CLASE E(F'c=175KG/CM2)	M3										X	SC																																																								
1.01.04.01	Curado de cuneta																																																																				
1.01.04.02	Desencofrado de cuneta																																																																				
1.01.05	JUNTA PARA CUNETAS	M																																																																			
1.01.05.01	Limpieza de area de trabajos y de acopio de materiales																																																																				
ANALISIS DE CONFIABILIDAD SEMANAL (EN %)											4	100%	PPC SEMANAL	DEFICIENTE																																																							
			<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="4">DESGLOCE DE CASUSAS DE NO CUMPLIMIENTO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PROG</td> <td>PROGRAMACION</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>LOG</td> <td>LOGISTICA</td> <td>1</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>QA/AC</td> <td>CONTROL DE CALIDAD</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>EXT</td> <td>EXTERNOS</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SUP/CLI</td> <td>SUPERVISION / CLIENTES</td> <td>1</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>EJEC</td> <td>ERRORES DE EJECUCION</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>SC</td> <td>SUBCONTRATOS</td> <td>1</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>EQ</td> <td>EQUIPOS</td> <td>1</td> <td>25%</td> </tr> <tr> <td>ADM</td> <td>ADMINISTRATIVOS</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>BR</td> <td>BAJO RENDIMIENTO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>MO</td> <td>MANO DE OBRA</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>PARO</td> <td>PARO</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="2"></td> <td>4</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>							DESGLOCE DE CASUSAS DE NO CUMPLIMIENTO				PROG	PROGRAMACION			LOG	LOGISTICA	1	25%	QA/AC	CONTROL DE CALIDAD			EXT	EXTERNOS			SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	1	25%	EJEC	ERRORES DE EJECUCION			SC	SUBCONTRATOS	1	25%	EQ	EQUIPOS	1	25%	ADM	ADMINISTRATIVOS			BR	BAJO RENDIMIENTO			MO	MANO DE OBRA			PARO	PARO					4					
DESGLOCE DE CASUSAS DE NO CUMPLIMIENTO																																																																					
PROG	PROGRAMACION																																																																				
LOG	LOGISTICA	1	25%																																																																		
QA/AC	CONTROL DE CALIDAD																																																																				
EXT	EXTERNOS																																																																				
SUP/CLI	SUPERVISION / CLIENTES	1	25%																																																																		
EJEC	ERRORES DE EJECUCION																																																																				
SC	SUBCONTRATOS	1	25%																																																																		
EQ	EQUIPOS	1	25%																																																																		
ADM	ADMINISTRATIVOS																																																																				
BR	BAJO RENDIMIENTO																																																																				
MO	MANO DE OBRA																																																																				
PARO	PARO																																																																				
		4																																																																			
ELABORADO POR:			APROBADO POR:						FIRMA:																																																												

Como resultado de esta tesis, se ha logrado la concepción de un modelo integral de control y seguimiento de ejecución de obra con la implementación de la filosofía LC y su metodología LPS en el contexto de la obra vial de estudio. A pesar de que, en los últimos años, esta filosofía no ha sido ampliamente explorada en obras de infraestructura vial en pleno proceso de ejecución, su implementación se ha demostrado como un enfoque valioso y prometedor. Este enfoque surgió de la necesidad de adaptar la filosofía LC, que generalmente se emplea en obras de edificación, con lo cual nos llevó investigar como implementar la filosofía en la planificación, control y seguimiento en obras viales.

Con el diseño de modelo de control y seguimiento, nos permitió ver la obra de una manera más organizada, más compacta y dándonos un mejor panorama sobre el orden a seguir en su ejecución disminuyendo la incertidumbre en los flujos de trabajos, además de tener mayor control y seguimiento con los ISP y PPC elaborados, cuyos formatos ayudaran a identificar y detectar todos los errores para plasmar la mejora continua, ya que esta filosofía a diferencia de otras metodologías busca más prevenirlos que corregirlos .

Como resultado directo de la implementación de este modelo, se ha logrado una reducción de 24 días calendario con respecto al plazo de término inicialmente establecido, lo que se traduce en ahorros significativos en gastos generales tratándose de una obra con un presupuesto mayor a los 28 millones de soles.

El proceso inicial implicó la selección de las partidas más críticas en ejecución en ese momento, lo que permitió la creación de sectores independientes para cada tipo de partida, dado que se trataba de una obra lineal, no fue posible sectorizar de manera conjunta, como se haría en una obra de edificación. Esta división facilitó el cálculo de los flujos de trabajo, observando que la mayoría de las actividades asignadas a las cuadrillas tenían una duración de un día de trabajo.

Además, se planteó un Plan Maestro a partir de la última valorización, pero se observó que la información contenida en el expediente técnico de obra no coincidía completamente con la realidad en el campo. Se identificaron partidas con rendimientos que no cumplían con los estándares, se asignación de cuadrillas de manera incorrecta y se notó una falta de detalle en los metrados, lo que dificultó la sectorización de las actividades.

IV. DISCUSIÓN

Como objetivo específico se consideró evaluar el estado en que se encuentra actualmente la obra de infraestructura vial: Saldo de obra, mejoramiento de la carretera Cállic – Luya, Amazonas, en cuanto al control de gestión de plazo y productividad; a través de los indicadores del reporte del valor ganado y el nivel general de actividad (NGA).

En la presente investigación los resultados encontrados en cuanto a la gestión de plazo se determinaron que, en los meses de diciembre hasta abril, durante los 5 meses indican valores menores a 1, lo que implica que la obra se mantuvo en retraso con respecto al plazo contractual. En cuanto a la productividad se visualizaron que el 43.29% pertenecen a trabajos productivos, el 27.13% trabajos contributivos y el 29.58% son trabajos no contributivos, porcentajes que representan el NGA promedio total de la obra vial.

Los resultados de la presente investigación en cuanto al NGA en una obra vial se comparan con los resultados obtenidos por Rojas (2023), en una obra de edificación de vivienda en el cual determinó que el NGA para la obra en la fase de casco de los sótanos y la torre; los siguientes resultados fueron: TP (39.96%), TC (36.46%) y TNC (23.57%). No obstante, también se comparan con los resultados encontrados en el año 2006 del NGA promedio de mano de obra en obras de edificaciones de vivienda en Lima metropolitana, donde obtuvo los siguientes resultados: el 31.50% pertenece al TP, 43% a TC y el 25.4% a TNC; este estudio tuvo como objetivo evaluar la evolución y el actual nivel de productividad en edificaciones para viviendas en Lima Metropolitana. Con lo cual estos estudios reflejan la baja productividad que existe en las obras de edificación.

Sin embargo, por otra parte, los resultados encontrados del estudio en mención en infraestructura vial, discrepan con los que sostiene Chacha (2017), en su investigación desarrollada, él sostiene que los proyectos viales presentan menor cantidad de desperdicios comparados con las obras de edificaciones; ya que el primero es un sistema de flujo continuo y alineado, mientras que el segundo es un sistema de producción repetitivo.

Los resultados anteriores evidencian que los TP son bajos en comparación con los TC y TNC, es decir la mayor parte de los horarios de trabajo están enfocados en actividades que no generan valor como tal. Pero se indica también que en comparación con respecto al año 2006 se evidencia de una mejora en cuanto al TP, esto conforme va pasando los años.

Como siguiente objetivo específico se consideró Identificar las oportunidades de optimización o mejoras de los flujos de trabajo de acuerdo a los desperdicios o actividades que no generan valor.

Los resultados obtenidos en las acciones de mejora, corresponden a actividades TC y TNC con porcentajes más altos con respecto a las demás actividades. Estas acciones de mejora de manera general fueron referidos a la planificación, programación y control diario en la ejecución bajo el enfoque LC para optimizar los flujos de trabajo continuo para mejorar la productividad en la obra.

Cuyos resultados guardan relación con los de Panduro (2022), en su investigación determinó que los recursos que generan baja productividad en las obras es la mano de obra por falta de programación, los equipos livianos y pesados por fallas frecuentes y por la falta de material en obra. Por tanto, las acciones de mejora referidas a la programación, planificación y control diario para el seguimiento semanal. Así mismo Ponce & Ponce (2022), en su investigación concluyó que con la aplicación de las herramientas de LC le permitieron detectar a las actividades que generaban baja productividad y para aplicar medidas correctivas, y como resultado obtuvo una mayor optimización de las partidas estudiadas, además de incrementar el flujo de trabajo en la ejecución a partir de las medidas correctivas o acciones de mejora estos resultados en comparación con los del estudio realizado son premisas para el éxito de las acciones de mejora para aumentar la productividad.

Estos resultados obtenidos de la obra vial mejoramiento de la carretera Cálclic-Luya también guardan relación con los resultados obtenidos en edificaciones de las autores Gualdrón & López, (2020) en estudio aplicaron LC en viviendas sociales en fase de estructura en Colombia, ellas sostienen que al identificar y recopilar las oportunidades de mejora, son la base de LC, por lo cual señalan que esta filosofía busca optimizar los recursos y los tiempo a través de planeamientos que permitan evitar los retrasos. Por otro lado Marín & Correa, (2020) en su investigación realizada indicó que bajo el enfoque LC se puede identificar los sectores que ocasionan perdidas, resultado que pudo comprobar durante la construcción de la red de alcantarillado, identificando perdidas como desconocimiento del proceso de gestión, ausencia de control en los trabajos, pésimos materiales y malos procesos constructivos.

Los antecedentes y comparaciones con la presente investigación, evidencian que bajo el enfoque de la filosofía LC se puede detectar actividades y sectores, que generan desperdicios y baja productividad, con los cuales se adoptan medidas o acciones preventivas que aumenten la productividad y los flujos de trabajos continuos, asegurando el performance de la obra.

Como siguiente objetivo específico se propuso diseñar un modelo de control y seguimiento de ejecución de obra con la implementación de la filosofía LC y su metodología LPS.

Con respecto a los resultados obtenidos en la presente investigación, se logró diseñar el modelo de control y seguimiento de ejecución de obra con la implementación de la filosofía LC y su metodología LPS, este modelo nos permitió ver la obra con menor incertidumbre en los flujos de trabajos, nos permitió la posibilidad de identificar y detectar todos los errores para poder prevenirlos a través de la mejora continua. Se hace énfasis en la sectorización y los trenes de actividades ya que son herramientas iniciales para poder plasmar en el Master Plan de manera organizada y su duración en su ejecución de cada partida, para luego desglosarlo en un horizonte de programación de tres semanas a través del levantamiento de restricciones el Look Ahead Planning, y esto a su en una programación semanal y finalmente las herramientas de control y seguimiento: el PPC y el ISP.

Estos resultados coinciden con Ramos (2023), en su tesis de pregrado titulada “Optimización de tiempo en la obra de la vía Apagua Angamarca Etapa III, 3.5 km a través de la metodología Lean Construction”, concluyó que en la etapa de inicial de planificación de con el Master Plan le permitió ver al proyecto con una estructura organizada en cada fase de la ejecución y además que determinó que la sectorización a través de los trenes de actividades es una de las más importantes ya que dio un orden y organización en la ejecución de las partidas con respecto a la duración.

Ante el estudio y la comparación con la presente investigación, se determina que la implementación de la filosofía Lean Construction y su metodología Last Planner System en la planificación, control y seguimiento nos permite ver de manera estructurada desde un amplio horizonte de duración de la obra hasta un horizonte más desmenuzado y detallado logrando que las actividades diarias tengan una menor incertidumbre en su ejecución, si en caso no se cumplan con estos objetivos, estas herramientas permiten detectar los errores con el fin de prevenirlas.

Estos resultados tienen concordancia con las conclusiones que hizo Marino & Marino (2021), ellos aplicaron la filosofía LC a una obra de pavimentación en Trujillo y señalan que las pérdidas generan consecuencias como la demora en la culminación de las actividades programadas y entrega de la obra a tiempo. Mientras que (Saavedra, 2018), concluyó que la productividad no es constante, cada semana tiene una variación y que al no tener un control de la cantidad de recursos que se administran y que son necesarios para permitir una maximización de la producción, no se pueden lograr procesos o flujos eficientes.

También estos resultados se asemejan con los obtenidos por Alayo (2023), donde a partir de los problemas en la ejecución encontrados él utilizó la metodología LPS, sectorizó la obra a fin de poder ver de manera clara los requerimientos por cada sector, y así mismo estableció los trenes de trabajo de acuerdo al orden de ejecución de las actividades, sin embargo también logró determinar que el cronograma de ejecución era muy tradicional y conservador, razón por la cual había actividades que requeridas que no estaban incluidas en el presupuesto.

V. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en relación con la gestión del plazo, evaluados a través del informe del valor ganado, revelaron un índice de desempeño del cronograma (SPI) de 2.23 y 1.47 durante los primeros meses y el período comprendido entre diciembre y abril los valores obtenidos son inferiores a 1. Estos valores indican que la obra experimentó retrasos con respecto al plazo contractual. En este sentido, se concluye que, aunque al inicio se logró mantener la obra en un estado adelantado, la carencia de un control y seguimiento provocó la incapacidad de cumplir con los plazos establecidos, perpetuando las pérdidas e incluso incrementándolas.

Bajo el enfoque de la filosofía LC, se concluyó que el nivel de productividad en la obra no alcanza los estándares adecuados. Se observó que un 43.29% del trabajo es productivo, un 27.13% es contributorio y un 29.58% es no contributorio, lo que pone de manifiesto un considerable porcentaje de desperdicio en la ejecución de la obra. Este déficit se atribuye principalmente a la ausencia de herramientas que faciliten un control más efectivo de la obra, herramientas que la filosofía LC proporciona como medio para tener un mejor control de la obra y reducir las pérdidas.

Las oportunidades de mejora se identificaron en las partidas específicas de mejoramiento de la subrasante y base granular como: un adecuado dimensionamiento de cuadrillas, control de rendimientos, control de producción, las capacitaciones a la mano de obra al inicio y término de jornada y asignación de responsables para su cumplimiento. Con lo cual se concluyen que identificar las oportunidades de mejoras previas a la implementación de la filosofía hacen que se pueda tener mejores consideraciones para el diseño del modelo de control y seguimiento con el objetivo de mejorar los flujos de trabajos y eliminar trabajos que generen desperdicios.

Se logró diseñar un modelo de control y seguimiento de ejecución de obra con la implementación de la filosofía Lean Construction y su metodología Last Planner System aplicado a la obra de infraestructura vial, las sectorizaciones por cada tipo partida, así mismo los trenes de trabajo, el Master Plan, el Análisis de Restricciones, el Look Ahead Planning, la Programación Semanal, los formatos de Informe Semanal de Productividad y el Porcentaje de Partidas Completadas; en resumen estas herramientas forman parte de este modelo de control.

Magnificando este modelo de control y planificación se logró reducir el término de plazo en 24 días con respecto al cronograma contractual, con lo cual se generaría ahorros en cuanto a costos de gastos generales.

VI. RECOMENDACIONES

Extender esta investigación a otras obras en curso que enfrenten desafíos tales como la baja productividad y dificultades en la planificación.

Se insta a estudiantes y profesionales a llevar a cabo investigaciones adicionales en diversas áreas de infraestructura, como saneamiento y electrificación

Conducir investigaciones que apliquen la filosofía LC en colaboración con la metodología BIM en proyectos viales.

VII.REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alayo, Y. (2023). *Planificación con Last Planner System en el proyecto de la carretera Vizcachani-Callali, Arequipa* [Tesis de maestría, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/10779>
- Arevalo, S. A. (2018). *Implementación de la metodología Lean Construction en la productividad de la construcción del proyecto Casa Club Rerea Las Magnolias - Breña(Tesis de Maestria)* [Universidad Nacional Federico Villareal]. <http://repositorio.unfv.edu.pe/handle/UNFV/2293>
- Babalola, O., Ibem, E. O., & Ezema, I. C. (2019). Implementation of lean practices in the construction industry: A systematic review. In *Building and Environment* (Vol. 148, pp. 34–43). Elsevier Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.buildenv.2018.10.051>
- Calderón, M. (2020). *Implementación de Lean Construction en Cusco - Perú* [Tesis de maestría, Universidad Politécnica de Valencia]. <https://riunet.upv.es/handle/10251/152827>
- Chacha, X. V. (2017). *Desperdicios (Pérdidas) en obras viales enfocado a la filosofía Lean Construction* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de Chimborazo]. <http://dspace.unach.edu.ec/handle/51000/4203>
- Gilacopa, A. E., & Colque, R. (2020). *Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad de las obras de edificaciones en la Ciudad de Tacna (Tesis de pregrado)* [Universidad de Tacna]. <http://repositorio.upt.edu.pe/handle/UPT/1563>
- Gualdrón, A. P., & López, S. Y. (2020). *Proceso con la metodología Lean Construction para proyectos de vivienda social en fase de estructura* [Tesis de pregrado, Universidad Católica de Colombia]. <https://doi.org/10.1016/j.tmaid.2020.101607%0A>
- Koskela, L. (1994). Lean production in lean construction. *National Construction and Management Conference*, 47–54. <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=dWF4AgAAQBAJ&oi=fnd&p>

g=PA1&dq=Lean+production+in+construction&ots=ttcW6eGqhr&sig=gmO4
TywANKt3t1NIMab67R0itO0

- Maraqa, M. J., Sacks, R., & Spatari, S. (2023). Strategies for reducing construction waste using lean principles. In *Resources, Conservation and Recycling Advances* (Vol. 19). Elsevier Inc. <https://doi.org/10.1016/j.rcradv.2023.200180>
- Marin, N., & Correa, L. (2020). Metodología Lean Construction en la mejora de la producción, caso de estudio: red de alcantarillado Av. Cieza De León – La Purísima. *Revista Pakamuros*, 8, 13–24. <https://doi.org/https://doi.org/10.37787/pakamuros-unj.v8i3.135>
- Marino, E., & Marino, D. N. (2021). *Aplicación de Lean Construction para incrementar la productividad laboral en la ejecución de obras de pavimentación, Trujillo 2020 (tesis de grado)* [Universidad Privada de Trujillo]. <http://repositorio.uprit.edu.pe/handle/UPRIT/453>
- Morales, N. S., & Galeas, J. C. (2006). *Diagnóstico y evaluación de la relación entre el grado de industrialización y los sistemas de gestión con el nivel de productividad en obras de construcción* [Tesis de pregrado, Pontificia Universidad Católica del Perú]. <http://hdl.handle.net/20.500.12404/1066>
- Palomino, J., Hennings, J., & Echevarría, V. R. (2017). ANÁLISIS MACROECONÓMICO DEL SECTOR CONSTRUCCIÓN EN EL PERÚ. *Quipukamayoc*, 25(47), 95. <https://doi.org/10.15381/quipu.v25i47.13807>
- Panduro, K. I. (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* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/4740>
- Ponce, P. C., & Ponce, S. L. (2022). *Aplicación de la filosofía Lean Construction para mejorar la productividad en la construcción de un cerco perimétrico en Paita-Piura* [Tesis de pregrado, Universidad Privada Antenor Orrego]. <https://hdl.handle.net/20.500.12759/9160>

- Pons, J. F. (2014). Introducción a Lean Construction. In *Fundación Laboral de la Construcción*. <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>
- Quiñonez, E. A. (2019). *Mejoramiento del desempeño de la construcción al implementar Lean Construction en el control de la producción en una obra de infraestructura aérea en Arequipa, Perú, en el año 2017* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Mayor de San Marcos]. <https://hdl.handle.net/20.500.12672/10691>
- Ramos, A. A. (2023a). *Optimización de tiempo en la obra asfaltado de la vía Apahua Angamarca Etapa III, 3.5 km a través de la metodología Lean Construction* [Tesis de Pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/68066>
- Ramos, A. A. (2023b). *Optimización de tiempo en la obra de la vía Apagua Angamarca Etapa III, 3.5 km a través de la metodología Lean Construction* [Tesis de pregrado, Universidad de Guayaquil]. <http://repositorio.ug.edu.ec/handle/redug/68066>
- Ratajczak, J., Riedl, M., & Matt, D. T. (2019). BIM-based and AR application combined with location-based management system for the improvement of the construction performance. *Buildings*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/buildings9050118>
- Rojas, J. V. (2023). *Aplicación de conceptos Lean Costruction para mejorar la productividad de la mano de obra en un proyecto multifamiliar del distrito de Surco 2021* [Tesis de pregrado, Universidad Nacional Federico Villareal]. <https://hdl.handle.net/20.500.13084/6828>
- Saavedra, G. (2018). *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* [Tesis de Pregrado, Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo]. <https://repositorio.unprg.edu.pe/bitstream/handle/20.500.12893/3832/BC-TES-TMP-2644.PDF?sequence=1&isAllowed=y>

- Tucto, G. K. (2017). *Metodología de aplicación de la Filosofía Lean Construction y Last Planner System en la región San Martín (Tesis de grado)* [Universidad Nacional de San Martín]. <http://hdl.handle.net/11458/2589>
- Valencia, J. B. (2018). *Aplicación de Lean Construction al sector de la infraestructura vial Colombia (Trabajo de grado)* [Fundación Universidad de América]. <https://hdl.handle.net/20.500.11839/7165>
- Xing, W., Hao, J. L., Qian, L., Tam, V. W. Y., & Sikora, K. S. (2021). Implementing lean construction techniques and management methods in Chinese projects: A case study in Suzhou, China. *Journal of Cleaner Production*, 286, 124944. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.124944>

VIII. ANEXOS

8.1. Panel fotográfico



Visita a campo para toma de datos en la partida de mejoramiento de subrasante.



Conformación de subbase granular, se aprecia que la maquinaria hace desplazamientos innecesarios.



Habilitación de cemento en pleno vaciado de cunetas de concreto de tipo I, material importante que debió ser habilitado y calculado antes del inicio del vaciado.



Toma de datos en la partida de cunetas de concreto tipo I.



Se aprecia la distancia de recorrido para el transporte de la mezcla para vaciado de concreto en cunetas tipo I.



Se aprecia en la imagen las esperas que realiza la maquinaria por no tener información y programación de sus actividades diarias.

8.2. Datos tomados por cada muestra para calcular la productividad NGA

MUESTREO DE TRABAJO:		01						
NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD:								
OBRA: SALDO DE OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA-LAMUD, REGIÓN AMAZONAS								
HORA INICIO:		HORA FIN:						
PARTIDA:		Mejoramiento de subrasante y base granular						
TC: Mediciones o replanteo (M), Transportes de materiales (T), Informacion (I), Recibir/dar instrucciones (R) Combustible (C), Pasadas adicionales (PA), Otros X:(X)								
TNC: Falla mecánica (F), Desplazamientos improductivos (DI), Paro por clima (lluvia)(PC), Esperas (E) Liberación de área (LA), Trabajo rehecho (TR), No verificar el combustible en los equipos (NC), Descanso y tiempo de ocio (D), Otros Y:(Y)								
TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
1	51	101	151	201	251	301	351	
2	52	102	152	202	252	302	352	
3	53	103	153	203	253	303	353	
4	54	104	154	204	254	304	354	
5	55	105	155	205	255	305	355	
6	56	106	156	206	256	306	356	
7	57	107	157	207	257	307	357	
8	58	108	158	208	258	308	358	
9	59	109	159	209	259	309	359	
10	60	110	160	210	260	310	360	
11	61	111	161	211	261	311	361	
12	62	112	162	212	262	312	362	
13	63	113	163	213	263	313	363	
14	64	114	164	214	264	314	364	
15	65	115	165	215	265	315	365	
16	66	116	166	216	266	316	366	
17	67	117	167	217	267	317	367	
18	68	118	168	218	268	318	368	
19	69	119	169	219	269	319	369	
20	70	120	170	220	270	320	370	
21	71	121	171	221	271	321	371	
22	72	122	172	222	272	322	372	
23	73	123	173	223	273	323	373	
24	74	124	174	224	274	324	374	
25	75	125	175	225	275	325	375	
26	76	126	176	226	276	326	376	
27	77	127	177	227	277	327	377	
28	78	128	178	228	278	328	378	
29	79	129	179	229	279	329	379	
30	80	130	180	230	280	330	380	
31	81	131	181	231	281	331	381	
32	82	132	182	232	282	332	382	
33	83	133	183	233	283	333	383	
34	84	134	184	234	284	334	384	
35	85	135	185	235	285	335	385	
36	86	136	186	236	286	336	386	
37	87	137	187	237	287	337	387	
38	88	138	188	238	288	338	388	
39	89	139	189	239	289	339	389	
40	90	140	190	240	290	340	390	
41	91	141	191	241	291	341	391	
42	92	142	192	242	292	342	392	
43	93	143	193	243	293	343	393	
44	94	144	194	244	294	344	394	
45	95	145	195	245	295	345	395	
46	96	146	196	246	296	346	396	
47	97	147	197	247	297	347	397	
48	98	148	198	248	298	348	398	
49	99	149	199	249	299	349	399	
50	100	150	200	250	300	350	400	

Formato utilizado para tomar muestras en campo

M01

MUESTREO DE TRABAJO:

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD:

OBRA: SALDO DE OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA-LAMUD, REGIÓN AMAZONAS

HORA INICIO: 10:00 AM HORA FIN 12:05

FECHA: 25/05/2021

PARTIDA: SUBRASANTE Y BASE GRANULAR

TC: Mediciones o replanteo (M), Transportes de materiales (T), Información (I), Recibir/dar instrucciones (R)
Combustible (C), Pasadas adicionales (PA), Otros X:(X)

TNC: Falla mecánica (F), Desplazamientos improductivos (DI), Paro por clima (lluvia)(PC), Esperas (E)

Liberación de área (LA), Trabajo rehecho (TR), No verificar el combustible en los equipos (NC),

Descanso y tiempo de ocio (D), Otros Y:(Y)

TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
1 P	51 E	101 E	151 M	201 P	251 D	301 P	351 P		
2 T	52 P	102 E	152 M	202 P	252 D	302 P	352 E		
3 P	53 P	103 E	153 P	203 P	253 E	303 P	353 E		
4 E	54 F	104 E	154 E	204 I	254 E	304 E	354 P		
5 E	55 E	105 T	155 E	205 T	255 P	305 E	355 T		
6 E	56 I	106 T	156 P	206 T	256 P	306 E	356 D		
7 E	57 T	107 T	157 P	207 D	257 PA	307 E	357 D		
8 T	58 T	108 T	158 P	208 P	258 O	308 P	358 D		
9 T	59 P	109 P	159 P	209 P	259 O	309 P	359 D		
10 P	60 P	110 P	160 P	210 E	260 P	310 E	360 D		
11 P	61 S	111 P	161 T	211 E	261 P	311 E	361 D		
12 P	62 P	112 P	162 I	212 E	262 P	312 C	362 D		
13 T	63 P	113 E	163 I	213 F	263 E	313 E	363 D		
14 T	64 C	114 E	164 I	214 P	264 E	314 E	364 D		
15 E	65 C	115 E	165 M	215 E	265 E	315 E	365 D		
16 E	66 C	116 E	166 M	216 F	266 E	316 E	366 P		
17 E	67 C	117 E	167 P	217 E	267 DI	317 E	367 P		
18 O	68 E	118 D	168 P	218 E	268 P	318 E	368 P		
19 M	69 C	119 D	169 P	219 DI	269 O	319 E	369 P		
20 M	70 C	120 D	170 P	220 T	270 P	320 C	370 E		
21 E	71 C	121 D	171 P	221 P	271 P	321 P	371 E		
22 E	72 E	122 E	172 P	222 P	272 P	322 P	372 D		
23 P	73 F	123 E	173 E	223 P	273 P	323 P	373 P		
24 P	74 C	124 E	174 F	224 P	274 P	324 P	374 P		
25 P	75 C	125 E	175 I	225 O	275 P	325 E	375 P		
26 I	76 C	126 P	176 I	226 P	276 P	326 E	376 P		
27 I	77 E	127 P	177 I	227 E	277 P	327 P	377 P		
28 I	78 C	128 P	178 P	228 E	278 P	328 P	378 P		
29 P	79 C	129 D	179 P	229 P	279 TR	329 P	379 P		
30 P	80 C	130 D	180 P	230 P	280 E	330 P	380 P		
31 P	81 E	131 P	181 P	231 P	281 DI	331 M	381 D		
32 I	82 E	132 P	182 P	232 P	282 DI	332 I	382 D		
33 P	83 C	133 P	183 P	233 P	283 DI	333 I	383 E		
34 P	84 C	134 P	184 P	234 P	284 E	334 P	384 E		
35 P	85 C	135 E	185 T	235 P	285 E	335 P	385 E		
36 P	86 E	136 E	186 T	236 E	286 E	336 I	386 E		
37 E	87 C	137 E	187 T	237 E	287 PA	337 P	387 D		
38 E	88 C	138 I	188 E	238 E	288 PA	338 P	388 P		
39 F	89 E	139 P	189 E	239 E	289 E	339 P	389 P		
40 O	90 C	140 P	190 I	240 DI	290 P	340 P	390 E		
41 M	91 C	141 P	191 I	241 DI	291 P	341 P	391 P		
42 M	92 C	142 P	192 P	242 PA	292 P	342 P	392 C		
43 P	93 E	143 P	193 I	243 PA	293 P	343 P	393 P		
44 M	94 E	144 P	194 P	244 P	294 P	344 E	394 E		
45 P	95 E	145 P	195 E	245 P	295 P	345 E	395 P		
46 O	96 P	146 P	196 I	246 O	296 P	346 P	396 E		
47 P	97 P	147 P	197 M	247 P	297 P	347 P	397 P		
48 P	98 P	148 P	198 I	248 P	298 P	348 P	398 P		
49 P	99 E	149 P	199 M	249 P	299 P	349 P	399 P		
50 E	100 I	150 P	200 P	250 P	300 P	350 P	400 P		

Combustible
1036
1034
P

Muestra N° 01 corresponde a las partidas de subrasante y base granular.

M 02

MUESTREO DE TRABAJO:

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD:

OBRA: SALDO DE OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA-LAMUD, REGIÓN AMAZONAS

HORA INICIO: 10:00 HORA FIN: 11:43

FECHA: 26/05/2021

PARTIDA: CUNETAS CONCRETO TIPO I

TC: Mediciones o replanteo (M), Transportes de materiales (T), Información (I), Recibir/dar instrucciones (R)

Combustible (C), Pasadas adicionales (PA), Otros X:(X)

TNC: Falla mecánica (F), Desplazamientos improductivos (DI), Paro por clima (lluvia)(PC), Esperas (E)

Liberación de área (LA), Trabajo rehecho (TR), No verificar el combustible en los equipos (NC),

Descanso y tiempo de ocio (D), Otros Y:(Y)

mañana

30 min de Poso Interno

TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
1 P	51 DI	101 P	151 DI	201 LA	251 D	301 D	351 P
2 T	52 D	102 DI	152 R	202 P	252 I	302 I	352 D
3 R	53 P	103 P	153 P	203 P	253 P	303 MP	353 C
4 D	54 P	104 P	154 P	204 P	254 P	304 P	354 P
5 T	55 P	105 P	155 TR	205 P	255 P	305 MP	355 D
6 R	56 E	106 P	156 R	206 T	256 P	306 E	356 D
7 T	57 P	107 P	157 P	207 P	257 P	307 E	357 P
8 DI	58 P	108 E	158 P	208 P	258 E	308 T	358 P
9 M	59 P	109 P	159 P	209 E	259 F	309 D	359 P
10 R	60 D	110 P	160 P	210 P	260 E	310 C	360 P
11 T	61 DI	111 D	161 P	211 P	261 D	311 P	361 P
12 T	62 T	112 DI	162 D	212 P	262 P	312 I	362 D
13 E	63 T	113 T	163 T	213 DI	263 MP	313 D	363 MP
14 DI	64 D	114 P	164 R	214 D	264 TM	314 P	364 P
15 P	65 P	115 P	165 P	215 T	265 P	315 P	365 P
16 P	66 E	116 P	166 P	216 P	266 MP	316 P	366 T
17 E	67 P	117 P	167 R	217 T	267 MP	317 D	367 T
18 P	68 P	118 E	168 R	218 P	268 P	318 D	368 P
19 T	69 DI	119 T	169 R	219 P	269 L	319 T	369 MP
20 P	70 R	120 T	170 P	220 T	270 P	320 MP	370 T
21 D	71 DI	121 R	171 P	221 DI	271 I	321 MP	371 P
22 P	72 T	122 DI	172 P	222 D	272 C	322 D	372 P
23 DI	73 DI	123 DI	173 E	223 P	273 D	323 D	373 D
24 T	74 P	124 DI	174 P	224 T	274 P	324 MP	374 P
25 P	75 DI	125 D	175 P	225 T	275 P	325 L	375 P
26 P	76 E	126 D	176 P	226 P	276 TM	326 S	376 P
27 D	77 P	127 R	177 D	227 P	277 I	327 I	377 P
28 P	78 P	128 D	178 D	228 P	278 P	328 TR	378 P
29 P	79 P	129 P	179 P	229 P	279 D	329 D	379 P
30 DI	80 P	130 P	180 P	230 D	280 D	330 P	380 D
31 D	81 T	131 P	181 P	231 P	281 P	331 P	381 D
32 P	82 DI	132 P	182 P	232 P	282 P	332 T	382 F
33 P	83 D	133 F	183 DI	233 D	283 P	333 T	383 P
34 P	84 P	134 P	184 D	234 P	284 P	334 D	384 P
35 D	85 P	135 R	185 P	235 P	285 D	335 D	385 P
36 T	86 D	136 P	186 P	236 P	286 D	336 TR	386 C
37 A	87 P	137 P	187 D	237 T	287 D	337 MP	387 C
38 P	88 P	138 DI	188 P	238 D	288 D	338 P	388 P
39 P	89 LA	139 P	189 P	239 P	289 P	339 P	389 P
40 D	90 T	140 P	190 R	240 P	290 P	340 MP	390 D
41 P	91 P	141 P	191 P	241 T	291 D	341 D	391 P
42 P	92 DI	142 P	192 D	242 R	292 D	342 D	392 D
43 D	93 P	143 D	193 E	243 P	293 P	343 T	393 X
44 R	94 P	144 P	194 DI	244 T	294 P	344 D	394 I
45 P	95 P	145 P	195 P	245 D	295 D	345 P	395 P
46 P	96 P	146 P	196 P	246 P	296 P	346 P	396 D
47 D	97 T	147 P	197 P	247 P	297 C	347 D	397 MP
48 P	98 DI	148 P	198 DI	248 E	298 C	348 MP	398 I
49 P	99 P	149 E	199 P	249 D	299 E	349 E	399 I
50 P	100 P	150 P	200 E	250 P	300 P	350 E	400 P

Muestra N° 02 corresponde a la partida cuneta de concreto tipo I.

M3

MUESTREO DE TRABAJO:

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD:

OBRA: SALDO DE OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA-LAMUD, REGIÓN AMAZONAS

HORA INICIO: 14:15 HORA FIN: 15:35

FECHA: 26/05/2021

PARTIDA: CUNETA CONCRETO TIPO I

TC: Mediciones o replanteo (M), Transportes de materiales (T), Información (I), Recibir/dar instrucciones (R)
Combustible (C), Pasadas adicionales (PA), Otros X:(X)

TNC: Falla mecánica (F), Desplazamientos improductivos (DI), Paro por clima (lluvia) (PC), Esperas (E)

Liberación de área (LA), Trabajo rehecho (TR), No verificar el combustible en los equipos (NC),

Descanso y tiempo de ocio (D), Otros Y:(Y)

Espero por sistema
Expandir Concreto
Ablana
Res Froh Tarde

Mobilización de Personal

TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
1 P	51 E	101 R	151 D	201 E	251 LA	301 R	351 P	
2 P	52 E	102 R	152 E	202 E	252 LA	302 R	352 L	
3 P	53 P	103 D	153 LA	203 E	253 TM	303 R	353 MP	
4 D	54 P	104 E	154 LA	204 P	254 D	304 E	354 P	
5 D	55 D	105 E	155 TA	205 MP	255 D	305 P	355 P	
6 E	56 E	106 P	156 E	206 P	256 P	306 P	356 P	
7 D	57 C	107 P	157 E	207 P	257 P	307 P	357 E	
8 E	58 T	108 P	158 MP	208 R	258 L	308 I	358 P	
9 D	59 T	109 P	159 P	209 P	259 P	309 R	359 SC	
10 L	60 T	110 L	160 I	210 P	260 I	310 DI	360 I	
11 L	61 T	111 L	161 TR	211 TP	261 D	311 TM	361 P	
12 F	62 E	112 F	162 F	212 TP	262 MP	312 P	362 I	
13 E	63 E	113 D	163 P	213 D	263 P	313 D	363 D	
14 D	64 E	114 P	164 MP	214 D	264 P	314 D	364 S	
15 E	65 F	115 L	165 D	215 E	265 P	315 I	365 S	
16 E	66 L	116 D	166 P	216 D	266 I	316 P	366 L	
17 E	67 L	117 T	167 D	217 D	267 D	317 P	367 D	
18 E	68 L	118 P	168 TP	218 D	268 P	318 P	368 D	
19 D	69 P	119 D	169 TP	219 P	269 P	319 P	369 MP	
20 D	70 P	120 M	170 P	220 P	270 P	320 P	370 P	
21 T	71 P	121 CC	171 P	221 E	271 P	321 MP	371 P	
22 T	72 P	122 P	172 R	222 P	272 P	322 P	372 P	
23 D	73 P	123 P	173 CC	223 P	273 P	323 P	373 L	
24 D	74 P	124 D	174 MP	224 MP	274 P	324 MP	374 P	
25 C	75 P	125 E	175 P	225 P	275 E	325 E	375 P	
26 C	76 P	126 E	176 D	226 P	276 C	326 TM	376 P	
27 D	77 DI	127 T	177 TR	227 MP	277 I	327 P	377 I	
28 E	78 D	128 MP	178 TP	228 Me	278 R	328 MP	378 P	
29 D	79 CAK	129 D	179 MP	229 R	279 R	329 D	379 TP	
30 D	80 CAK	130 D	180 :	230 P	280 CG	330 P	380 E	
31 D	81 P	131 P	181 P	231 MP	281 TP	331 P	381 P	
32 T	82 P	132 L	182 D	232 P	282 T	332 E	382 D	
33 T	83 P	133 L	183 D	233 P	283 D	333 E	383 S	
34 DI	84 P	134 P	184 P	234 P	284 D	334 P	384 D	
35 P	85 P	135 P	185 P	235 MP	285 D	335 A	385 P	
36 P	86 P	136 P	186 D	236 L	286 P	336 P	386 I	
37 P	87 E	137 L	187 P	237 P	287 E	337 P	387 P	
38 P	88 L	138 TP	188 P	238 D	288 P	338 P	388 P	
39 P	89 D	139 E	189 D	239 MP	289 P	339 L	389 L	
40 P	90 E	140 EC	190 TP	240 P	290 AG	340 P	390 L	
41 E	91 E	141 L	191 TP	241 P	291 LA	341 E	391 P	
42 P	92 Re	142 LA	192 P	242 D	292 AM	342 MP	392 P	
43 P	93 F	143 E	193 P	243 MP	293 Me	343 P	393 MP	
44 E	94 F	144 D	194 D	244 P	294 Me	344 P	394 MP	
45 P	95 D	145 LA	195 EC	245 P	295 MP	345 D	395 D	
46 P	96 D	146 D	196 E	246 P	296 F	346 D	396 P	
47 E	97 D	147 I	197 TP	247 P	297 F	347 MP	397 E	
48 P	98 CC	148 P	198 TP	248 P	298 D	348 P	398 F	
49 E	99 CC	149 M	199 TP	249 E	299 R	349 L	399 P	
50 E	100 T	150 L	200 TP	250 TM	300 R	350 L	400 P	

Llenado Agua
(LA)
Mobilización
Equipo
Riego
Ación de
Material CM

Muestra N° 03 corresponde a la partida cuneta de concreto tipo I.

M4

MUESTREO DE TRABAJO:

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD:

OBRA: SALDO DE OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA-LAMUD, REGIÓN AMAZONAS

HORA INICIO: 13:48 HORA FIN: 15:32

PARTIDA: MEJORAMIENTO SUBASANTES FECHA: 27/05/2021

TC: Mediciones o replanteo (M), Transportes de materiales (T), Información (I), Recibir/dar instrucciones (R)
Combustible (C), Pasadas adicionales (PA), Otros X:(X)

TNC: Falla mecánica (F), Desplazamientos improductivos (DI), Paro por clima (lluvia)(PC), Esperas (E)
Liberación de área (LA), Trabajo rehecho (TR), No verificar el combustible en los equipos (NC),
Descanso y tiempo de ocio (D), Otros Y:(Y)

X = Señalización y control de Tráfico

TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
1 P	51 X	101 P	151 E	201 X	251 E	301 MS	351 P		
2 P	52 X	102 M	152 P	202 P	252 P	302 MP	352 M		
3 P	53 P	103 I	153 P	203 P	253 P	303 M	353 P		
4 P	54 P	104 P	154 E	204 X	254 DI	304 M	354 P		
5 P	55 X	105 P	155 D	205 E	255 E	305 I	355 E		
6 E	56 P	106 P	156 P	206 E	256 D	306 I	356 P		
7 T	57 P	107 F	157 P	207 C	257 P	307 P	357 P		
8 E	58 P	108 P	158 P	208 E	258 P	308 P	358 P		
9 E	59 P	109 P	159 P	209 C	259 P	309 P	359 P		
10 P	60 E	110 P	160 X	210 E	260 P	310 R	360 X		
11 P	61 P	111 P	161 X	211 D	261 P	311 M	361 X		
12 M	62 P	112 P	162 DI	212 E	262 D	312 P	362 F		
13 P	63 MS	113 P	163 G	213 D	263 P	313 P	363 P		
14 P	64 E	114 DI	164 P	214 C	264 DI	314 P	364 P		
15 P	65 E	115 E	165 P	215 C	265 P	315 X	365 P		
16 E	66 E	116 E	166 P	216 C	266 P	316 P	366 E		
17 E	67 X	117 S	167 T	217 E	267 P	317 P	367 P		
18 MP	68 X	118 DI	168 T	218 C	268 E	318 P	368 D		
19 M	69 M	119 E	169 P	219 C	269 E	319 E	369 E		
20 T	70 P	120 E	170 P	220 C	270 P	320 P	370 P		
21 T	71 P	121 P	171 P	221 E	271 P	321 E	371 P		
22 R	72 P	122 P	172 P	222 C	272 E	322 E	372 D		
23 R	73 P	123 P	173 M	223 C	273 P	323 P	373 P		
24 P	74 P	124 X	174 M	224 E	274 X	324 DI	374 P		
25 P	75 P	125 X	175 M	225 D	275 P	325 E	375 P		
26 E	76 P	126 E	176 DI	226 P	276 P	326 C	376 E		
27 E	77 P	127 P	177 I	227 P	277 P	327 E	377 P		
28 P	78 DI	128 P	178 I	228 P	278 P	328 P	378 E		
29 P	79 DI	129 P	179 R	229 P	279 MS	329 P	379 P		
30 P	80 P	130 P	180 R	230 D	280 E	330 P	380 P		
31 P	81 D	131 P	181 P	231 P	281 E	331 P	381 MS		
32 DI	82 P	132 P	182 R	232 E	282 P	332 X	382 E		
33 E	83 P	133 E	183 I	233 E	283 DI	333 E	383 DI		
34 E	84 P	134 ME	184 P	234 P	284 E	334 E	384 P		
35 DI	85 P	135 P	185 P	235 P	285 P	335 P	385 E		
36 P	86 D	136 P	186 P	236 P	286 P	336 P	386 X		
37 P	87 E	137 E	187 P	237 E	287 X	337 E	387 P		
38 P	88 P	138 MS	188 DI	238 E	288 E	338 P	388 X		
39 P	89 P	139 T	189 E	239 D	289 P	339 P	389 P		
40 ME	90 ME	140 P	190 P	240 P	290 P	340 P	390 P		
41 E	91 P	141 T	191 P	241 P	291 P	341 P	391 M		
42 MS	92 P	142 P	192 E	242 P	292 P	342 ME	392 T		
43 P	93 P	143 P	193 P	243 P	293 E	343 DI	393 P		
44 P	94 E	144 T	194 P	244 P	294 P	344 E	394 P		
45 E	95 P	145 P	195 D	245 D	295 P	345 P	395 P		
46 P	96 P	146 T	196 E	246 T	296 P	346 P	396 P		
47 P	97 X	147 P	197 P	247 D	297 P	347 P	397 P		
48 P	98 X	148 T	198 P	248 T	298 P	348 P	398 P		
49 P	99 P	149 P	199 P	249 P	299 P	349 P	399 P		
50 P	100 P	150 P	200 P	250 E	300 P	350 P	400 P		

Muestra N° 04 corresponde a la partida de mejoramiento de subasante.

MS

MUESTREO DE TRABAJO:

NIVEL GENERAL DE ACTIVIDAD:

OBRA: SALDO DE OBRA: MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CACLIC-LUYA-LAMUD, REGIÓN AMAZONAS

HORA INICIO: 9:40 HORA FIN: 11:00

FECHA: 28/05/2021

PARTIDA: IMPRIMACIÓN

TC: Mediciones o replanteo (M), Transportes de materiales (T), Información (I), Recibir/dar instrucciones (R)
Combustible (C), Pasadas adicionales (PA), Otros X:(X)

TNC: Falla mecánica (F), Desplazamientos improductivos (DI), Paro por clima (lluvia)(PC), Esperas (E)

Liberación de área (LA), Trabajo rehecho (TR), No verificar el combustible en los equipos (NC), Descanso y tiempo de ocio (D), Otros Y:(Y)

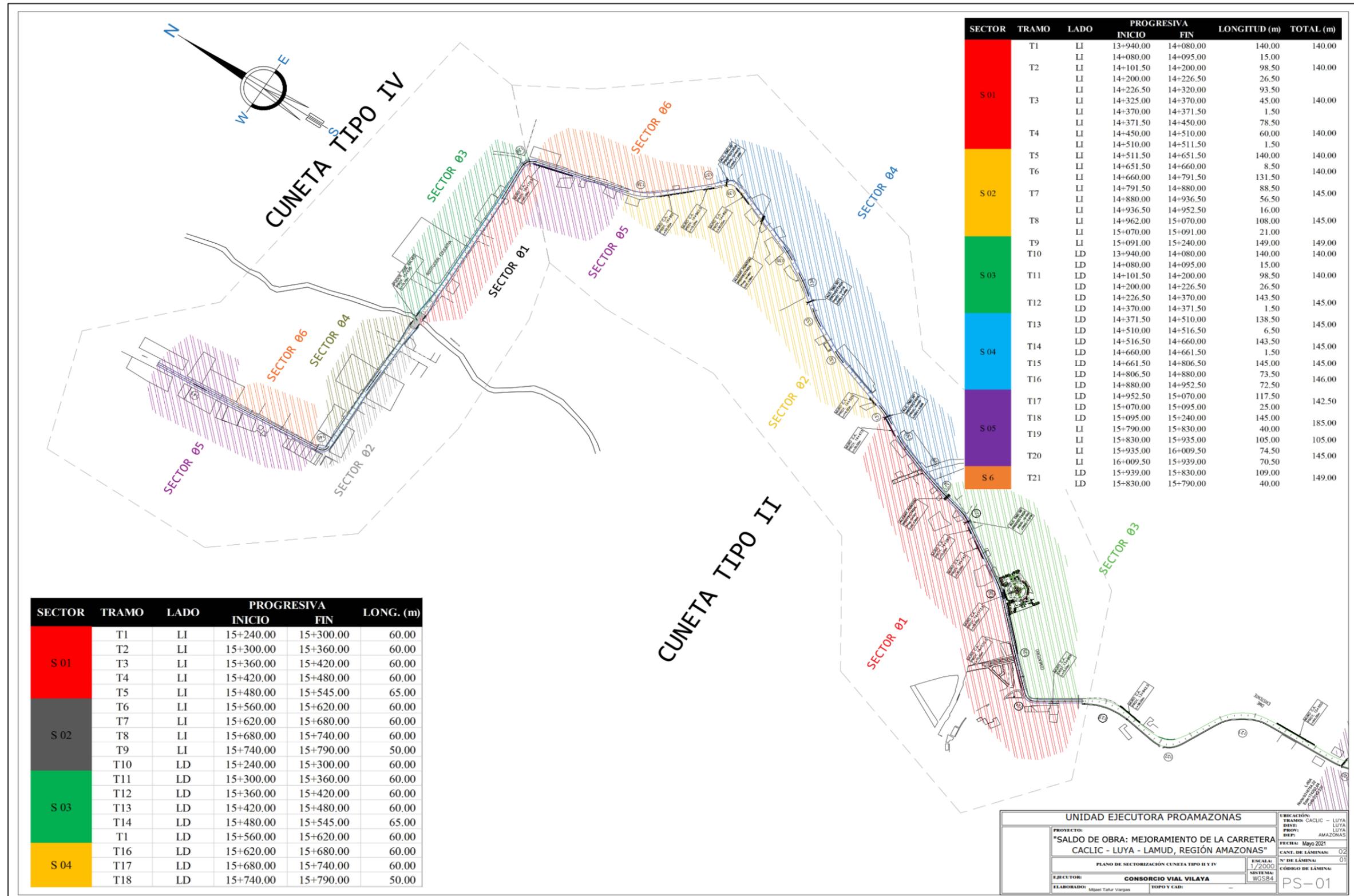
PI = Puntos de Imprimación
BRI = Bandas de Imprimación

TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO	TIPO
1 D	51 T	101 D	151 D	201 P	251 D	301 P	351 M	
2 P	52 P	102 P	152 S	202 P	252 E	302 P	352 M	
3 P	53 T	103 P	153 D	203 P	253 E	303 P	353 P	
4 P	54 P	104 P	154 E	204 T	254 E	304 P	354 P	
5 P	55 T	105 ET	155 P	205 T	255 P	305 E	355 P	
6 P	56 DM	106 ET	156 P	206 T	256 P	306 P	356 ET	
7 DM	57 Y	107 E	157 T	207 P	257 E	307 ET	357 E	
8 S	58 P	108 P	158 T	208 P	258 P	308 P	358 D	
9 P	59 D	109 P	159 T	209 DM	259 MP	309 P	359 S	
10 P	60 R	110 E	160 P	210 PCC	260 MP	310 E	360 D	
11 S	61 J	111 P	161 P	211 M	261 P	311 ET	361 S	
12 E	62 F	112 ET	162 D	212 M	262 P	312 P	362 P	
13 C	63 R	113 ET	163 E	213 M	263 ET	313 P	363 L	
14 P	64 T	114 ET	164 DM	214 MP	264 ET	314 M	364 P	
15 E	65 L	115 P	165 S	215 MP	265 D	315 PCC	365 L	
16 P	66 X	116 PCC	166 S	216 P	266 E	316 P	366 PCC	
17 S	67 D	117 P	167 S	217 P	267 P	317 P	367 P	
18 TL	68 C	118 P	168 L	218 P	268 P	318 P	368 S	
19 T	69 E	119 P	169 L	219 D	269 L	319 P	369 S	
20 T	70 P	120 P	170 P	220 ET	270 ET	320 P	370 L	
21 P	71 P	121 P	171 P	221 ET	271 ET	321 DM	371 L	
22 P	72 E	122 DM	172 L	222 ET	272 I	322 DM	372 P	
23 P	73 P	123 P	173 P	223 D	273 D	323 L	373 P	
24 P	74 P	124 P	174 L	224 L	274 T	324 L	374 L	
25 P	75 P	125 E	175 P	225 L	275 I	325 P	375 P	
26 T	76 DM	126 P	176 P	226 P	276 L	326 P	376 L	
27 E	77 E	127 ET	177 P	227 P	277 P	327 P	377 MP	
28 PCC	78 ET	128 P	178 E	228 P	278 PCC	328 L	378 P	
29 P	79 ET	129 P	179 XT	229 DM	279 PCC	329 DM	379 P	
30 P	80 ET	130 P	180 XT	230 S	280 P	330 S	380 P	
31 P	81 DM	131 E	181 XT	231 P	281 P	331 S	381 P	
32 DM	82 T	132 P	182 C	232 S	282 P	332 S	382 P	
33 DM	83 P	133 P	183 E	233 D	283 ET	333 L	383 P	
34 P	84 P	134 E	184 P	234 S	284 ET	334 ET	384 P	
35 P	85 P	135 DM	185 I	235 P	285 P	335 P	385 MP	
36 E	86 P	136 DM	186 IT	236 X	286 P	336 P	386 T	
37 ET	87 P	137 DM	187 I	237 Y	287 D	337 T	387 E	
38 ET	88 P	138 MP	188 R	238 P	288 MP	338 MP	388 DM	
39 ET	89 E	139 MP	189 R	239 Y	289 MP	339 T	389 P	
40 P	90 P	140 MS	190 R	240 P	290 D	340 MP	390 P	
41 P	91 P	141 S	191 P	241 D	291 E	341 E	391 P	
42 P	92 S	142 S	192 P	242 L	292 E	342 E	392 T	
43 P	93 S	143 S	193 P	243 P	293 S	343 P	393 MP	
44 E	94 S	144 MP	194 P	244 P	294 S	344 P	394 P	
45 Y	95 E	145 P	195 P	245 P	295 M	345 MP	395 MP	
46 Y	96 P	146 P	196 R	246 ET	296 M	346 P	396 M	
47 P	97 P	147 ET	197 R	247 ET	297 M	347 P	397 M	
48 P	98 ET	148 P	198 I	248 P	298 M	348 MP	398 M	
49 P	99 P	149 P	199 I	249 P	299 M	349 P	399 M	
50 E	100 P	150 P	200 I	250 P	300 M	350 M	400 M	

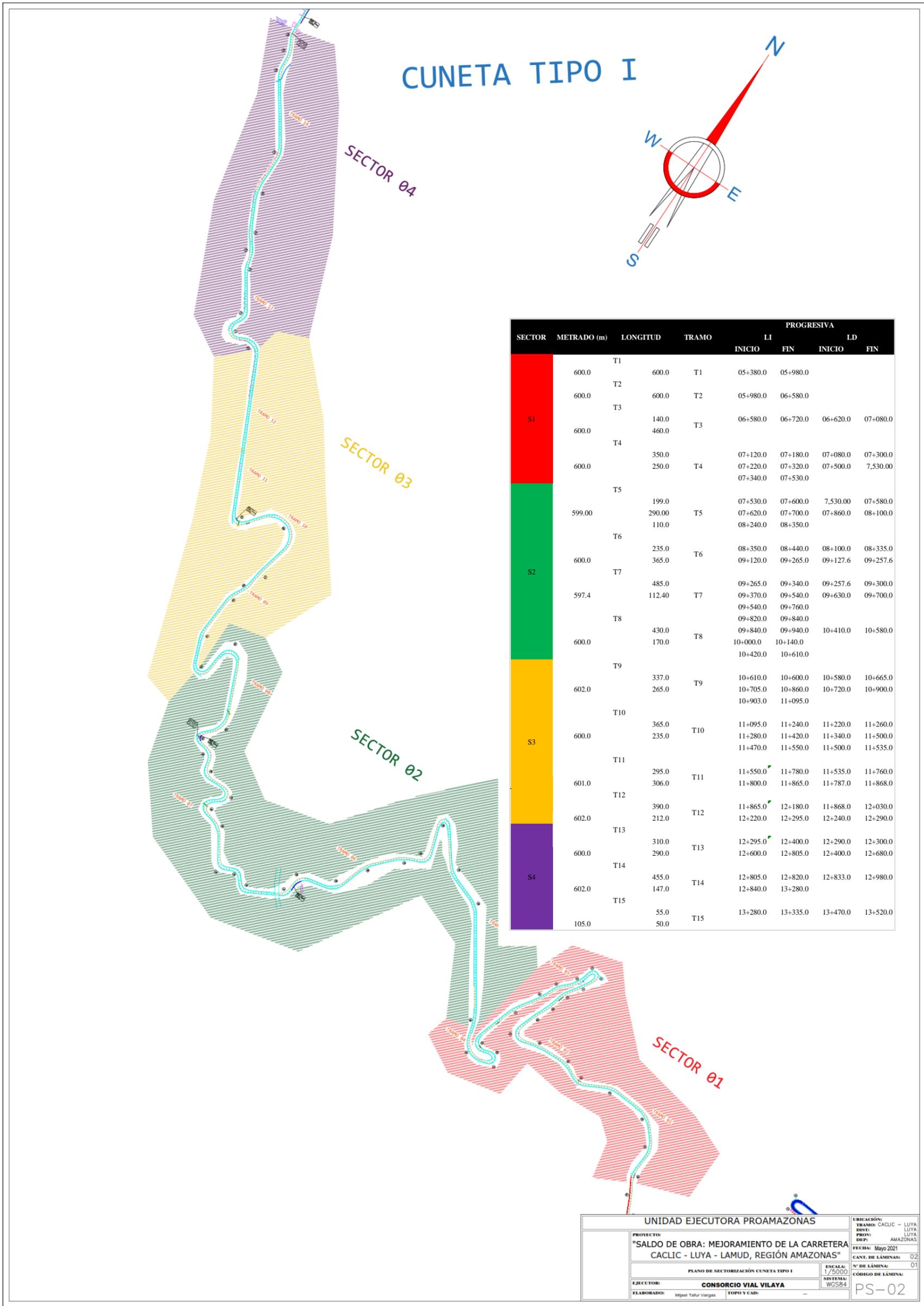
30-90°
Ten trabajo
≥ 10°
CT = Control de Trabajo

Muestra N° 04 corresponde a la partida de mejoramiento de Imprimación.

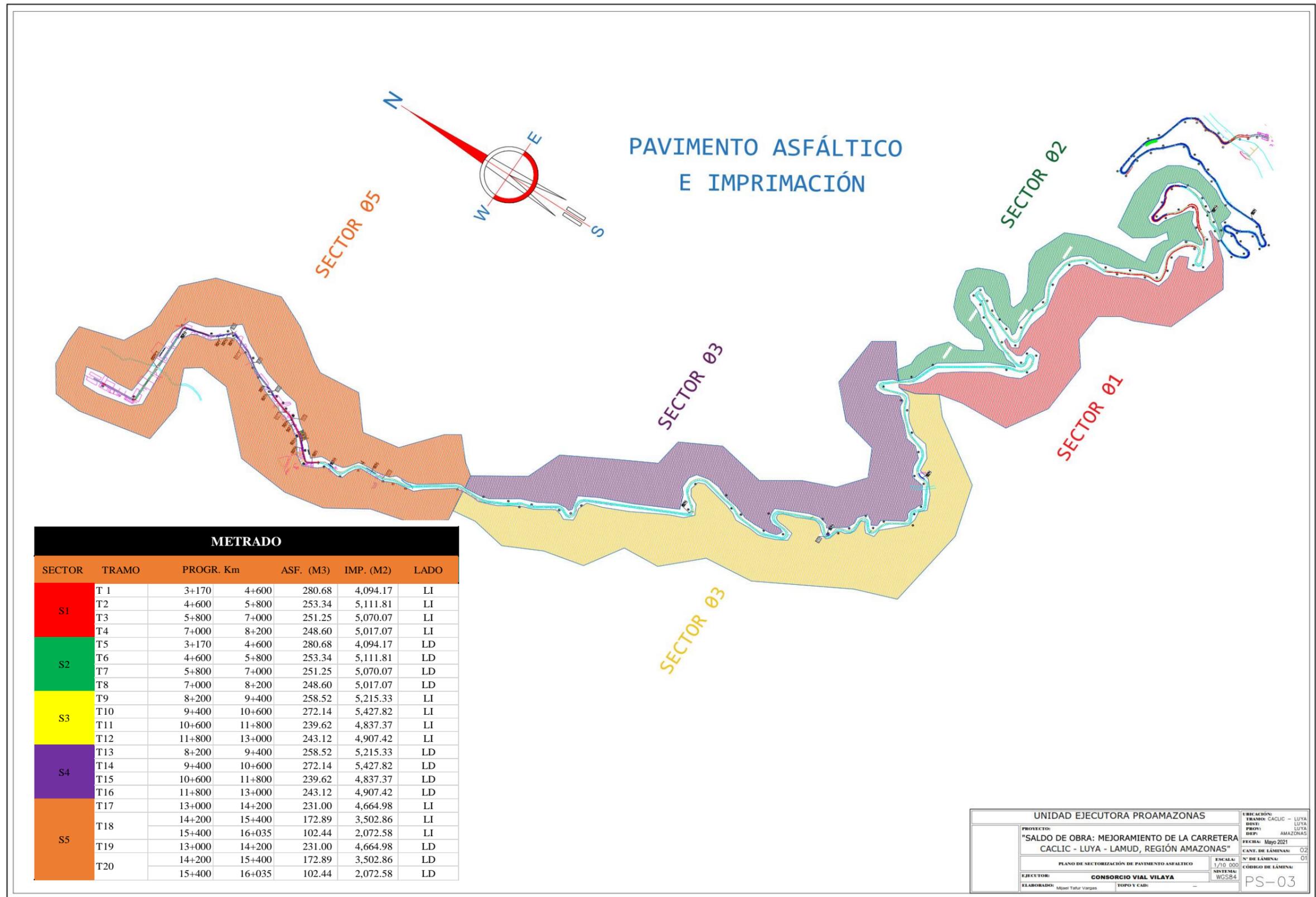
8.3.Plano de sectorización



Plano de sectorización perteneciente a la partida de la construcción de Cuneta tipo II y IV.

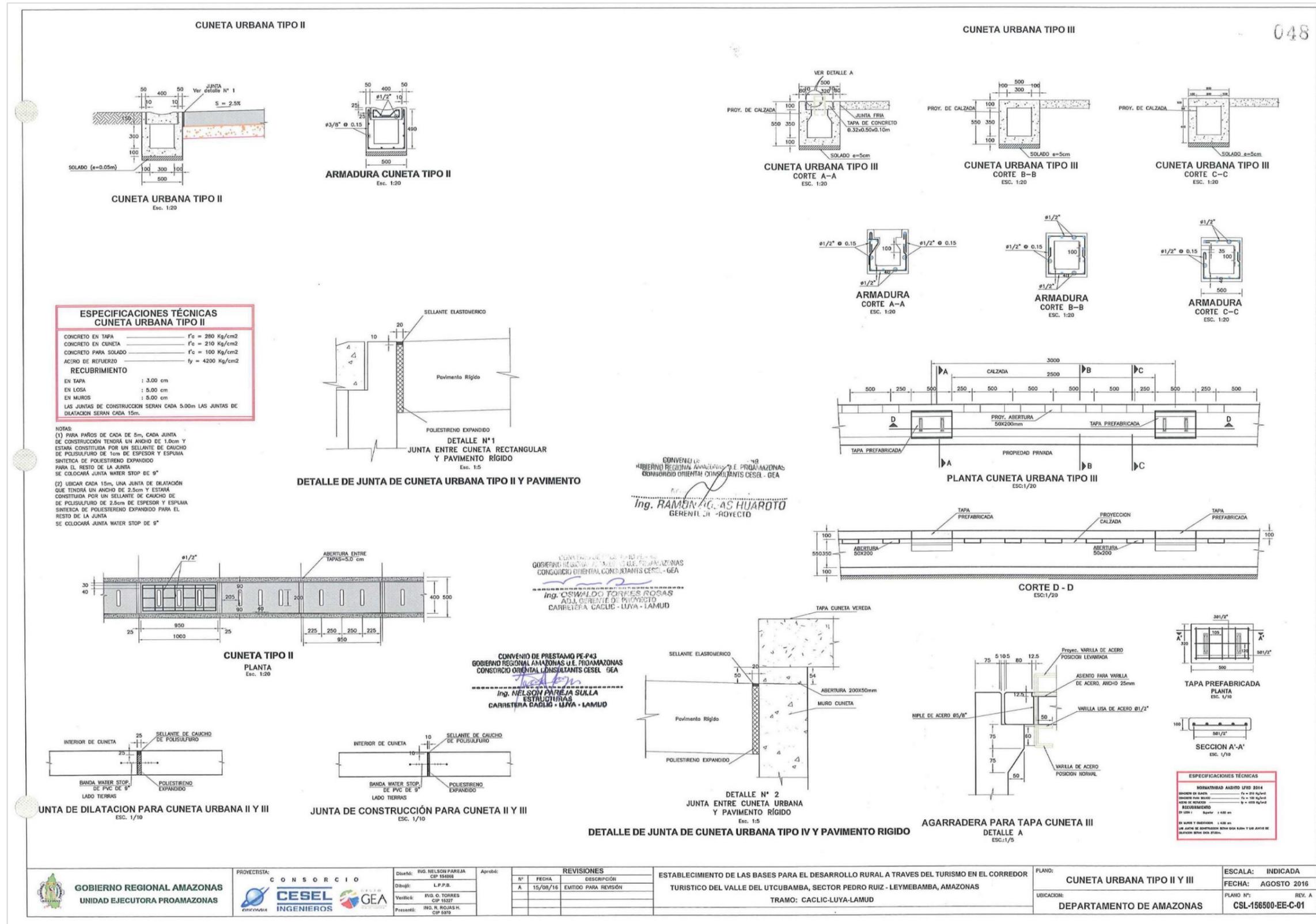


Plano de sectorización Cuneta tipo I.

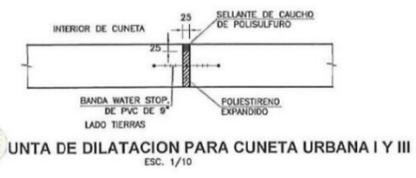
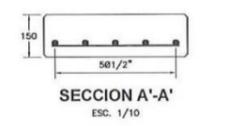
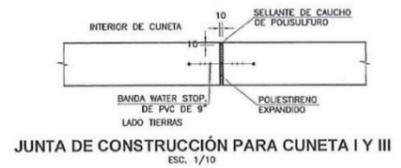
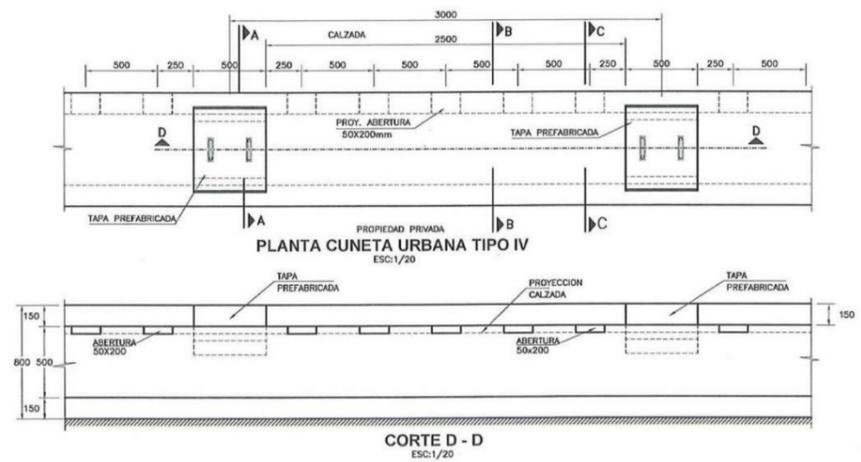
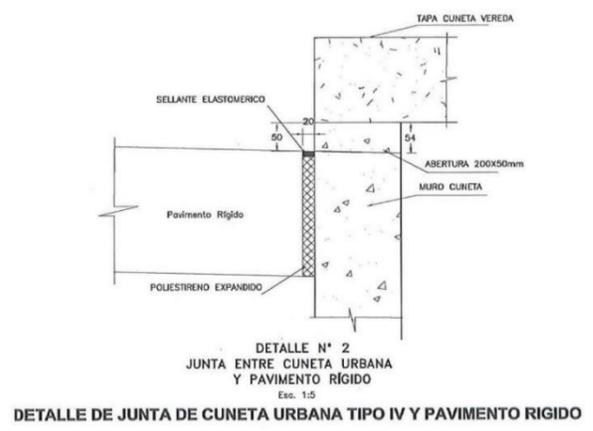
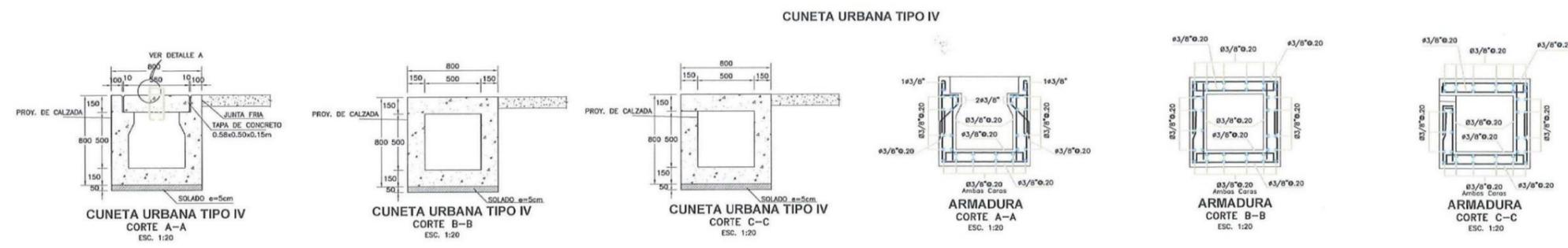


Plano de sectorización perteneciente a las partidas de Pavimento asfaltico e imprimación.

8.4.Plano de detalle del expediente técnico de obra



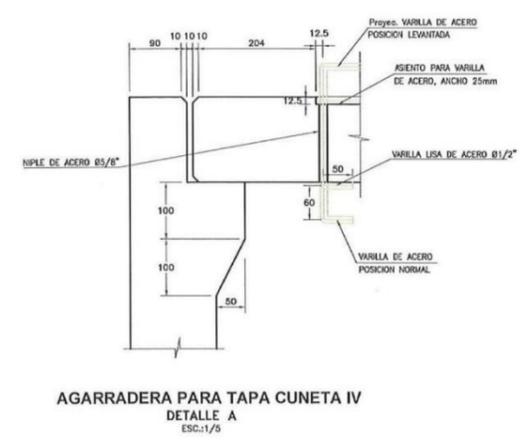
Plano de detalle de cunetas Tipo II.



GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
 CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
 Ing. RAMON ROJAS HUAROTO
 GERENTE DE PROYECTO

CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
 GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
 CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
 Ing. NELSON PAREJA SULLA
 ESTRUCTURAS
 CARRETERA CACLIC - LUYA - LAMUD

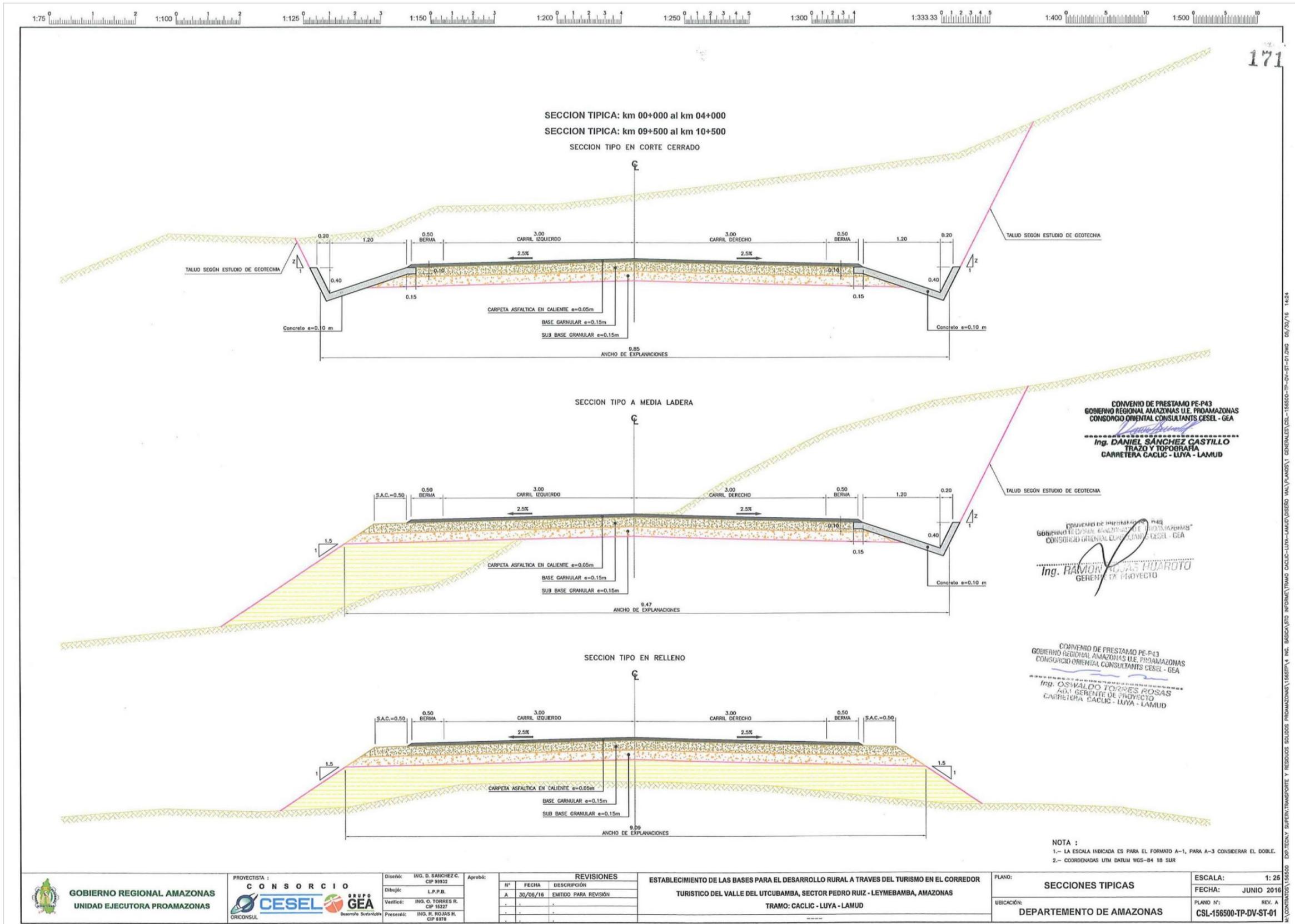
CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
 GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
 CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
 Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
 ADJ. GERENTE DE PROYECTO
 CARRETERA CACLIC - LUYA - LAMUD



ESPECIFICACIONES TECNICAS	
HORARIO DE TRABAJO	8:00 AM - 5:00 PM
TIPO DE TRABAJO	CONCRETO
RECURSOS	1.000 m ³
VALOR ESTIMADO	1.500.000
FECHA DE EMISION	15/08/2016

		Diseñó: ING. NELSON PAREJA SULLA CIP 154866 Dibujó: L.P.P.B. Verificó: ING. O. TORRES ROSAS CIP 10227 Presentó: ING. R. ROJAS HUAROTO CIP 5070	Aprobó:	REVISIONES	ESTABLECIMIENTO DE LAS BASES PARA EL DESARROLLO RURAL A TRAVES DEL TURISMO EN EL CORREDOR TURISTICO DEL VALLE DEL UTCUBAMBA, SECTOR PEDRO RUIZ - LEYMEBAMBA, AMAZONAS TRAMO: CACLIC-LUYA-LAMUD	PLANO: CUNETA URBANA TIPO IV	ESCALA: INDICADA
				N° FECHA DESCRIPCIÓN A 15/08/16 EMITIDO PARA REVISIÓN		DEPARTAMENTO DE AMAZONAS	FECHA: AGOSTO 2016

Plano de detalle de cunetas Tipo IV.



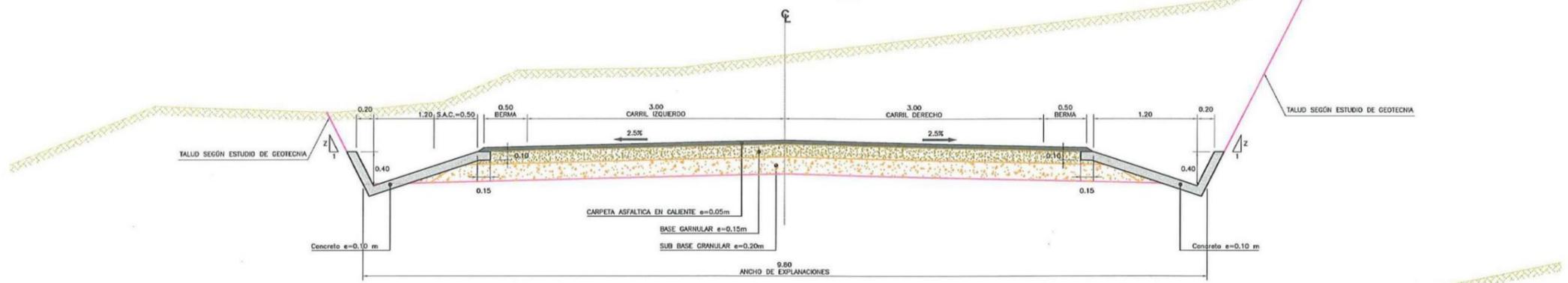
Plano de detalle de secciones típicas y cuneta Tipo I, Km 00+000 al Km 04+000 y Km 09+500 al Km 10+500.



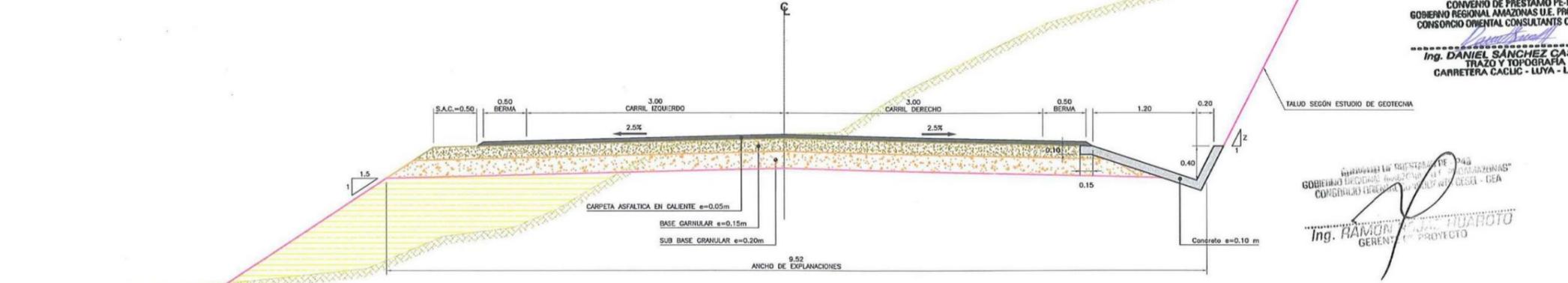
170

SECCION TIPICA: km 04+000 al km 09+500

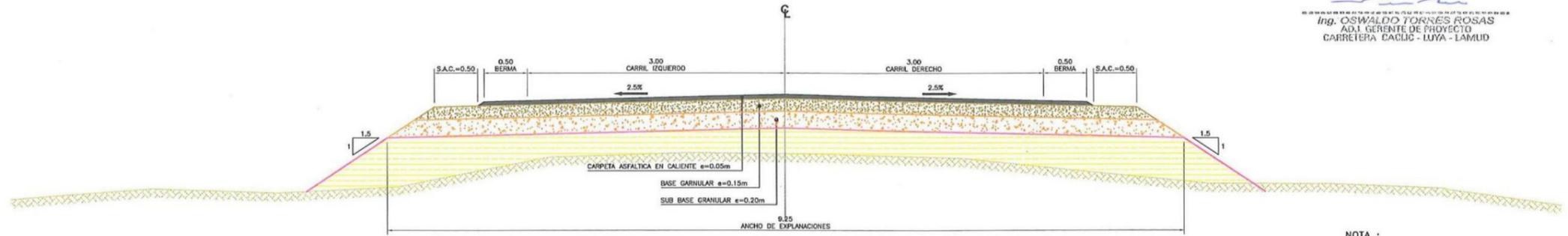
SECCION TIPO EN CORTE CERRADO



SECCION TIPO A MEDIA LADERA



SECCION TIPO EN RELLENO



CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. DANIEL SANCHEZ CASTILLO
TRAZO Y TOPOGRAFIA
CARRETERA CACLIC - LUYA - LAMUD

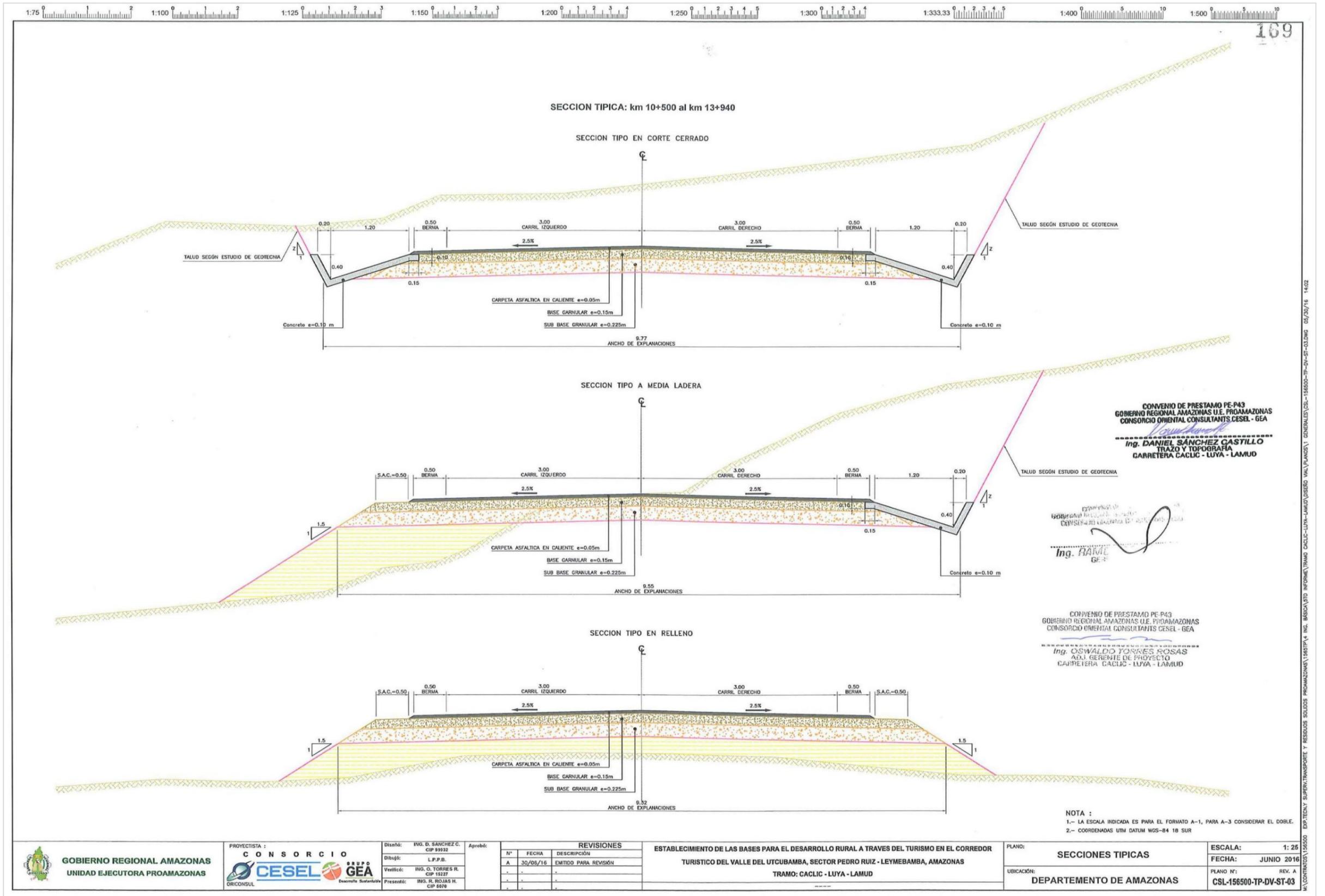
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. RAMON HUAROTO
GERENTE DE PROYECTO

CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
ADJ. GERENTE DE PROYECTO
CARRETERA CACLIC - LUYA - LAMUD

NOTA :
1.- LA ESCALA INDICADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
2.- COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 18 SUR

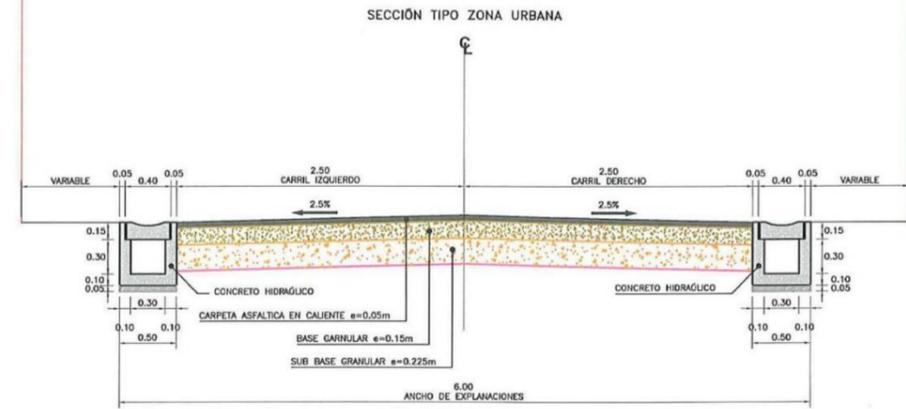
		Diseñó: ING. D. SANCHEZ C. CIP 99922	Aprobó:	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">REVISIONES</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>30/06/16</td> <td>EMITIDO PARA REVISION</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> <tr> <td>-</td> <td>-</td> <td>-</td> </tr> </tbody> </table>	REVISIONES			N°	FECHA	DESCRIPCION	A	30/06/16	EMITIDO PARA REVISION	-	-	-	-	-	-	-	-	-	<p>ESTABLECIMIENTO DE LAS BASES PARA EL DESARROLLO RURAL A TRAVES DEL TURISMO EN EL CORREDOR TURISTICO DEL VALLE DEL UTCUBAMBA, SECTOR PEDRO RUIZ - LEYMEBAMBA, AMAZONAS</p> <p>TRAMO: CACLIC - LUYA - LAMUD</p>	PLANO: SECCIONES TIPICAS	ESCALA: 1:25
		REVISIONES																							
N°	FECHA	DESCRIPCION																							
A	30/06/16	EMITIDO PARA REVISION																							
-	-	-																							
-	-	-																							
-	-	-																							
	Verificó: ING. O. TORRES R. CIP 19327 Presentó: ING. R. ROJAS H. CIP 6976	UBILOCACION: DEPARTAMENTO DE AMAZONAS	FECHA: JUNIO 2016 PLANO N°: REV. A CSL-156500-TP-DV-ST-02																						

Plano de detalle de secciones típicas y cuneta Tipo I, Km 00+000 al Km 04+000.

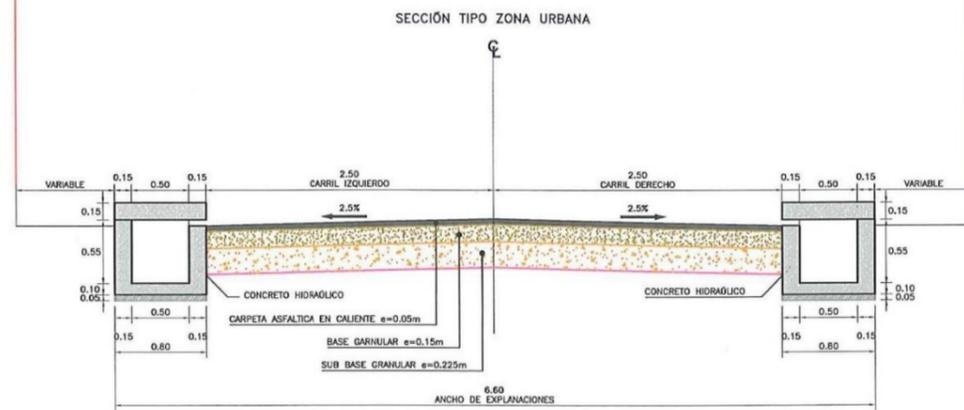


Plano de detalle de secciones típicas y cuneta Tipo I, Km 10+500al Km 13+940.

SECCIÓN TÍPICA: km 13+940 al km 15+240
SECCIÓN TÍPICA: km 15+790 al km 16+075



SECCIÓN TÍPICA: km 15+240 al km 15+790



CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. DANIEL SÁNCHEZ CASTILLO
ADJ. GERENTE DE PROYECTO
CARRETERA CACLIC - LUYA - LAMUD

CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. OSWALDO TORRES ROSAS
ADJ. GERENTE DE PROYECTO
CARRETERA CACLIC - LUYA - LAMUD

CONVENIO DE PRESTAMO PE-P43
GOBIERNO REGIONAL AMAZONAS U.E. PROAMAZONAS
CONSORCIO ORIENTAL CONSULTANTS CESEL - GEA
Ing. RAMÓN JUAN HUAROTO
GERENTE DE PROYECTO

NOTA :
1.- LA ESCALA INDICADA ES PARA EL FORMATO A-1, PARA A-3 CONSIDERAR EL DOBLE.
2.- COORDENADAS UTM DATUM WGS-84 18 SUR

		Diseño: ING. D. SANCHEZ C. CIP 99922	Aprobó:	<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">REVISIONES</th> </tr> <tr> <th>N°</th> <th>FECHA</th> <th>DESCRIPCIÓN</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>30/05/16</td> <td>EMITIDO PARA REVISIÓN</td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> <tr> <td> </td> <td> </td> <td> </td> </tr> </tbody> </table>	REVISIONES			N°	FECHA	DESCRIPCIÓN	A	30/05/16	EMITIDO PARA REVISIÓN										ESTABLECIMIENTO DE LAS BASES PARA EL DESARROLLO RURAL A TRAVÉS DEL TURISMO EN EL CORREDOR TURÍSTICO DEL VALLE DEL UTCUBAMBA, SECTOR PEDRO RUIZ - LEYMEBAMBA, AMAZONAS TRAMO: CACLIC - LUYA - LAMUD	PLANO: SECCIONES TÍPICAS	ESCALA: 1: 25
		REVISIONES																							
N°	FECHA	DESCRIPCIÓN																							
A	30/05/16	EMITIDO PARA REVISIÓN																							
Verificó: ING. O. TORRES R. CIP 19227 Presentó: ING. R. BOLAÑOS H. CIP 5679	UBICACIÓN: DEPARTAMENTO DE AMAZONAS	FECHA: JUNIO 2016 PLANO N°: CSL-156500-TP-DV-ST-04 REV. A																							

Plano de detalle de secciones típicas y cuneta Tipo I, Km 13+940 al Km 15+240 y Km 15+790 al Km 16+075.