

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE INGENIERÍA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS

**“PLANIFICACIÓN Y CONTROL DEL COSTO OPERATIVO
DE UN PROYECTO DE MEJORAMIENTO Y
CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO”**

PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

ELABORADO POR

GUSTAVO CLAUDIO GÓMEZ

ASESOR

MSc. EDWIN WILDER APOLINARIO MORALES

Lima- Perú

2023

© 2023, Universidad Nacional de Ingeniería. Todos los derechos reservados
**“El autor autoriza a la UNI a reproducir de la Tesis en su totalidad o en parte,
con fines estrictamente académicos.”**

Claudio Gómez, Gustavo
gustavoclaudiogomez@gmail.com
(+51) 931 879 618

DEDICATORIA

A Dios, por brindarme sabiduría y guiar mi camino.

A mis padres y hermanos, quienes con mucho amor y esfuerzo me brindaron su apoyo desinteresado, e inculcaron valores y principios que rigen mi vida.

ÍNDICE

RESUMEN.....	6
ABSTRACT.....	7
PRÓLOGO.....	8
LISTA DE TABLAS.....	9
LISTA DE FIGURAS	10
LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS.....	13
CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN.....	14
1.1 ANTECEDENTES	15
1.2 PROBLEMÁTICA	16
1.3 JUSTIFICACIÓN	17
1.4 OBJETIVOS	17
1.5 HIPÓTESIS GENERAL	18
1.6 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS	18
1.7 METODOLOGÍA.....	18
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL	19
2.1 PLANIFICACIÓN.....	19
2.2 NIVELES DE PLANIFICACIÓN	19
2.2.1 Planificación estratégica	20
2.2.2 Planificación táctica	20
2.2.3 Planificación operacional	20
2.3 ETAPAS DE LA PLANIFICACIÓN.....	20
2.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA: LEAN THINKING.....	21
2.4.1 Reseña histórica	21
2.4.2 Lean Production.....	22
2.4.3 Desperdicios en Lean Production	23
2.5 LA CONSTRUCCIÓN SEGÚN ENFOQUE LEAN.....	25

2.6 LEAN CONTRUCTION	25
2.6.1 Reseña histórica	25
2.6.2 Definición de Lean Construction	26
2.7 LAST PLANNER SYSTEM (LPS) O SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR (SUP)	26
2.7.1 Sistema tradicional de planificación	27
2.7.2 Sistema de planificación lean.....	27
2.7.3 Estructura del sistema ultimo planificador	28
2.7.3.1 Programa maestro.....	29
2.7.3.2 Planificación intermedia (LOOKAHEAD)	30
2.7.3.3 Planificación a corto plazo o plan semanal	33
2.7.3.4 Porcentaje de plan completado (PPC).....	33
2.7.3.5 Las causas de no cumplimiento (CNC)	34
2.8 MEJORA CONTINUA.....	34
2.9 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUA.....	36
2.9.1 Metodología de los 5 PORQUÉS	36
2.9.2 Diagrama de Pareto.....	36
2.10 SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	37
2.10.1 Tipos de control.	38
2.11 HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL.....	40
2.11.1 Valor ganado	40
2.11.2 Indicadores de valor ganado	40
2.12 VALUE ESTREAM MAPPING (VSM)	42
2.12.1 Ventajas de Value Estream Mapping	43
2.12.2 Metodología de Value Estream Mapping	43
2.12.3 Etapas de Value Estream Mapping	43
2.12.3.1 Seleccione la familia de productos	43
2.12.3.2 Dibujar el mapa de estado actual	44

2.12.3.3 Dibujar el mapa del estado futuro	44
2.12.3.4 Iconos de mapeo de flujo de valor	44
CAPÍTULO III. FUDAMENTOS DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO.....	46
3.1 GESTIÓN VIAL	46
3.2 GESTIÓN DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL	46
3.3 NIVELES DE INTERVENCION EN OBRAS VIALES	46
3.4 NIVELES DE SERVICIO	47
3.4.1 Parámetros de medición de Niveles de Servicio	47
3.4.2 Tolerancias de los parámetros de Niveles de Servicio	48
3.5 MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL.....	50
3.5.1 Mejoramiento a nivel de solución básica de inversión	50
3.5.2 Conservación vial	51
CAPÍTULO IV. APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER Y CONTROL DEL COSTO OPERATIVO.....	53
4.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO	53
4.1.1 Ubicación geográfica del proyecto	53
4.1.2 Alcance del proyecto.....	54
4.1.3 Cronograma de intervención del proyecto.....	55
4.2 OBJETO DE ESTUDIO	56
4.3 PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO OFERTA	58
4.4 METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO	59
4.4.1 Reunión de coordinación	59
4.4.2 Planificación maestra.....	60
4.4.3 Planificación intermedia	67
4.4.3.1 <i>Look Ahead Plan</i>	67
4.4.3.2 <i>Gestión de restricciones</i>	74
4.4.3.3 <i>Análisis de restricciones</i>	74

4.4.4 Plan Semanal	75
4.4.5 P.P.C	78
4.4.6 C.N.C.....	81
4.4.7 P.C.R.....	83
4.4.8 Panel de control.....	84
4.5 PLANIFICACIÓN DE LA CONSERVACIÓN VIAL	85
4.6 METODOLOGÍA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO	88
4.6.1 Control de producción.....	88
4.6.2 Control de costo.....	90
4.6.2.1 Valor Ganado	90
4.6.2.2 Estructura de control	90
4.6.2.3 Procedimiento	92
4.6.2.4 Información requerida.....	93
4.6.2.5 Costo planeado (PV)	94
4.6.2.6 Costo Real (AC)	96
4.6.2.7 Valor Ganado (EV).....	102
4.6.3 Mapa de cadena de valor.....	103
4.6.3.1 Mapa de cadena de valor (VSM) estado actual.	107
CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS	115
5.1 MEDICIÓN DE LAS VARIACIONES.....	115
5.2 INDICADORES DE DESEMPEÑO	115
5.2.1 Análisis de costo unitario	116
5.3 ANÁLISIS DE TENDENCIA.....	120
5.4 RESULTADOS AL CIERRE	121
5.5 TRAZABILIDAD DE INDICADORES DE VALOR GANADO	122
5.6 TRAZABILIDAD DE NIVELES DE SERVICIO DE LA CONSERVACION.	122
CONCLUSIONES.....	124

RECOMENDACIONES.....	125
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	126
ANEXOS.....	129

RESUMEN

La presente tesis se enfoca en dar a conocer la implementación de la planificación Last Planner, en el rubro de la infraestructura vial, con la finalidad de mejorar el proceso de programación de las diferentes actividades del proyecto. La particularidad del método es hacer una planificación en etapas, la cual inicia con la planificación maestra, seguidamente se realiza la planificación intermedia y finalmente se realiza planificación semanal, este último se llama inventario de trabajo ejecutable, el cual viene a ser actividades con alta probabilidad de cumplirse, a su vez, el cumplimiento del programa semanal se verificó en forma permanente con el indicador porcentaje de plan completado y con ello se ha conocido el desempeño del proyecto y por ende el cumplimiento del plazo.

No basta realizar la planificación en un proyecto para lograr su éxito, sino, se tiene que integrar con otras herramientas para obtener buenos resultados en desempeño a nivel de costo y tiempo, es por ello que en la presente tesis, también se ha realizado el seguimiento y control del costo planeado y costo real con herramienta de valor ganado, mediante el cual ha permitido conocer permanentemente desviaciones de costo planeado y costo real, con la finalidad de optimizar el presupuesto durante la ejecución física del proyecto.

En la presente tesis también se realizó un estudio de tiempos mediante el mapa de cadena de valor con la finalidad de diagnosticar y determinar los tiempos productivos e improductivos. Además, se ha cuantificado la demanda de tiempo efectivo para cumplir con la programación de obra y ello se ha corroborado con el tiempo real del ciclo para un determinado proceso constructivo, y así, se ha podido concluir que, si la actividad se ejecutaba a un ritmo menor o mayor, en el caso que el ritmo de producción es menor, se verificaba en cuál de las estaciones de transformación del proceso recaía demoras.

ABSTRACT

This thesis focuses on publicizing the application of the Last Planner system as a planning method in the field of road infrastructure, in order to improve the programming process of the different project activities. The particularity of the method is planning in stages, it begins with master planning, then intermediate planning is carried out and finally weekly planning is carried out, the latter is called executable work inventory, which is activities with a high probability of being fulfilled. In turn, compliance with the weekly program was permanently verified with the indicator percentage of plan completed and with this the project's performance has been known.

It is not enough to carry out the planning in a project to achieve its success, but rather, it has to be integrated with other tools to obtain good results in performance at the cost and time level, which is why in this thesis the monitoring and control has been carried out. with earned value tool, and through which it has allowed to permanently know deviations of actual cost, actual cost, planned cost and earned value. And the results obtained helped identify variables that impacted the utility of the project.

In this thesis, a time study was also carried out using the value chain map with the purpose of diagnosing and determining productive and unproductive times, in addition, the demand for effective time to comply with the work schedule has been quantified. It has been corroborated with the real time of the cycle for a certain construction process, and thus, it has been possible to conclude, if the activity was executed at a lower or higher rate, in the case that the production rate is lower, it was verified in which of the transformation stations of the process fell delays.

PRÓLOGO

En el desarrollo de la tesis se aplica el sistema Last Planner para mejorar el proceso de programación de las diferentes actividades que comprende el proyecto de infraestructura vial denominado “Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio”. Además, se hace el seguimiento y control con herramienta de valor ganado y se realiza un estudio de mapa de cadena de valor con la finalidad de diagnosticar y determinar los tiempos improductivos, con la finalidad de mejorar la eficiencia de los procesos constructivos.

La metodología Last Planner Sistem, aplicada a la planificación a proyectos y basada en los principios de la filosofía Lean Construction, se utiliza con mayor frecuencia en la construcción de edificaciones dando excelentes resultados, pero en proyectos de infraestructura vial no es muy frecuente su uso.

Mediante la metodología Last Planner se logra optimizar los recursos y mejorar la productividad en los proyectos de infraestructura vial que están orientados al mejoramiento y la conservación Vial por Niveles de Servicio, la cual nos garantiza un mejor control de los plazos, costo y calidad de acuerdo a los indicadores obtenidos, realizando las respectivas recomendaciones para su aplicación las cuales representan oportunidades de mejora continua en los futuros proyectos de infraestructura vial.

Con el desarrollo de la tesis se presenta un gran aporte para la planificación de proyectos de infraestructura vial y mediante la integración con otras herramientas se obtienen buenos resultados de desempeño a nivel de costo y tiempo.

LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Los 7 desperdicios de Taiichi Ohno +1	23
Tabla 2.2 Íconos del VSM.....	44
Tabla 3.1 Categorías en la medición de Niveles de Servicio.....	48
Tabla 4.1 Ubicación de los 08 Tramos del corredor vial.....	54
Tabla 4.2 Resumen de tramos del corredor vial.....	55
Tabla 4.3 Ubicación de canteras en el Tramo 2.....	57
Tabla 4.4 Ubicación de áreas de DME del Tramo 2.....	57
Tabla 4.5 Ubicación de Fuente de Agua - Tramo 2.....	57
Tabla 4.6 Estructura de control para el mejoramiento	90
Tabla 4.7 Presupuesto total planeado (PV).....	94
Tabla 4.8 Costo semanal y acumulado por fase y partida.....	100
Tabla 4.9 Variación de costo real respecto al planeado	101
Tabla 4.10 Reporte del valor ganado	102
Tabla 4.11 Datos de medición en el mapa de cadena de valor	104
Tabla 4.12 Procesos según incidencia.....	107
Tabla 4.13 Tiempo efectivo.....	109
Tabla 4.14 Clasificación de actividades – Proceso 1	110
Tabla 4.15 Estudio de tiempos - Proceso 1.....	110
Tabla 4.16 Clasificación de actividades – Proceso 2	111
Tabla 4.17 Estudio de tiempos-Proceso 2.....	111
Tabla 4.18 Avance de metrados - Proceso 2	111
Tabla 4.19 Estudio de tiempos - Proceso 3.....	112
Tabla 5.1 Costo unitario diario para la partida SB5242	118
Tabla 5.2 Propuestas de mejora.....	120

LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Niveles de Planificación	20
Figura 2.2 Enfoque tradicional vs Enfoque Lean.....	25
Figura 2.3 Metodología de la planificación tradicional	27
Figura 2.4 Esquema del debe – se puede – se hará.....	28
Figura 2.5 Estructura de Planificación en cascada.....	29
Figura 2.6 Esquema del debe – se puede – se hará.....	29
Figura 2.7 Revisión de actividades antes del ingreso al Lookahead	31
Figura 2.8 El PDCA se considera como una mejora en el proceso de trabajo ...	35
Figura 2.9 Plantilla para hacer el seguimiento de la mejora continua.....	35
Figura 2.10 Metodología de los 5 PORQUÉS	36
Figura 2.11 Categorías de Causas de no Cumplimiento	37
Figura 2.12 Diagrama de Pareto para las causas de no cumplimiento.....	37
Figura 2.13 Curva del valor ganado	41
Figura 2.14 Grafica proyecciones, estimación del EAC.....	41
Figura 2.15 Proyecciones en el valor ganado	42
Figura 2.16 Etapas de Value Estream Mapping.....	43
Figura 3.1 Criterios para medición de niveles de servicio	49
Figura 3.2 Procedimiento para la intervención del componente mejoramiento...	50
Figura 3.3 Trabajos de intervención en el mejoramiento.....	51
Figura 3.4 Componentes de la conservación vial.....	52
Figura 3.5 Procedimiento para la intervención del componente mejoramiento...	52
Figura 4.1 Ubicación geográfica del proyecto	54
Figura 4.2 Cronograma de intervenciones	56
Figura 4.3 Ubicación satelital del tramo 2	56
Figura 4.4 Presupuesto contractual del Tramo -2	58
Figura 4.5 Curva S del cronograma programado	59
Figura 4.6 Planificación basado en el ciclo PDCA.....	59
Figura 4.7 Proceso de planificación establecido en reunión de obra.....	60
Figura 4.8 Esquema del Tramo - 2	60
Figura 4.9 Estructura de descomposición del trabajo.....	61
Figura 4.10 Estructura de descomposición de la organización (EDO).....	61
Figura 4.11 Metrados del mejoramiento-Tramo 2	63
Figura 4.12 Leyenda de actividades DTC	65

Figura 4.13 Plan maestro para la ejecución del mejoramiento	66
Figura 4.14 Plan intermedio de explanaciones	67
Figura 4.15 Plan a 4 semanas señalización-mayo 2021	71
Figura 4.16 Plan a 4 semanas para explanaciones-mayo 2021	72
Figura 4.17 Plan a 4 semanas para trabajos en plataforma-mayo 2021	72
Figura 4.18 Plan a 4 semanas de obras de arte y drenaje-mayo 2021	73
Figura 4.19 Clasificación de las restricciones	74
Figura 4.20 Plan de trabajo semanal	77
Figura 4.21 Cálculo del P.P.C semana 08	80
Figura 4.22 Causas de no cumplimiento Semana 08	82
Figura 4.23 Cumplimiento de restricciones	83
Figura 4.24 Nivel de cumplimiento semana 08	83
Figura 4.25 Panel de control	84
Figura 4.26 Look Ahead para la conservación vial	85
Figura 4.27 Análisis de restricciones	86
Figura 4.28 Programa semanal de trabajo	86
Figura 4.29 Análisis de causas de no cumplimiento	87
Figura 4.30 Gráfica porcentaje de cumplimiento (vs) % de NS	87
Figura 4.31 Seguimiento de producción	88
Figura 4.32 Reporte de seguimiento de producción real	89
Figura 4.33 Curva S de producción	89
Figura 4.34 Procedimiento de obtención de información	92
Figura 4.35 Reporte de almacén	93
Figura 4.36 Reporte de recursos humanos	93
Figura 4.37 Reporte del área de equipos	94
Figura 4.38 Curva S del costo planeado (PV)	96
Figura 4.39 Consumo de recursos para la partida SB5231	97
Figura 4.40 Detalle de consumo de recursos para la partida SB5242	97
Figura 4.41 Detalle de consumo de recursos para la partida SB5232	98
Figura 4.42 Detalle de consumo de recursos para la partida SB5231	98
Figura 4.43 Costo semanal y acumulado de la partida de control SB5231	99
Figura 4.44 Costo semanal y acumulado de la partida de control SB5232	99
Figura 4.45 Costo semanal y acumulado de la partida de control SB5241	99
Figura 4.46 Costo semanal y acumulado de la partida de control SB5242	100
Figura 4.47 Curva "S" del costo planeado vs costo real	101

Figura 4.48 Curva S de costo planeado – real - valor ganado.....	103
Figura 4.49 Diagrama Pareto de procesos según incidencia	106
Figura 4.50 Procesos de transformación - SB5242.....	108
Figura 4.51 Mapa de cadena de valor de la situación inicial - SB5242.....	113
Figura 4.52 Mapa de cadena de situación futura	114
Figura 5.1 Gráfica SPI y CPI del proyecto.....	116
Figura 5.2 Formato diario de producción	117
Figura 5.3 Gráfica de variación de costo unitario partida SB5242.....	119
Figura 5.4 Diagrama Ishikawa para la partida colocación de micropavimento.	119
Figura 5.5 Trazabilidad de los indicadores de valor ganado	122
Figura 5.6 Trazabilidad de niveles de servicio	123

LISTA DE SÍMBOLOS Y SIGLAS

CNC	Causas de no Cumplimiento
CPI	Cost Performance Index (Índice de desempeño de costo)
DTC	Diagrama Tiempo Camino
EDT	Estructura de Descomposición del Trabajo
EDO	Estructura de Descomposición de la Organización
IGLC	Grupo Internacional de Lean Construction
ITE	Inventario de Trabajo Ejecutable
LC	Lean Construction
LPS	Last Planner System
OT	Oficina Técnica
PC	Plan de Conservación
PDCA	Plan – Do – Check – Act
PGV	Programa de Gestión Vial
PM	Plan de Mejoramiento
PMBOK	Project Management Body of Knowledge
PPC	Porcentaje de Plan Completado
SPI	Schedule Performance Index (Índice de desempeño de costo)
SUP	Sistema Ultimo Planificador
VSM	Value Stream Mapping

CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años se han incrementado los contratos entre (estado peruano – empresas privadas) para la ejecución de proyectos de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio, por consiguiente, las empresas encargadas de ejecutar el proyecto buscan métodos eficientes para el desarrollo de la planificación y la gestión del control de costo con la finalidad de economizar sus operaciones.

Para el desarrollo de la planificación de un proyecto existen diferentes métodos, cada de uno de ellos aportan un valor diferente, sin embargo, la aplicación del método de planificación con sistema Last Planner ha dado buenos resultados durante la ejecución de los proyectos, se han podido cumplir los objetivos dentro de los plazos establecidos.

En la etapa de construcción todo proyecto requiere de una medición permanente de indicadores como (tiempo, costo, alcance, utilidad, margen, etc.) esto se hace realidad a través de la gestión de seguimiento y control con la finalidad de poder conocer el performance del proyecto, es decir si el proyecto es rentable o no.

En la presente investigación se ha implementado la planificación Last Planner, con la finalidad de mejorar el cumplimiento del plazo, asimismo se ha realizado la gestión del seguimiento y control de costo, para optimizar el presupuesto del proyecto, de la misma manera, se ha identificado el mapa de cadena de valor para mejorar la eficiencia de procesos durante la ejecución física de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

El desarrollo de la investigación se organizó en cinco (05) capítulos, como se describe a continuación:

El Capítulo I, inicia con una breve introducción a la presente investigación, antecedentes de la planificación y el control de costo en el rubro de la construcción, asimismo se explica la problemática y la justificación de la misma el cual conlleva a definir los objetivos e hipótesis de la investigación y establece la metodología de trabajo a seguir para lograr el objetivo definido.

El Capítulo II, aborda todos los conceptos necesarios para comprender el desarrollo de la presente tesis; en ello se resalta ideas acerca de la planificación desde la evolución hasta la aplicación en la industria de la construcción.

El Capítulo III, presenta los fundamentos del mejoramiento y la conservación vial por niveles de servicio el cual viene ser el rubro del proyecto sobre el cual se realiza la aplicación de la planificación y el control de costo operativo para el logro de objetivos de la presente investigación.

El Capítulo IV, es el desarrollo de los objetivos planteados en la presente tesis en el siguiente orden: el método de planificación empleado durante el desarrollo del proyecto de mejoramiento y conservación periódica, el control de costo con la herramienta valor ganado y el mapa de cadena de valor para la mejora de procesos.

El Capítulo V, presenta el análisis de los resultados obtenidos y la trazabilidad de indicadores de planificación y control de costo. Finalmente se presenta las conclusiones y recomendaciones de la presente tesis.

1.1 ANTECEDENTES

El trabajo de tesis que se va desarrollar se enmarca como parte de la experiencia obtenida en el proyecto: Servicio de Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio del Corredor Vial, Ninacaca –Huachón – Quiparacra – Mallan; C.P La suiza – Chontabamba – Oxapampa; PE-5NA (Abra) – Villa Rica; Carhuamayo – Mancan – Capillas; San Ramón - La Auvernia – La Promisora; Yanac – Tambo - Ulcumayo – Mancan, en la cual el contratista es una empresa privada.

Los proyectos de mejoramiento y conservación vial, se caracterizan por ser un contrato de servicio, con actividades de mejoramiento puntual a nivel de soluciones básicas.

La finalidad de los proyectos de mejoramiento y conservación vial es garantizar la transitabilidad y preservar el estado funcional de las vías a través de una mejora de los indicadores de nivel de servicio, “...estos son parámetros de medición agrupados en categorías de: niveles de servicio de pavimento, niveles de servicio de seguridad vial y niveles de servicio de obras de arte y elementos de drenaje” (Obando, 2010).

En el Perú, desde el año 2007, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones; a través de Provias Nacional, viene llevando a cabo licitaciones para la contratación de servicio de Mejoramiento y Conservación Vial por Niveles de Servicio, muchos de los proyectos adjudicados a empresas constructoras, tienen como característica lo siguiente: el valor referencial está en el orden de 150 millones de

soles, el plazo contractual es igual o superior a 5 años, y los tramos a intervenir son mayores de 150 Km, estas dos últimas variables tienen un impacto en el desarrollo de la planificación, distribución de los frentes de trabajo y por ende en el costo que se incurre durante la ejecución del proyecto.

“Para poder llevar a cabo el desarrollo de una obra sin mayores contratiempos y llegar a concluirlo en el tiempo previsto, es necesario, concebir una adecuada planificación, que, en forma armoniosa, nos permita hacer un uso adecuado de sus diferentes elementos tales como: los materiales, maquinarias, personas, recurso financiero, tiempo, dirección, información tecnológica, seguridad, protección del medio ambiente, etc.” (Mallma, 2011).

Estudios y análisis realizados hasta ahora, revelan que las empresas que usaron en la planificación de sus operaciones, Sistema Last Planner, el cual se enfoca en la filosofía de Lean Construction, han obtenido altos niveles de rendimiento en cuanto a reducción de costos, cumplimiento de los plazos, incremento de productividad, mayor calidad, mejor gestión de riesgos y flujo continuo de los procesos productivos (Pons, 2014).

1.2 PROBLEMÁTICA

El sector construcción siempre ha sido asociado a un mal desempeño. El mayor problema que este presenta hoy en día es la dificultad para poder cumplir con los plazos y cronograma de obra, que son cada vez más cortos, establecidos ya sea por la propia empresa constructora o por parte del cliente. En el caso de proyectos viales, la mayor causa de esta dificultad se debe a la variabilidad de la planificación, principal fuente de pérdidas, debido a que implica una interrupción de los flujos principales de la construcción, baja productividad y calidad con respecto a otras industrias como por ejemplo la manufacturera (López, 2015).

Los proyectos de mejoramiento y conservación vial a diferencia de obras de edificación (zona de trabajo puntual) se caracterizan, porque las intervenciones de las actividades que corresponden a: solución básica de inversión, conservación periódica y mantenimiento rutinario, se desarrollan en tramos extensos, entonces cuando se realiza un control de la planificación y costos, muchas veces la información que se requiere no llega de manera oportuna a la oficina de proyectos, en vista de esto, se debe asignar controladores en los frentes de trabajo, previa capacitación del tema, y ellos serán los encargados de llenar los formatos de

reporte diaria de producción (RDP), los partes diarios de equipos (PDE) y las ocurrencias que puedan haber impactado en el cumplimiento de las actividades.

Es abundante el enfoque, sobre el uso del sistema Last Planner en la planificación, así como el análisis del valor ganado y resultado operativo en la gestión del control de costo, en proyectos de construcción del rubro de edificaciones e inmobiliaria, el cual ha hecho que mejore de manera significativa las operaciones en dicho sector, sin embargo, este aún no se ha replicado en la gestión de proyectos de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio, precisamente con el desarrollo de la tesis se busca completar esa brecha.

1.3 JUSTIFICACIÓN

En los últimos años la aplicación del sistema Last Planner, durante la etapa de planificación de proyectos se ha incrementado, sin embargo, el incremento de la metodología Last Planner ha sido más enfocado en el rubro de la construcción de proyectos de edificación. Para la planificación de proyectos de infraestructura vial se usa metodologías tradicionales que han quedado rezagados, en la presente tesis se emplea el sistema Last Planner para la planificación de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio. De la misma manera se realiza la gestión del seguimiento y control de costo, con el fin de optimizar el presupuesto del proyecto, mediante el análisis de desviaciones.

1.4 OBJETIVOS

Objetivo General

- Implementar la planificación Last Planner, y la gestión del seguimiento y control de costo operativo, para mejorar el cumplimiento del plazo y optimizar el presupuesto; en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

Objetivos Específicos

- Implementar la planificación Last Planner, con la finalidad de medir el nivel de cumplimiento del plazo con el indicador “porcentaje de plan completado” en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.
- Implementar la gestión de seguimiento y control del costo planeado y costo real, con método de valor ganado, para optimizar el presupuesto en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

- Identificar el “mapa de flujo de valor” (VSM) para mejorar la eficiencia de procesos en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

1.5 HIPÓTESIS GENERAL

- Implementando la planificación Last Planner y la gestión del seguimiento y control de costo operativo, mejorará significativamente el cumplimiento del plazo, el cual tendrá como efecto la optimización del presupuesto del proyecto, en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

1.6 HIPÓTESIS ESPECÍFICOS

- Implementando la planificación Last Planner mejorará el nivel de cumplimiento del plazo en la ejecución del proyecto y la cual será verificado con el indicador “porcentaje de plan completado” en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.
- Implementando la gestión del seguimiento y control del costo planeado y costo real con método valor ganado, permitirá conocer desviaciones de costo y con ello se optimizará el presupuesto en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.
- La identificación del mapa de flujo de valor, ayudará a mejorar la eficiencia de procesos mediante el estudio de tiempos, durante la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

1.7 METODOLOGÍA

La metodología de trabajo a seguir para cumplir con la elaboración de la tesis, consta de las siguientes actividades.

1. Búsqueda de referencias similares, con respecto al título de la tesis.
2. Revisión de documentos y entrevista a expertos.
3. Trabajos en campo para la toma de datos.
4. Trabajo en gabinete y procesamiento de datos.
5. Elaboración, presentación y revisión de borrador.
6. Presentación y sustentación final.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

2.1 PLANIFICACIÓN

La planificación consiste en, determinar lo que se debe hacer, como se debe hacer, que acción debe tomarse, quién es el responsable de ella y por qué, con el propósito fundamental de alcanzar con el menor esfuerzo; los objetivos de una organización o un proyecto en particular (Thompson y Strickland, 2001).

De acuerdo a Serpell y Alarcon (2019), establece que los objetivos de la planificación son como sigue:

✓ **Análisis y definición.**

Es abordar como se va ejecutar el trabajo, en qué orden y con qué recursos. Es donde se hace la subdivisión del proyecto, en un conjunto de actividades, que puedan ser fácilmente identificados como una porción del trabajo total, y de este modo pueda quedar bajo el control de un responsable.

✓ **Anticipación.**

Este es el objetivo más importante de la planificación en la construcción, porque definitivamente ayuda a prever potenciales dificultades, planear cómo superarlos, y anticipar riesgos para que sus efectos puedan ser minimizados.

✓ **Programación de recursos.**

Es el objetivo alineado al uso óptimo y eficiente de recursos disponibles en la construcción.

✓ **Coordinación y control.**

Consiste en proporcionar información, por los interesados en el proyecto, con el fin de coordinar el trabajo, y establecer una línea base para predecir y controlar el tiempo, calidad, alcance y los costos del proyecto.

✓ **Recopilación de datos.**

Alineado a elaborar una base de datos de información para la planificación y elaboración de futuros planes de trabajo en proyectos nuevos.

2.2 NIVELES DE PLANIFICACIÓN

Según, Serpell y Alarcon (2019, p.19), los niveles de planificación son comúnmente definidos como se muestra en la figura 2.1.



Figura 2.1 Niveles de Planificación
Fuente: Serpell y Alarcon, 2019.

2.2.1 Planificación estratégica

El planeamiento estratégico se enfoca en largo plazo, dentro de ello se considera aspectos globales del proyecto, es decir, pone énfasis en objetivos generales, y el enfoque para ejecutar. A través de esta, se busca la eficacia de una organización.

2.2.2 Planificación táctica

El planeamiento táctico se orienta a soluciones a mediano plazo, se preocupa de un nivel más detallado del proyecto y su definición.

Rodríguez (2013), refiere que para plasmar un correcto planeamiento táctico se debe utilizar el planeamiento regional o exógeno el cual permite definir el entorno de la obra, y el planeamiento endógeno o Layout Plant (distribución en planta) para optimizar el uso de las instalaciones provisionales y los accesorios dentro de la obra. (p.35).

2.2.3 Planificación operacional

Se orienta a soluciones de corto plazo, en este nivel se lleva a cabo, el proceso de descomposición del proyecto en niveles cada vez más detallados, asimismo se debe establecer, cómo ejecutar las tareas necesarias, para materializar las actividades definidas (Serpell y Alarcon, 2019, p.19).

2.3 ETAPAS DE LA PLANIFICACIÓN

- ✓ **Análisis y definición del alcance.** Se realiza con la finalidad de lograr la primera subdivisión y determinar el alcance del proyecto, al final se debe tener claro las principales actividades que se realizarán.
- ✓ **Planeamiento.** El planeamiento es la primera etapa del proceso de planificación en la gestión del proyecto. El planeamiento establece el plan de materialización del proyecto sus directrices y metas, asimismo se debe

determinar cuál va ser la utilización más eficiente de los recursos asignados al proyecto y finalmente asignar en forma adecuada responsabilidades y por su puesto realizar un seguimiento a las actividades para tomar acciones correctivas a tiempo.

- ✓ **Programación.** Es una etapa que está dirigida a evaluar los planes de trabajo escogidos, determinando el tiempo total que podría demorar la obra, el costo de ella y los recursos que serían necesarios utilizar para cumplir con las metas señaladas (Díaz, 2007, p. 21).
- ✓ **Evaluación y optimización.** Para lograr que el programa sea lo más viable económicamente y tiempo de ejecución razonable se debe hacer un análisis de recursos e insumos, con la finalidad de lograr el más alto beneficio.
- ✓ **Implantación.** Consiste en poner en marcha el programa más viable económicamente y un plazo adecuado, definido en la etapa anterior.
- ✓ **Seguimiento.** En esta etapa se debe realizar un seguimiento de la ejecución del proyecto a modo de contar en forma oportuna con información sobre lo que realmente está pasando en el proyecto.
- ✓ **Control.** En la etapa de control se comparan los datos obtenidos con el programa marco y se toman las acciones para corregir las diferencias que se hayan producido. Esto puede darnos un diagnóstico de lo que puede ser el futuro de nuestro proceso de construcción. Las decisiones correctivas que se tomen modificarán necesariamente el programa, lo que generará un proceso de actualización que dará como resultado el programa vigente.
- ✓ **Actualización.** Se realiza la implementación de cambios al programa maestro, a modo de verificar las mejoras que se implementaron.

2.4 SISTEMA DE PRODUCCIÓN TOYOTA: LEAN THINKING

2.4.1 Reseña histórica

Los orígenes del pensamiento lean se remonta a los inicios de la fábrica japonesa de automóviles Toyota.

En 1937, Toyota Motor fue fundada por Sakichi Toyoda para su hijo Kiichiro. Los primeros años de la compañía se desarrollaron en un momento muy inestable, época en que el mercado de automóviles en Japón, era dominado por las grandes fábricas estadounidenses Ford y General Motors, años después la fábrica de Toyota tuvo que ser parada, como consecuencia del estallido de la segunda Guerra Mundial (Holweg, 2007).

En 1950, el director general de Toyota Eiji Toyoda, sucesor de Kiichiro realizó una visita a EEUU, para estudiar los métodos de fabricación de las principales marcas de la competencia. Luego de la visita, la conclusión a la que llegaron respecto al sistema de producción usado por Ford y General Motors, era la producción en masa, el cual no se podía replicar en Japón, porque el mercado era pequeño y segmentada, es así que decidieron adaptarse con metodologías propios de producción en pequeños lotes, con bajos costos y periodos cortos de entrega (Sánchez, Blanco, y Pérez, 2012).

Quién desarrolló e hizo trascender Toyota fue Taiichi Ohno, comenzó a cambiar las reglas de juego, implementado así el Sistema de Producción Toyota, el cual se fundamenta en la filosofía JUST IN TIME.

2.4.2 Lean Production

Lean Production o producción ajustada, sus orígenes se remontan en Japón en los años 1950, luego de la difícil situación que había dejado los efectos de la segunda guerra mundial. Toyota Motors Company, desarrolló el sistema de producción Lean en la industria manufacturera, para organizar y gestionar el desarrollo de un producto, las operaciones y la relación con clientes y proveedores (Pons, 2014, p.91).

Es llamado sistema de producción ajustada o sistema Lean, el cual tiene como objetivo fundamental, mejorar continuamente el sistema productivo, para ello obedece al hecho de que el sistema trabaja mucho en la eliminación de pérdidas, logrando producir a bajos costos y volúmenes limitados, ya que utiliza menos de todo comparado con la producción en masa: menos tiempo de fabricación, menor esfuerzo humano, inversión y espacio (Womack, Jones y Roos, 1996).

De acuerdo a Pons (2014), el sistema Lean Production, está compuesto por dos pilares, el **just in time** y el **jidoka** el cual se sustenta y perfecciona a través de pruebas de trabajo estandarizado y la mejora continua, seguido de un plan de acción a través del ciclo: plan, do, check, act (PDCA).

JIDOKA. Fue implementado por Sakichi Toyoda, el cual consistía en la incorporación de un dispositivo en su telar automático que paraba el funcionamiento del telar cada vez que un hilo se rompía. Los resultados de mejora se vieron, ya que garantizaba una mayor calidad y permitió liberar trabajadores para que pudieran dedicar más tiempo a tareas que realmente añadían valor. Según Pons (2014), el concepto japonés jidoka significa proveer a las máquinas y

a los trabajadores la habilidad de detectar una falla en la unidad de producción e inmediatamente parar el trabajo para identificar la causa raíz.

JUST IN TIME (JIT). Fue desarrollado bajo el liderazgo de Taiichi Ohno, el cual había desarrollado para controlar la sobreproducción y pueda eliminarse el exceso de inventario. JIT se basa en un sistema de producción que fabrica y entrega justo lo que se necesita (Pons, 2014, p. 16)

PDCA. Son las siglas de Plan-Do-Check-Act, también conocido como el Ciclo de Deming. Es un sistema de mejora continua, a través del cual se propone una mejora en el proceso productivo, implementar el cambio, medir y controlar los resultados, y llevar a cabo las acciones correctivas (Pons, 2014, p. 16).

2.4.3 Desperdicios en Lean Production

Según la filosofía Lean, todo los procesos o actividades que no agregan valor se denominan desperdicios y de acuerdo a, Sayer y Willian (2017), pueden ser clasificados en tres grupos.

MURA (desigualdad). Es toda pérdida ocasionada por una variación en la calidad, los costos o la entrega, para eliminar este tipo de desperdicio se aplican técnicas de reducción de variabilidad.

MURI (exceso). Se le llama así a la sobrecarga innecesaria o irrazonable de los recursos de mano de obra, materiales o equipos, es decir sobrepasan la capacidad del sistema. El muri, incluye movimientos peligrosos o innecesarios.

MUDA (desperdicio). Son las pérdidas ocasionadas por el consumo de recursos sin crear valor para el cliente, dentro de la muda se aprecian dos tipos.

-Tipo 1: incluye acciones que no agregan valor al producto, pero dentro del sistema productivo de la organización son necesarios.

-Tipo 2: son acciones que no agregan valor al cliente, tampoco son necesarias en la organización. Se diferencia siete tipos de pérdidas tipo muda, a las cuales se les conoce como, 7 desperdicios de Taiichi Ohno y se detalla en la Tabla 2.1.

Tabla 2.1 Los 7 desperdicios de Taiichi Ohno +1

Desperdicio	Descripción
<i>Sobreproducción</i>	Es la fuente de mayor desperdicio, el cual es ocasionado por la producción de cantidades más grandes que las requeridas o más pronto de lo necesario.

Desperdicio	Descripción
<i>Esperas o tiempo de inactividad</i>	Son ocasionados por esperas, tiempos de inactividad debido a la falta de datos, información, especificaciones u órdenes, planos, materiales, equipos, esperas ocasionadas por falta de culminación de actividades predecesoras, mala coordinación. Todos estos nunca generan valor añadido al producto.
<i>Transporte innecesario</i>	Es generado por la mala distribución y la falta de planificación de los flujos de materiales e información, el cual ocasiona movimientos innecesarios de los recursos (equipos, materiales, mano de obra), y sus principales consecuencias son: pérdida de espacio, de horas de trabajo, energía y pérdida de materiales durante el transporte.
<i>Sobre procesamiento</i>	Este despilfarro es ocasionado por procesos adicionales dentro de la unidad de producción de construcción o instalación, y como consecuencia existe un consumo excesivo de los recursos.
<i>Exceso de inventario</i>	Se refiere a los inventarios excesivos, el cual conduce a pérdidas de material (por deterioro, obsolescencia e inadecuado control de stock en la obra).
<i>Movimientos innecesarios</i>	La fuente de este despilfarro son los movimientos innecesarios o ineficientes, realizados por los trabajadores durante su trabajo, el cual es ocasionado por una mala utilización de equipo inadecuado, métodos de trabajo ineficaces, pérdida de tiempo y bajas laborales.
<i>Defectos de calidad</i>	Son causados por los errores en el diseño, mediciones y planos; incompatibilidad de planos de diferentes especialidades, empleo de métodos incorrectos, mano de obra no calificada.
<i>Talento</i>	Hace referencia a la pérdida de oportunidades de aprendizaje, ocasionado por no motivar a los empleados

Desperdicio	Descripción
	y por tener mano de obra poco formado, mal informado y con falta de recursos para la mejora continua.

Fuente: Pons, 2014

2.5 LA CONSTRUCCIÓN SEGÚN ENFOQUE LEAN

Mediante la Figura 2.2, las diferencias de enfoque y planteamiento entre un sistema tradicional de gestión de proyectos (sector izquierdo de la gráfica), en el cual los desperdicios no son considerados al presupuestar un proyecto, y el sistema según enfoque Lean (sector derecho de la gráfica) en el que los agentes y actores involucrados trabajan para maximizar el valor del cliente y minimizar actividades inútiles que no añaden valor (Pons, 2014, p.24)

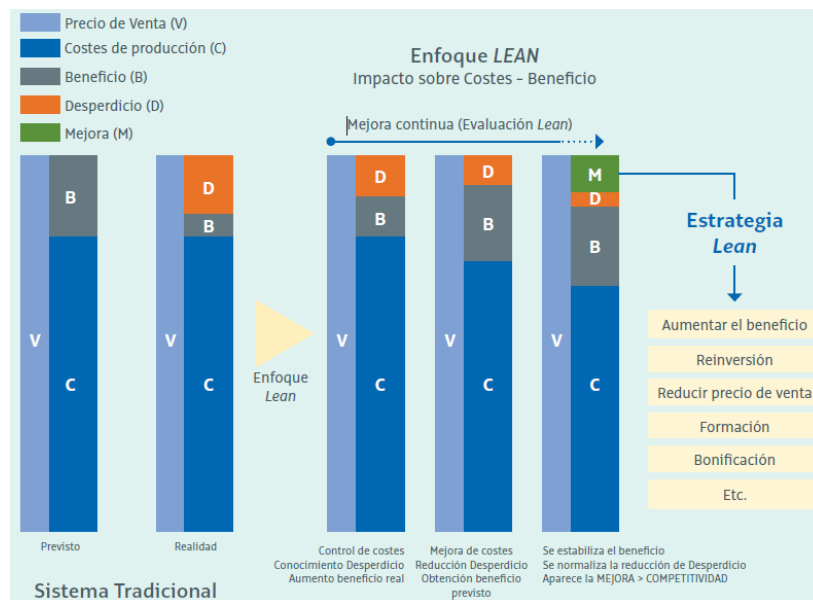


Figura 2.2 Enfoque tradicional vs Enfoque Lean
Fuente: Pons, 2014 p. 24

2.6 LEAN CONTRUCTION

2.6.1 Reseña histórica

La primera aplicación a la construcción fue realizada en el año 1992, en California, EE. UU por el finlandes Lauri Koskela, quien escribió el documento: *Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción*, este trabajo fue un hito clave, para el desarrollo de las futuras investigaciones sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de construcción. En 1993, los

fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) acuñaron el término Lean Construction (Pons, 2014).

2.6.2 Definición de Lean Construction

De acuerdo al IGLC, es llamado también *construcción sin pérdidas*. Es una nueva manera de aplicar la gestión de producción en la industria de la construcción, y abarca la aplicación de los fundamentos, principios y herramientas de la producción sin pérdidas (Lean Production) a la construcción.

De acuerdo a Ghio (2001), lean construction se diferencia de las prácticas convencionales, ya que pone énfasis, en maximizar el valor y minimizar los desperdicios dentro de un sistema de producción.

Lean construction persigue la excelencia a través de un proceso de mejora continua en la organización, que consiste en minimizar o eliminar todas aquellas actividades que no añaden valor, a través de la optimización de recursos y la maximización de la entrega de valor al producto final (Pons, 2014).

2.7 LAST PLANNER SYSTEM (LPS) O SISTEMA ÚLTIMO PLANIFICADOR (SUP)

El Last Planner System o Sistema del Último Planificador (SUP) fue desarrollado por Glenn Ballard y Greg Howell en el marco de los objetivos de la filosofía *Lean construction* como un sistema de planificación y control de la producción para mejorar la variabilidad en las obras de construcción y reducir la incertidumbre en las actividades programadas (Porrás, Sánchez y Galvis, 2014).

Para Kalsaas (2011), Básicamente el LPS, es un enfoque práctico en el cual los gerentes de construcción y los jefes de equipo colaboran para preparar planes de trabajo que puedan ser ejecutados con un alto grado de fiabilidad para mejorar la estabilidad del trabajo.

Para Ghio (2001), se define al último planificador a la persona o grupo de personas cuya función es la asignación de trabajo directo a los trabajadores. El nombre del último planificador proviene del hecho que este no da instrucciones a ningún otro nivel de planificación posterior, sino que ellas van directamente a terreno a las operaciones de construcción.

De acuerdo a Sanchis (2013), LPS es un método de trabajo, cuyo objetivo es conseguir un flujo de trabajo continuo y una disminución de las pérdidas o tareas que no aportan valor dentro de una unidad de producción.

De acuerdo a Pons (2014), el Sistema Ultimo Planificador es un método de control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse” – “lo que se puede hacer” – “lo que se hará” – “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas de un proyecto. Su objetivo es entregar flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido.

2.7.1 Sistema tradicional de planificación

En el sistema tradicional de la planificación se emplea los métodos o técnicas de la ruta crítica, PERT CPM, los cuales son elaborados desde el escritorio de una oficina, tan solo por una persona operador de software ya sea Project o Primavera P6 y se basan en hacer una programación general para toda la obra con gran detalle desde inicio hasta fin. Sin embargo, no es confiable la planificación realizada de esta manera, porque se contempla en ello, un buen deseo de lo que *debería hacerse*; pero, se sabe que, por diversos motivos conforme la obra avanza, se van generando grandes diferencias con lo que realmente se hizo.

Alarcón (1997), establece gráficamente para explicar el sistema tradicional de planificación en base a los tres estados teóricos (lo que se debe hacer, lo que se hará y lo que se puede hacer). Se muestra en la figura 2.3 lo que ocurre realmente en la planificación usual, el programa general del proyecto dice lo que debe hacerse, los administradores deciden lo que se hará en un cierto periodo de tiempo y realmente en campo se ejecuta lo que puede hacerse siendo está menor a lo establecido.



Figura 2.3 Metodología de la planificación tradicional
Fuente: Alarcón, 2011, p. 24

2.7.2 Sistema de planificación lean

Para mejorar la selección de actividades que pueden hacerse y así tener plena confianza en que realmente se harán se plantea el sistema ultimo planificador,

modificando así el proceso de programación y el control de obra para aumentar la confiabilidad en la planeación e incrementar el desempeño de la obra.

Alarcón (1997), explica a través de la figura 2.4 en el cual los planificadores y los ejecutores de actividades deben primero identificar lo que *puede hacerse* y posteriormente acordar lo que *se hará* en un horizonte de tiempo de una semana, de esa manera se evita que las actividades se detengan por alguna restricción no liberada.

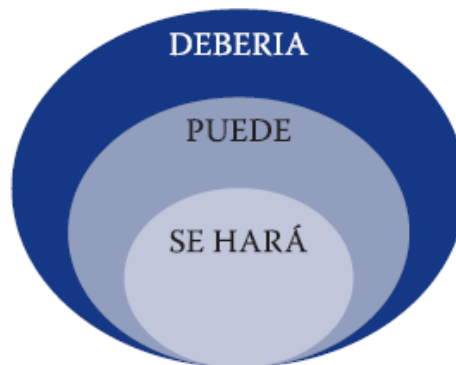


Figura 2.4 Esquema del debe – se puede – se hará
Fuente: Pons, 2014 p. 24

Para Pons (2014), el sistema ultimo planificador hace un enfoque general de todo el proyecto, es decir crea un sistema que garantiza que cada semana la gente está cumpliendo sus compromisos del plan semanal

2.7.3 Estructura del sistema ultimo planificador

La estructura del sistema ultimo planificador se desarrolla en tres niveles distintos de planificación, desde lo más general hasta lo más específico, proponiendo así un modelo de planificación en cascada y así garantizar el flujo continuo entre los procesos.

De acuerdo a Ballard (2000), todas las actividades a ejecutarse tienen tres categorías deben, pueden y se harán, los cuales se integran de la siguiente manera: el programa maestro indica qué se debe realizar, el programa intermedio prepara el trabajo y realiza la revisión de las restricciones y en el plan semanal se programa un conjunto de actividades que pueden hacerse comprometiendo a los agentes al cumplimiento del programa. A continuación, en la figura 2.5 se muestra una síntesis de la estructura de planificación por niveles.

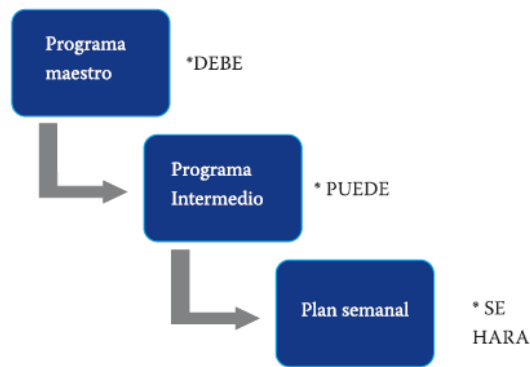


Figura 2.5 Estructura de Planificación en cascada
Fuente: Ballard, 2000

A continuación, mediante la figura 2.6 se muestra una gráfica del modelo de una estructura general de planificación con el sistema ultimo planificador.



Figura 2.6 Esquema del debe – se puede – se hará
Fuente: Pons, 2011 p. 24

2.7.3.1 Programa maestro

Según Pons (2019), el objetivo del programa o plan maestro es clarificar el alcance y las expectativas del proyecto, así como los hitos más destacados. Es importante garantizar que todos los miembros del equipo de trabajo tengan una misma comprensión de la obra a ejecutar, así como alinear los intereses y necesidades del proyecto.

Al plan maestro por lo general se le asocia a un diagrama Gantt u otra herramienta que de tal manera que pueda adecuarse a la naturaleza del proyecto, contiene la totalidad del proyecto a construir, provee al equipo de obra una visión general de la duración de los hitos y fases de la obra.

Pons (2019), recomienda que al momento de elaborar un programa maestro se debe tener en cuenta los siguientes aspectos.

- Definir el alcance
- Análisis de stakeholders o partes interesados: cliente, proveedores, comunidades y otros.
- Definición de la estructura de desglose del trabajo (WBS), y de la de la estructura de organización del proyecto (OBS).
- Análisis de riesgos del proyecto.
- Definición de la estrategia de trabajo a seguir.
- Identificación de recursos críticos (equipos, materiales, mano de obra).
- Identificación de hitos (contractuales e internos de la empresa y el proyecto).

2.7.3.2 Planificación intermedia (LOOKAHEAD)

La planificación intermedia es el segundo nivel en la aplicación del Sistema Ultimo Planificador y consiste en desglosar la programación general para evitar perder tiempo y material; se destacan aquellas actividades que deberían hacerse en un futuro cercano (Porrás et al., 2014).

Según Pons (2019), la planificación a mediano plazo llamado también Look Ahead Plan, es realmente un plan de producción en el que se identifica cada actividad que necesita ser ejecutado, el cual a su vez requiere realizar sus asignaciones y verificar la relación con otras tareas previas.

La planificación intermedia permite mantener bajo control un plan de trabajo realizable en el mediano plazo, y para el cual se debe identificar nuevas restricciones y establecer condiciones necesarias para el cumplimiento del plazo previsto en la ejecución de las actividades.

Para una correcta elaboración de una planificación intermedia, es recomendable seguir los siguientes procesos.

Definición del intervalo de tiempo

Pons (2019), refiere que la ventana de planificación a medio plazo es normalmente de 6 semanas, pero esto puede variar entre 3 y 8 semanas, dependiendo de la madurez del equipo, las características del proyecto, la confiabilidad del sistema de planificación, y los tiempos de respuesta para la adquisición de información, materiales, mano de obra y maquinaria. Algunas actividades tienen tiempos de

respuestas largos para generar el abastecimiento, y por tanto deben ser identificados durante la planificación inicial e incluido en el programa maestro.

Definición de las actividades que serán parte del plan intermedio

Para la definición de actividades se deben identificar aquellas que estén contenidos en el intervalo definido en el proceso anterior, y lo que se obtendrá es un conjunto de actividades las cuales tendrán asociado restricciones que determinaran su ejecución. La identificación y la gestión de restricciones para cada actividad o tarea se hace en el siguiente proceso.

Análisis de restricciones

De acuerdo a Sanchis (2013), una vez definidas e identificadas las actividades que serán parte del plan intermedio se someterán a un análisis de restricciones que pueden ser de diseño, tareas previas ejecutados, espacio, equipos, etc. Es necesario cumplir con dos etapas para asegurar que la actividad esté libre de restricciones o al menos identificadas y asignadas con una fecha de compromiso para que dicha restricción quede liberada antes de la fecha de ejecución.

Primero, revisión del estado de las tareas en la planificación intermedia en relación a sus restricciones y a la probabilidad de removerlos antes del comienzo programado de la actividad, a partir de lo cual, se puede escoger adelantarlas o retardarlas con respecto al programa maestro. La revisión se realiza con el objetivo de establecer un flujo continuo de trabajo, ya que se está anticipando que existen actividades que llegado el momento de ejecutar no podrán realizarse por tener restricción. En la Fig. 2.7 se muestra que la labor de revisión es filtrar por última vez la información que va entrar en el Lookahead (Sanchis, 2013).

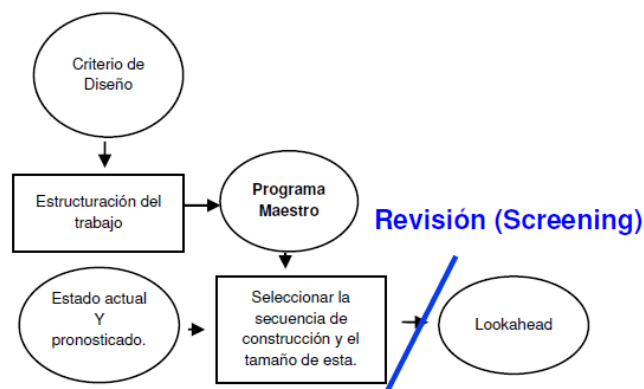


Figura 2.7 Revisión de actividades antes del ingreso al Lookahead
Fuente: Ballard, 2000

Segundo, preparar las restricciones. Se trata de definir cuáles serán las acciones tomadas para remover las restricciones y así estén dispuestas a comenzar en el momento planeado, la preparación se debe desarrollar en tres fases: confirmar el tiempo de respuesta, el cual determina quién es el último involucrado en liberar la última restricción faltante de una actividad y determinar cuál es el tiempo de respuesta más probable para comenzar la siguiente actividad, dicho tiempo debe ser más corto que la ventana Lookahead, caso contrario no será admitida en el plan intermedio. Sin embargo, pueden presentarse imprevistos, por lo que es fundamental el contacto con los actores involucrados para la solicitud de tiempos de respuesta. El segundo paso de la preparación es tener la certeza del cumplimiento de los compromisos de los diferentes actores, dejando listo para el inicio de la actividad. Y el tercer paso es, en caso el periodo de respuesta anticipado es demasiado largo, entonces es necesario asignar recursos adicionales para acortarlos. Hecho esto, ya se está en condiciones de crear un listado de tareas, que tiene alta probabilidad de ser cumplido, el inventario de trabajo ejecutable (Sanchis, 2013).

En el Anexo 2.1 se presenta el formato de análisis de restricciones, la cual será usado en el desarrollo de la tesis.

Inventario de trabajo ejecutable (ITE)

De acuerdo a Sanchis (2013), el inventario de trabajo ejecutable está compuesto por todas aquellas actividades que tienen alta probabilidad de ejecutarse, es decir, está conformado por las actividades del Lookahead que tienen liberadas sus restricciones. Dentro del ITE puede existir los siguientes tipos de actividades.

- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen al ITE de la semana en curso que no pudieron ser ejecutadas.
- Actividades con restricciones liberadas que pertenecen a la primera semana futura que se desea planificar.
- Actividades con restricciones liberadas con dos o más semanas futuras (situación ideal de todo planificador)

En caso de que alguna actividad del ITE no pueda ser ejecutada o se ejecute antes, se proveerán otras, para que las cuadrillas no queden libres de trabajo (Porrás et al., 2014).

2.7.3.3 Planificación a corto plazo o plan semanal

De acuerdo a Porras et al., (2014) la planificación a corto plazo o también llamado plan semanal, es la última fase del SUP, y su elaboración presenta el mayor nivel de detalle antes de la ejecución de un trabajo; es realizado de manera colaborativa por el ingeniero residente, el ingeniero de control de proyecto, subcontratistas, jefes de cuadrilla, capataces y todos aquellos que supervisan directamente la ejecución de los trabajos en obra.

Pons (2019), refiere que el objetivo del plan semanal, es elaborar un plan de trabajo con actividades específicas a realizar y metas cuantitativas claras, es aquí cuando los últimos planificadores asumen compromisos de avance en la obra, es decir comprometer las metas establecidas en actividades productivas.

¿Cómo hacer la formación del plan semanal?

El plan semanal compromete actividades que forman parte del ITE, generado en la etapa de planificación intermedia, de manera que aumente la confiabilidad del plan. Al proceso de selección de actividades recibe el nombre de “asignaciones de calidad”, es decir que el plan de trabajo semanal estará compuesto solo por asignaciones de calidad. Y para que el plan sea exitoso debe cumplir con cinco criterios de calidad: definición, consistencia, secuencia, tamaño y retroalimentación (Sanchis, 2013).

Pons (2013), menciona que, para una gestión eficaz del plan semanal, se recomienda utilizar formatos en los que quede claro lo siguiente: actividad a ejecutar, metrado planeado, avance real y porcentaje de cumplimiento.

En el Anexo 2.2 se presenta el formato para la elaboración del Plan de Trabajo Semanal, y que fue usado en el desarrollo de la presente tesis.

2.7.3.4 Porcentaje de plan completado (PPC)

De acuerdo a Pons (2019), el porcentaje de plan completado es un indicador clave para medir la confiabilidad del plan semanal establecido. Se calcula como la relación del “número de actividades realmente hechos en obra” y “número total de actividades planificados para la semana” en curso. Para el cálculo del PPC, es importante tener en cuenta, que se debe llevar un registro en el cual cada actividad programada tendrá un estado de dos posibles: actividad completada o no completada, quedando descartado la posibilidad de que una actividad terminada

por ejemplo al 90% pueda computarse como una actividad realmente hecha. El PPC, se calcula como:

$$\text{PPC} = \left(\frac{\text{Número de actividades completados}}{\text{Número de actividades planificados}} \right) \times 100\%$$

2.7.3.5 Las causas de no cumplimiento (CNC)

De acuerdo a Pons (2019), refiere que; en cuanto haya pasado el plan semanal de trabajo y realizado el computo del PPC, se procede analizar el cumplimiento de los compromisos, para cada actividad no completado se debe identificar cuál fue la causa raíz de ese no cumplimiento. El objetivo de este análisis no es buscar al culpable si no identificar por qué no se ejecutó la actividad con el fin de tomar acciones correctivas en base a la causa raíz identificada.

Por lo general el análisis de CNC se desarrolla en la reunión semanal de planificación, ya que, es donde se reúnen los últimos planificadores para evaluar el desempeño del periodo anterior, identificar causas raíces, implementar acciones de mejora, analizar el plan de medio plazo para comprometer y validar el plan para la semana siguiente. La recomendación es que todos los participantes acudan a la reunión con los objetivos claros y mayor actitud que se requiere (Pons, 2019).

2.8 MEJORA CONTINUA

La mejora continua, se enmarca en los alcances de la filosofía desarrollada por el Dr. Willian Eduard Deming, utilizado ampliamente y con excelentes resultados, por los japoneses, y fue publicado al mundo como calidad total.

Según Pons (2019), el concepto utilizado con mayor frecuencia en el contexto del Sistema Ultimo Planificador, para hablar de mejora continua es el KAIZEN.

KAIZEN, es un concepto que parte de dos vocablos japoneses KAI (cambio) y ZEN (mejora).

El KAIZEN, en el Sistema Ultimo Planificador, se desarrolla implícitamente, ya que dentro de ello se usa de manera constante, procedimientos y herramientas que forman parte del ciclo de la mejora continua, llamados también ciclos de Deming o ciclos PDCA (Plan-Do-Check-Act).

Mediante los ciclos PDCA, se establecen acciones para la mejora de procesos, implementar el cambio, medir y controlar los resultados, y llevar a cabo las acciones correctivas, tal como se indica en la figura 2.8.

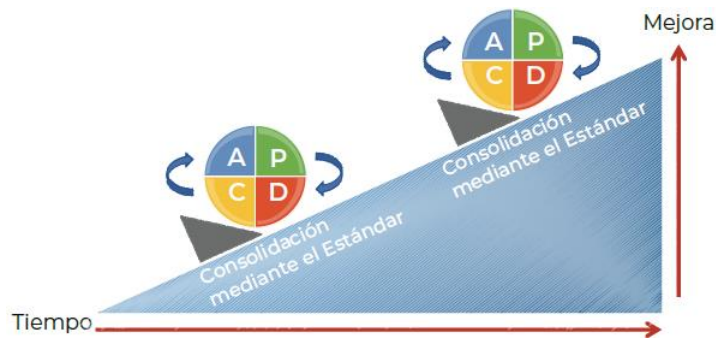


Figura 2.8 El PDCA se considera como una mejora en el proceso de trabajo

Fuente: Pons, 2019, p. 67

De acuerdo a Pons (2019), en su publicación “Lean Construction y la planificación colaborativa”, el PDCA o ciclo de Deming, funciona de la siguiente manera:

- **Planificar.** Implica la evaluación del estado actual, se establecen objetivos a alcanzar en base a las directrices establecidos en una organización (misión, visión y valores).
- **Hacer.** Se enfoca en aplicar lo que previamente se ha planificado con la finalidad de lograr un nuevo resultado.
- **Chequear.** Se debe verificar a través de indicadores de proyecto, con el fin de determinar, si lo que se ha establecido previamente cambió el resultado.
- **Actuar.** Corresponde realizar una evaluación de los resultados obtenidos, si estas han sido satisfactorias, y si no lo son, se realiza cambios para ajustar los resultados y luego el ciclo se repite.

LOGO EMPRESA		PLAN DE ACCIÓN (PDCA): PLAN - DO - CHECK - ACT					PÁG. DE		
		DATOS SOBRE EL ÁREA, RESPONSABLE, FECHA, PROYECTO, ETC.							
Nº	FECHA	QUIÉN	PROBLEMA	CAUSA	ACCIÓN	QUIÉN	FECHA	CIERRE	ESTADO
			El estructurista no pudo hormigona los pilares de la plana 1.	El encargado de la obra y el topógrafo no realizaron el replanteo.	Considerar el replanteo como una restricción y planificarlo como si fuera una tarea más.	Encargado de obra y topógrafo	25-feb.		

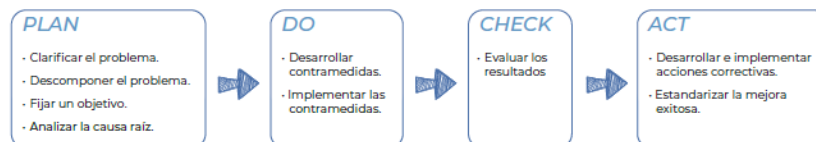


Figura 2.9 Plantilla para hacer el seguimiento de la mejora continua

Fuente: Pons, 2019, p. 67

2.9 HERRAMIENTAS PARA LA MEJORA CONTINUA

2.9.1 Metodología de los 5 PORQUÉS

Es una técnica muy utilizada y su función es para identificar y profundizar en las causas que originan un problema, es decir ayuda a conseguir la causa raíz de un problema.

La estrategia de los 5 porqués, consiste en hacer un cuestionamiento iterativo de cinco veces con el ¿Por qué? sobre un problema en particular, ver figura 2.10.

Es muy aplicado cuando se hace el análisis de la causa de no cumplimiento, para ello es necesario tener una lista acotada de causas de no cumplimiento (problemas), esto facilitará la homogenización en su identificación a través de una clasificación con el diagrama de Pareto.



Figura 2.10 Metodología de los 5 PORQUÉS
Fuente: Pons, 2019, p. 69

2.9.2 Diagrama de Pareto

A través de la aplicación del diagrama de Pareto se distingue entre los pocos vitales y los muchos triviales; por ejemplo, el 80% de los problemas se atribuye al 20% de las causas.

Se emplea en análisis de incidencia de CNC, por ejemplo, para ello se define las categorías de las causas de no cumplimiento como se indica en la figura 2.11, seguidamente se ordenan en función de la frecuencia, de tal forma que se organice en orden descendente de izquierda a derecha y separados por barras, como indica la figura 2.12. Y así, enfocar más rápidamente los recursos en aquellos problemas que tienen un mayor impacto.

CATEGORÍAS DE CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO

A	Mala Planificación	L	Requerimientos externos al proyecto
B	Terminación de un trabajo anterior	M	Condiciones meteorológicas
C	Terminación de un trabajo anterior propio	N	Condiciones inseguras de trabajo
D	Falta de información	O	Mala definición del Proyecto
E	Cambios en el diseño	P	Mala Calidad o Retrabajo/NO Conformidad
F	Ausencia no planificada	Q	Rendimiento inferior al esperado
G	Falta de personal	R	Malas condiciones del entorno
H	Falta de materiales, equipos, andamios, etc.	S	Cierre por Vacaciones/Abandono de la obra
I	Cambios del Cliente	T	Reorganización Tareas
J	Falta de supervisión	U	Avería de maquinaria
K	Estimación incorrecta de tiempo	V	Otras

Figura 2.11 Categorías de Causas de no Cumplimiento
Fuente: Pons, 2019, p. 70

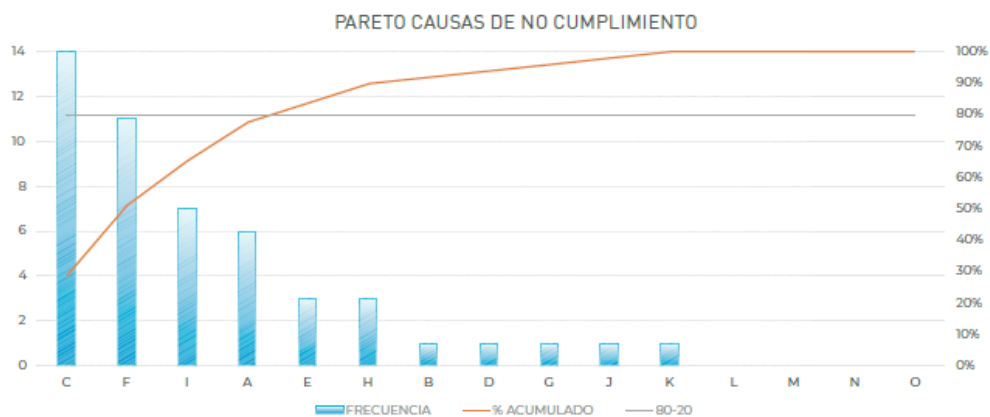


Figura 2.12 Diagrama de Pareto para las causas de no cumplimiento
Fuente: Pons, 2019, p. 70

2.10 SEGUIMIENTO Y CONTROL

El seguimiento, es un proceso que corresponde a la obtención, análisis y comparación de la información sobre el desempeño hasta el momento en que se realiza el control, usando como base de referencia y comparación a la planificación. Es así como se identifican variaciones en el plan, y se proyecta el desempeño hacia el futuro.

El control se refiere a tomar acciones en base a la información entregada por el seguimiento, es decir, actuar sobre factores que están produciendo variaciones.

En el proceso de control se evalúa el desempeño real y se compara con los objetivos planteados, dentro de ello está, los objetivos del proyecto, de la organización y del equipo de proyecto alineados al proyecto y la organización.

La función de control de proyectos es el elemento clave de una administración proactiva. Organizacionalmente, esta función debe responder directamente del

administrador del proyecto y debe ser independientemente de cualquier otra función.

2.10.1 Tipos de control.

- ✓ Feedback. Se realiza el control del resultado luego del impacto y se definen acciones de mejora.
- ✓ FeedForward (proactivo). Se monitorea el problema que afectará el resultado y que todavía no ocurre.
- ✓ Concurrente. A medida que los problemas afectan procesos preliminares del principal, se van tomando acciones.

Para realizar un buen control es recomendable tener en cuenta los siguientes conceptos:

Línea base de tiempo.

Llamada también *Cronograma Compromiso* y se refiere al programa meta que debe ser alcanzado por el equipo de proyecto.

Línea base de costo.

Llamada también *Presupuesto Compromiso* y se refiere al costo meta al final del proyecto. La línea base de costo articulada con la línea base de tiempo, da origen a la teoría del Valor Ganado.

Curva “S” de avance

Es desarrollado sobre la base del cronograma maestro y actualizado con los informes semanales de avance. El propósito y objetivo de establecer una curva S de avance es:

- ✓ Seguimiento del avance de las áreas de producción
- ✓ Comparación entre los porcentajes planeados y reales, con la finalidad de realizar proyecciones de los respectivos estimados hasta la culminación del proyecto.
- ✓ Verificación de cumplimiento de metas de ejecución.

Presupuesto

El presupuesto viene a ser, aquel que se encuentra constituido por los fondos autorizados para llevar a cabo la ejecución de un proyecto. El rendimiento del costo será medido contra el presupuesto autorizado.

El presupuesto por naturaleza es un cálculo o estimación anticipada del costo de una obra.

Tipos de presupuesto

Presupuesto Venta. Es llamado también presupuesto contractual, y es acordado entre el cliente y la empresa constructora.

Presupuesto Meta. Es el presupuesto acordado entre el responsable de la Obra (Residente o gerente de proyecto) y los directivos de la organización. Es llamado también línea base y tiene ratio meta, rendimiento meta, precios unitarios meta, etc.

Presupuesto Real. Es el presupuesto realmente gastado y lo que se gastará en el transcurso de la ejecución de una obra.

Control de productividad

Producción. Es la cantidad de trabajo realizado, por una persona o grupo de personas en un proyecto, en un periodo de tiempo.

Productividad. Es la medida que se obtiene al usar un recurso, también se puede decir es la eficiencia del uso de los recursos (MO, materiales, Equipos, Gastos Generales, subcontratos), la productividad se calcula de la siguiente forma.

$$\text{Productividad} = \frac{\text{Recurso}}{\text{Trabajo Ejecutado}}$$

La diferencia entre la producción y la productividad, es que, un aumento de la producción no siempre significa un aumento de productividad, porque la productividad relaciona la producción obtenida con los recursos que hemos usado para obtenerla.

Rendimiento. Es la velocidad con la que se realiza un determinado trabajo, se mide en unidades de (m²/día, m³/día, m/día, etc.). Para calcular el rendimiento se usa la siguiente formula.

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Producción}}{\text{tiempo}}$$

Ratio. Es un indicador similar a la productividad, por lo general se usa para ver el consumo de materiales en una unidad de producción, las unidades pueden ser (gal/m², gal/m³, kg/m³, etc)

$$\text{Ratio} = \frac{\text{Recurso}}{\text{Producción}}$$

2.11 HERRAMIENTAS DE SEGUIMIENTO Y CONTROL

2.11.1 Valor ganado

- Valor Planeado (PV)

Costo presupuestado del trabajo programado. Es el costo planeado de la cantidad de trabajo programado a ser realizado, gráficamente se representa como la curva S del presupuesto compromiso.

- Costo Real (AC)

Costo real del trabajo ejecutado. Es el costo incurrido para llevar a cabo el trabajo que se ha ejecutado hasta una fecha determinada.

- Valor Ganado (EV)

Costo presupuestado del trabajo ejecutado. Es el costo que se debió incurrir para ejecutar el trabajo realizado a una fecha determinada de corte.

2.11.2 Indicadores de valor ganado

- SPI-Schedule Performance Index

Es el indicador que mide, qué tanto atrasado o adelantado se encuentra el proyecto en términos de plazo. El SPI se calcula dividiendo el Valor Ganado entre el Valor Planeado.

$$\text{SPI} = \frac{\text{EV}}{\text{PV}} = \frac{\text{Valor Ganado}}{\text{Valor Planeado}}$$

SPI > 1, el proyecto se encuentra adelantado

SPI = 1, el proyecto se encuentra dentro del programado

SPI < 1, el proyecto se encuentra atrasado

- CPI-Cost Performance Index

Es el indicador que mide en términos de costo, si el desempeño del proyecto está siendo económico o con sobrecostos. El CPI se calcula como la división del Valor Ganado entre el Costo Real.

$$\text{CPI} = \frac{\text{EV}}{\text{AC}} = \frac{\text{Valor Ganado}}{\text{Costo Real}}$$

CPI > 1, el proyecto está por debajo del presupuesto

CPI = 1, el proyecto está dentro del presupuesto

CPI < 1, el proyecto está por debajo del presupuesto

Mediante la figura 2.13 e representa las curvas de PV, AC, EV

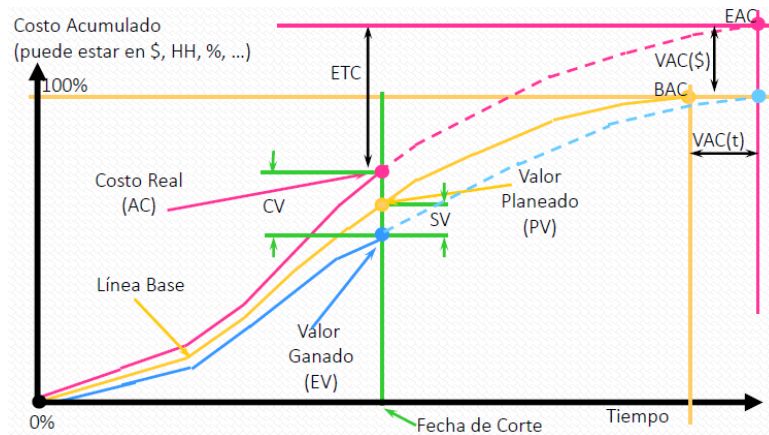


Figura 2.13 Curva del valor ganado
Fuente: Romero, D. (2020)

La teoría del valor ganado además de los indicadores SPI y CPI, tiene ventajas para realizar la estimación de las proyecciones, para el cual se evalúa lo siguiente.

- Estimado a la conclusión (EAC)

Es el pronóstico del costo total al final del proyecto, en momento cuando se haya completado el trabajo. Para calcular el EAC se recomienda usar la siguiente formula.

$$EAC = AC + ETC, \text{ ver la figura 2.14}$$

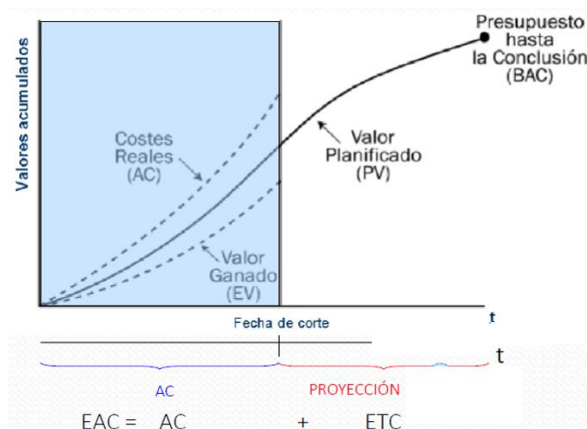


Figura 2.14 Grafica proyecciones, estimación del EAC
Fuente: Romero, D. (2020)

- Estimado hasta concluir (ETC)

Es el pronóstico del costo para completar el trabajo restante, en un punto determinado del proyecto, como indica la figura 2.15. Para calcular el ETC, se recomienda usar las siguientes formulas.

$$ETC = BAC - EV$$

$$ETC = \frac{(BAC - EV)}{CPI}$$

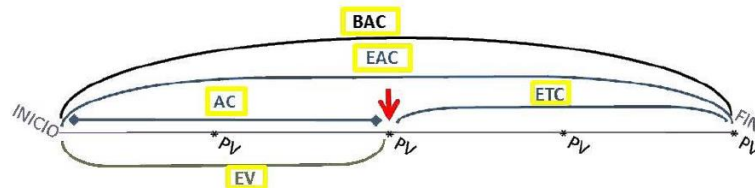


Figura 2.15 Proyecciones en el valor ganado
Fuente: Romero, D. (2020)

2.12 VALUE ESTREAM MAPPING (VSM)

Según Rother y Shook (1999), el concepto de flujo de valor se refiere a todas las acciones (tanto de valor agregado y sin valor agregado) requeridas para llevar un producto a su consumidor final.

Es una herramienta adecuada para optimizar el flujo de procesos productivos. En el mapa de flujo de valor se registra todos los pasos y actividades que se llevan a cabo en un proceso productivo, desde el flujo de materiales, incluyendo el flujo de información importante de recursos.

Flujo de valor

El concepto de flujo de valor hace referencia, a todas las actividades específicas requeridas para entregar un producto o proyecto, las actividades se dividen en tres áreas o etapas de gestión: diseño, gestión de información y transformación

De acuerdo a Frias (2018), en el marco de análisis de flujo de valor se establece varias categorías de actividades, las cuales son:

- a) **Actividades de creación de valor.** Se refiere a la transformación directa del producto o proyecto por lo que el cliente realmente va a pagar.
- b) **Actividades que no crean valor, pero son necesarias.** Estas contribuyen solo indirectamente a un aumento en el valor del producto, apoyan a las actividades de creación de valor y, por lo tanto, también se las denomina obras de apoyo.

- c) Actividades que no crean valor (desperdicio).** Estas son las actividades no planificadas que no contribuyen, directa o indirectamente, a la creación de valor del producto.

2.12.1 Ventajas de Value Estream Mapping

La herramienta del Value Estream Mapping dentro de un proceso producto brinda las siguientes ventajas:

- ✓ Ayuda a identificar las causas de generación de desperdicios en el proceso productivo.
- ✓ Forma base de un plan de implementación de mejora de procesos.
- ✓ Muestra vínculo entre flujo de información y flujo de material.

2.12.2 Metodología de Value Estream Mapping

La metodología más usada en la implementación del mapa de flujo de valor, son los siguientes:

- ✓ Análisis de una situación inicial del proceso productivo, en ello se debe realizar el mapeo de la situación actual en el momento del estudio, y se debe utilizar fuentes de recopilación de información.
- ✓ Se debe identificar los puntos o subprocesos que requiere mejora, para la optimización del proceso productivo.
- ✓ Hecho las dos metodologías anteriores, se debe realizar una propuesta de situación futura y mapeo.
- ✓ Finalmente se debe construir el plan de implementación

2.12.3 Etapas de Value Estream Mapping

Según Frías (2018), la aplicación del Value Estream Mapping es un proceso sistemático que se deriva de diferentes pasos o etapas, las cuales se describen a continuación, mediante la figura 2.16.

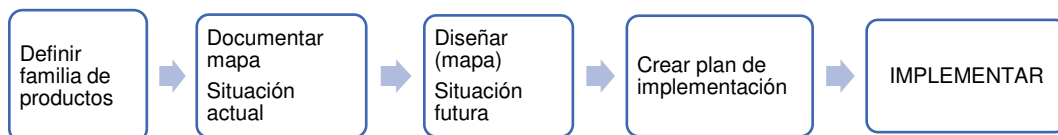


Figura 2.16 Etapas de Value Estream Mapping
Fuente: Frías,2018

2.12.3.1 Seleccione la familia de productos

Es el primer paso del método de VSM, consiste en centrarse en el grupo de productos que pasa similares etapas de proceso de producción.

2.12.3.2 Dibujar el mapa de estado actual

El mapa de estado actual es esencialmente una captura instantánea de cómo actualmente se desarrollan los procesos productivos. Esto se logra siguiendo el producto seleccionado de principio a fin, observando cada proceso. El segundo aspecto del mapa de estado actual es el flujo de información que muestra como cada proceso sabe qué, y cuanto hacer.


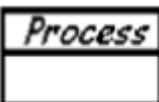
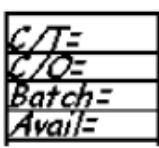


2.12.3.3 Dibujar el mapa del estado futuro





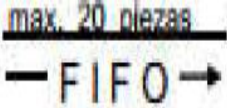



Es resultado del análisis del mapa de estado actual guiada por las propuestas de mejora. El mapa del estado futuro es un plan de implementación para eliminar los desperdicios dentro de un proceso productivo

2.12.3.4 Iconos de mapeo de flujo de valor

Según Rother y Shook (1999), para el desarrollo de mapa de flujo de valor se deben conocer los iconos que se detallan la tabla 2.2.

Tabla 2.2 Íconos del VSM

íconos	Representa
	Cliente- Proveedor: este ícono representa a cliente como proveedores, son colocados en las partes superiores del mapa.
	Procesos: representa operación, maquina, o departamento a través del cual fluye material.
	Caja de datos: se coloca debajo del ícono de proceso y contiene información necesaria para el análisis del mapa como: tiempo de ciclo, capacidades o restricciones del procesamiento.
	Celda de trabajo: indica los múltiples procesos que se encuentran dentro de una celda de trabajo.
	Inventario: denotan inventario entre los procesos, la cantidad de inventario puede ser aproximada y se coloca debajo de los íconos. Este ícono también representa almacenamiento para materias primas y productos terminados.

íconos	Representa
	<p>Cargamentos o fletes de transportes: representan transporte de materias primas, desde proveedores hasta el lugar de la fábrica, o bien el movimiento de embarque de productos terminados desde la fábrica hasta el cliente.</p>
	<p>Flecha Push: representa el empuje de materiales de un proceso hacia el siguiente.</p>
	<p>Supermercado: representa un inventario pequeño y está disponible para cuando el cliente solicita algunos productos.</p>
	<p>Línea Pull: representa un inventario pequeño y está disponible para cuando el cliente solicita algunos productos.</p>
	<p>Representa transferencia de cantidades controladas de material entre los procesos en una secuencia</p>
	<p>Flujo manual de información, tales como notas o informes.</p>
	<p>Flujo electrónico de información, como el intercambio electrónico de datos o internet</p>
	<p>Kaisen burbuja de mejora, indica necesidades de mejora en el proceso.</p>

Fuente: Rother y Shook (1999),

CAPÍTULO III. FUDAMENTOS DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL POR NIVELES DE SERVICIO

En el presente capítulo, con la finalidad de comprender las actividades que se desarrollan dentro del mejoramiento y conservación vial, como parte de la gestión de infraestructura vial, se tendrá en consideración los siguientes conceptos.

3.1 GESTIÓN VIAL

Según Flintsch (2009), define que la gestión vial está alineado a un conjunto de actividades que realiza de manera coordinada las organizaciones, con la finalidad de conseguir que sus activos viales (carreteras) obtengan resultados satisfactorios y cumplan sus objetivos (transitabilidad) de manera sostenible a lo largo todo su ciclo de vida.

Implementar la gestión vial es necesaria, y en el Perú se realiza con intervenciones de diferente alcance, a continuación, se realiza el enfoque del modelo de gestión vial desarrollado en Perú.

3.2 GESTIÓN DE MEJORAMIENTO Y CONSERVACIÓN VIAL

En el Perú la Gestión de Conservación Vial se maneja a través de licitaciones públicas, en el cual el estado hace la entrega de una determinada red vial nacional a una empresa contratista privado, para que se encargue de realizar las actividades necesarias, a fin de dotar a la misma de una transitabilidad tal, que permita al usuario el poder contar con una red vial segura. Asimismo, la empresa deberá evaluar la condición de tráfico en el tiempo con miras a que estos aspectos sean considerados, de ser necesario, en la etapa de inversión (Casiano. M. A, 2014)

3.3 NIVELES DE INTERVENCION EN OBRAS VIALES

Construcción. Está orientado a la realización de una vía nueva con características geométricas acorde a las normas de diseño y construcción vigente.

Rehabilitación. El nivel de alcance de la intervención se realiza con la finalidad de devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio. La rehabilitación comprende trabajos de reparación y/o ejecución de pavimentados, puentes, túneles, obras de drenaje, movimiento de tierras en zonas puntuales.

Mejoramiento. El nivel de alcance de la intervención se realiza para elevar el estándar de la vía. Los trabajos que se realiza a nivel de mejoramiento

comprenden modificación sustancial de la geometría y de la estructura del pavimento; así como construcción y/o adecuación de elementos de obras de arte, drenaje, señalización y seguridad vial.

Conservación. Se realiza trabajos de naturaleza preventiva y con la finalidad de preservar el estado de la vía en todos sus componentes, es decir con fines de prolongar la vida de útil de la infraestructura vial.

3.4 NIVELES DE SERVICIO

Según Obando (2010), refiere que, en el ámbito de la ingeniería vial, se conoce el Nivel de Servicio como un indicador de volumen de tránsito y de capacidad de las carreteras. Sin embargo, desde la década de los años 90, el Nivel de Servicio ha sido catalogado como un indicador de desempeño en la gestión de la conservación de carretas.

Los niveles de servicio se definen como, indicadores que califican y cuantifican el estado de servicio de una vía, y que normalmente se utilizan como límites admisibles hasta los cuales pueden evolucionar su condición superficial, funcional, estructural y de seguridad. Asimismo, los indicadores son propios a cada vía y varían de acuerdo a factores técnicos y económicos dentro de un esquema general de satisfacción del usuario (comodidad, oportunidad, seguridad y economía) y rentabilidad de los recursos disponibles. (Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial, 2016, p.39).

En resumen, se puede señalar que el Nivel de Servicio, es un parámetro que permite medir el grado de calidad y desempeño de la gestión de conservación de una carretera, lo mismo que se asocia con la percepción de calidad de servicio que tiene el usuario.

3.4.1 Parámetros de medición de Niveles de Servicio

Los principales indicadores o parámetros de medición de niveles de servicio, se encuentran agrupados en categorías, variables y los parámetros de medición, la tabla 3.1 corresponde a un resumen de clasificación de las categorías para la medición de niveles de servicio.

Tabla 3.1 Categorías en la medición de Niveles de Servicio

Ítem	Categoría	Variable	Parámetro de medición
1	Nivel de servicio de pavimento	Calzada	Deformación, erosión, baches, encalaminado, ahuellamiento, fisuras longitudinales y transversales, rugosidad, peladuras y desprendimiento
		Bermas	Desprendimiento de borde, deformación, erosión, baches, desnivel calzado – berma
2	Nivel de servicio de seguridad vial	Señalización horizontal	Coeficiente de retroreflectancia, ancho de línea mínimo, longitud de líneas punteadas del eje, longitud de separación entre líneas punteadas del eje, deflexión de las líneas con respecto al eje
		Señalización vertical	Coeficiente de retroreflectancia, oxidación en caras de la placa, paneles fracturados y fisurados, postes fracturados y fisurados, vegetación en su entorno.
		Elementos de defensa y encarrilamiento	Ubicación, alineación y altura, dobleces o daño, oxidación de superficie, ausencia de pintura o lámina retroreflectiva
3	Nivel de servicio de Puentes	Puentes	Deterioro de plataforma, elementos de concreto, sistemas de apoyo, barandas, parapetos y veredas, socavación de fundaciones
4	Nivel de servicio de drenaje	Drenaje superficial (baldos, alcantarillas de paso, zanjas de coronamiento)	Obstrucción al libre escurrimiento de caudal (sedimentación, colmatación), socavaciones, asentamientos, pérdida de geometría, fallas que afectan la capacidad estructural
		Drenaje subterráneo	Vegetación, sedimentación, colmatación que alteren al libre escurrimiento
5	Nivel de servicio de franja de vía	Derecho de vía	Altura máxima de vegetación, erosión en taludes, erosión en el derecho de vía.

Fuente: Elaboración propia

3.4.2 Tolerancias de los parámetros de Niveles de Servicio

Cuando se realiza la medición de niveles de servicio de una carretera, los parámetros evaluados tienen que cumplir con los valores de tolerancia o límites permitidos de aceptación, las cuales se encuentran establecidos en los términos de referencia de un contrato determinado o en el Manual de Carreteras de Mantenimiento o Conservación Vial del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Los valores de tolerancia de niveles de servicio se establecen teniendo en cuenta los siguientes criterios:

- ✓ Tipo de vía, ya sea, si es, autopista de clase primera o segunda, carretera de primera clase, segunda clase o tercera clase.
- ✓ Tipo de superficie de rodadura existente (calzada en afirmado, pavimento flexible, pavimento rígido)

A manera de ejemplo mediante la figura 3.1 se da conocer las variables, indicadores, formas de medición y tolerancias para la evaluación de niveles de servicio en una carretera de tercera clase cuyo Índice Medio Diario es menor a 400.

Variable	Indicador	Forma de Medición	Tolerancia
Calzada	Deformación	visual y regla	5% máximo de área con deformaciones mayores a 50mm
	Erosión	visual y regla	5% máximo de área con erosión mayor a 50mm
	Baches	visual	0%
	Encalaminado	visual y regla	5% máximo de área con encalaminado
	Lodazal y creuce de agua	Visual	0% máximo de área con lodazal y cruces de agua
	IRIc	Instrumental	<8 m/km
Limpieza	Calzada y bermas	Visual	Siempre limpia libre de materiales finos (tipo suelo o granular, granos u otros) u obstáculos (materiales de derrumbes, vegetación caída, restos de accidentes, animales muertos, basura, etc.) que afecten la seguridad del tránsito o el escurrimiento de las aguas superficiales
Obras de arte y drenaje	Cunetas, alcantarillas, badenes, zanjas de coronación, canal de bajada	Visual	Siempre limpia libre de vegetación, sedimentación, colmataciones u otros elementos que obstaculicen o alteren el libre escurrimiento de las aguas superficiales, incluyendo los cauces de ingreso y salida
Señalización	Vertical	Visual	Limpias, en buen estado y sin vegetación en su entorno que impida la visibilidad.
	Postes kilometricos	Visual	Limpios, y sin vegetación en su entorno que impida la visibilidad.
Elementos de seguridad	Guardavias y/o barreras de seguridad	Visual	Limpios, y sin deformación y sin vegetación en su entorno que impida la visibilidad.
	Delineadores	Visual	Limpios, y sin vegetación en su entorno que impida la visibilidad.
	Reductor de velocidad	Visual	Completos y limpios
Estructuras viales	Puentes y pontones	Visual	Limpios y libres de obstáculos en juntas, apoyos y drenajes, y limpio en zonas aledañas
Zonas laterales	Roce	Visual	En zonas de visibilidad de admitirá hasta 30cm, excepto en calzada, bermas y cunetas donde no se admite vegetación.
	Talud inferior	Visual	No se admiten erosiones producto de escorrentía superficial, luego del inicio del servicio.
	Aguas empozadas	Visual	No se admiten aguas empozadas en las zonas laterales contiguas a la plataforma
DME o botaderos	Material excedente o de derrumbes en DME o botaderos	Visual	No se admitirá material excedente o derrumbes mal acondicionados en los DME o botaderos

Figura 3.1 Criterios para medición de niveles de servicio
Fuente: TDR de un contrato de Mejoramiento y Conservación Vial

3.5 MEJORAMIENTO Y CONSERVACION VIAL

En el Perú, los proyectos licitados por PROVIAS NACIONAL, tiene alcance en la ejecución de dos componentes: el mejoramiento a nivel de soluciones básicas de inversión y la conservación vial por niveles de servicio, a continuación, se presenta el enfoque de cada componente.

3.5.1 Mejoramiento a nivel de solución básica de inversión

El mejoramiento de una carretera, consiste en ejecutar actividades que permitan incrementar el nivel de servicio prestado, con el fin de mejorar las condiciones de transitabilidad y seguridad en la vía.

El contratista que gana la buena pro de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio, luego de haber recibido las áreas y bienes del corredor vial, iniciará la elaboración del *Plan de Mejoramiento*.

Mediante la figura 3.2, se presenta el procedimiento para la intervención del mejoramiento.

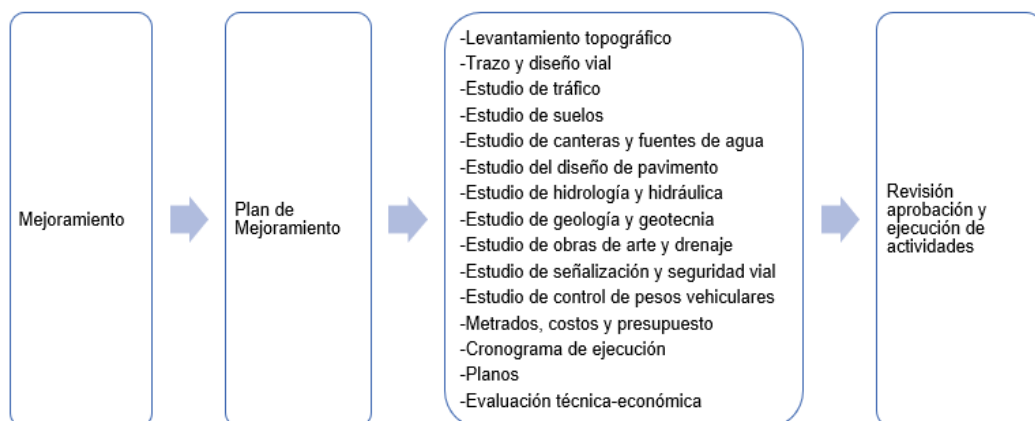


Figura 3.2 Procedimiento para la intervención del componente mejoramiento
Fuente: Elaboración propia

Plan de Mejoramiento (PM).

El plan de mejoramiento se elabora tomando como referencia el estudio de perfil o preinversión, con el cual se obtuvo la viabilidad técnica del proyecto, una vez concluido el plan de mejoramiento requerirá de la aprobación de la entidad.

El conjunto de actividades de intervención en el componente de mejoramiento, se llama solución básica de inversión, la cual se da a conocer en la figura 3.3.



Figura 3.3 Trabajos de intervención en el mejoramiento

Fuente: Elaboración propia

3.5.2 Conservación vial

Según la Real Academia Española, (2021) define *conservación* como “acción y efecto de conservar”, en tanto que *conservar* es “mantener una cosa o cuidar de la permanencia o integridad de algo”. Entonces, la aspiración de la conservación vial es preservar el buen estado de las vías, con el fin de que prestar el servicio para el cual fueron diseñados y construidas.

De acuerdo a los Términos de Referencia de un contrato de Conservación vial, los alcances para la intervención durante el desarrollo de la conservación se establecen en el plan de conservación vial, en ello se presentan los sustentos técnicos de las actividades a ejecutar en la conservación periódica y en el mantenimiento rutinario antes y después de la intervención con el periódico.

En la figura 3.4 se da conocer los componentes principales de la conservación vial.

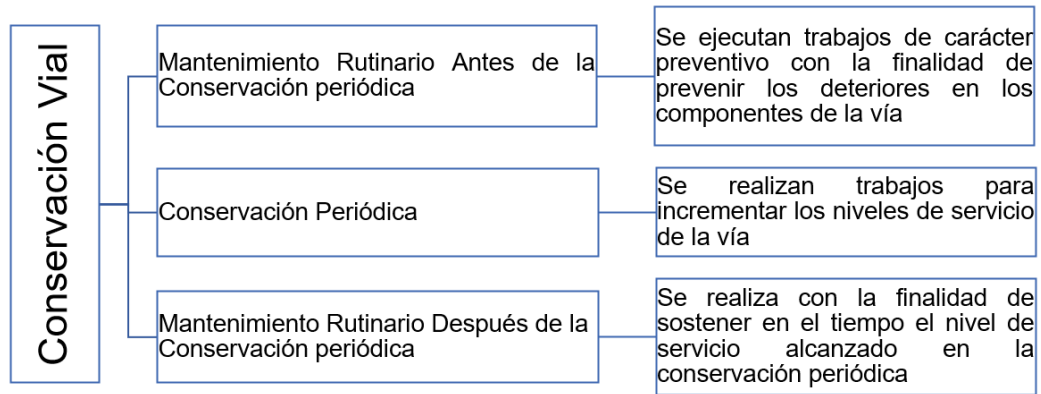


Figura 3.4 Componentes de la conservación vial
Fuente: Elaboración propia

Plan de Conservación (PC).

En el plan de conservación se realiza la propuesta de intervención, precisando las actividades a realizar con la finalidad de incrementar el nivel de servicio de la vía. El plan de conservación contempla ejecutar todas las actividades sobre la vía existente, no se realizarán cambios en el diseño geométrico de la vía.

El contenido mínimo del plan de conservación se detalla en la figura 3.5.

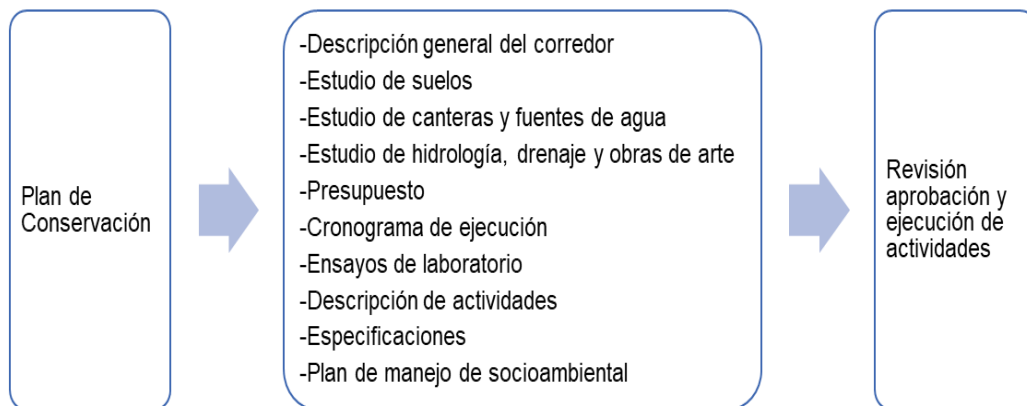


Figura 3.5 Procedimiento para la intervención del componente mejoramiento
Fuente: Elaboración propia

CAPÍTULO IV. APLICACIÓN DEL SISTEMA LAST PLANNER Y CONTROL DEL COSTO OPERATIVO

La aplicación de la metodología de planificación, el seguimiento y control de costos, se realizó durante la ejecución del proyecto: “Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación vial por Niveles del Corredor vial Ninacaca – Carhuac – Huachón – Quiparacra – Mallan; C.P La suiza – Chontabamba – Oxapampa; PE-5NA (Abra) – Villa Rica; Carhuamayo – Mancan – Capillas; San Ramón - La Auvernia – La Promisora; Yanac – Tambo - Ulcumayo – Mancan”, en la cual el contratista ha sido una empresa privada.

4.1 INFORMACIÓN GENERAL DEL PROYECTO

Proyecto	“Servicio de Gestión, Mejoramiento y Conservación vial por Niveles de Servicio del Corredor vial Ninacaca – Carhuac – Huachón – Quiparacra – Mallan; C.P La suiza – Chontabamba – Oxapampa; PE-5NA (Abra) – Villa Rica; Carhuamayo – Mancan – Capillas; San Ramón - La Auvernia – La Promisora; Yanac – Tambo - Ulcumayo – Mancan”.
Ubicación	La infraestructura se encuentra ubicado en los departamentos de Pasco y Junín; con área de influencia directa las localidades de Carhuamayo, Ulcumayo, San Ramon, Chontabamba, Oxapampa, Vila Rica, Ninacaca y Huachón.
Departamento	Pasco y Junín
Longitud	201.96 Km
Entidad	Provias Descentralizado de PASCO Y JUNÍN.
Plazo de servicio	5 años

4.1.1 Ubicación geográfica del proyecto

El proyecto de mejoramiento y gestión de conservación vial se ubica en el centro del país, en los departamentos de pasco y Junín (ver figura 4.1), el alcance de la

infraestructura comprende la intervención en 08 Tramos, sumando en toda su longitud 201.96 Km.

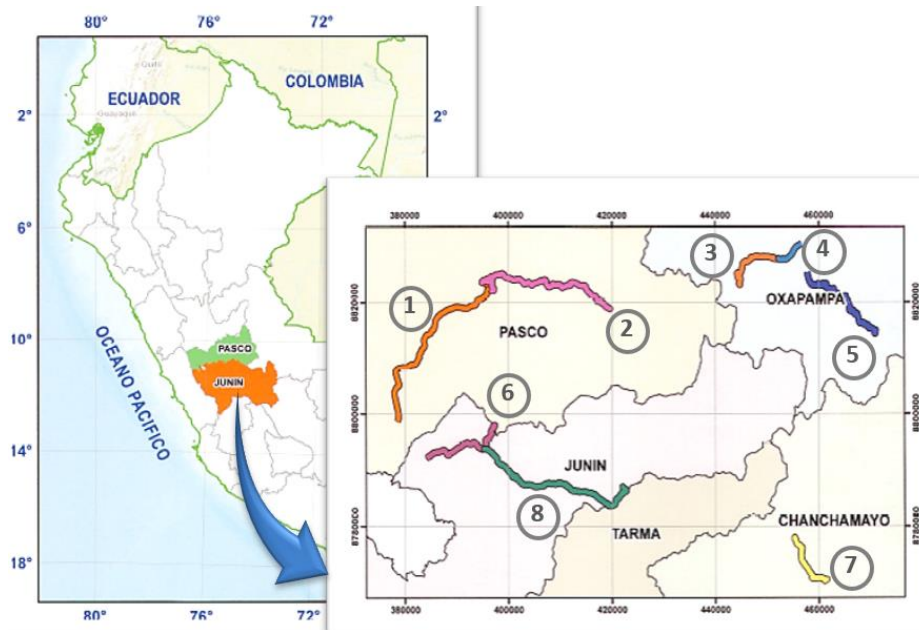


Figura 4.1 Ubicación geográfica del proyecto
Fuente: Elaboración Propia

En la tabla 4.1, se presenta la ubicación de los 08 tramos del proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

Tabla 4.1 Ubicación de los 08 Tramos del corredor vial

Tramo	Sector	Longitud	RUTA	PROVINCIA	REGIÓN
		(Km)			
Tramo 1	Ninacaca - Huachón	41.9	PA-106	Pasco	Pasco
Tramo 2	Huachón - C.P. Mallan	38.2			
Tramo 3	C.P. Suiza - Chontabamba	15.46	PA-108	Oxapampa	
Tramo 4	Chontabamba - Oxapampa	4.7			
Tramo 5	Emp. 5NA (Abra) - Villarrica	30.6			
Tramo 6	Carhuamayo - Emp. PA 107	20.4	JU-107	Junín	Junín
Tramo 7	San Ramón - C.P Promisora	11.6	JU-106	Chanchamayo	
Tramo 8	C.P Yanac - Em p. JU 107	39.1	JU-106	Junín	

Fuente: Elaboración Propia

4.1.2 Alcance del proyecto

El alcance del proyecto contempla realizar la intervención en 8 tramos que conforman el corredor vial, el cual previamente se ha definido en el estudio de Plan de gestión vial y los documentos contractuales del proyecto.

Se aclara que las longitudes finales de todos los tramos del proyecto son aquellas que hayan sido considerado en el Plan de Gestión Vial, los cuales son

determinados en el estudio de relevamiento de información. A continuación, en la tabla 4.2 se describe los tramos del corredor vial.

Tabla 4.2 Resumen de tramos del corredor vial

Tramo	Tramo				Longitud (Km)	Alcance
	Inicio	Km	Fin	Km		
Tramo 1	Ninacaca	000+000	Huachón	041+900	41.90	C. Periódica
Tramo 2	Huachón	041+900	Mallan bajo	080+100	38.20	Solución Básica
Tramo 3	C.P La Suiza	117+000	Chontabamba	132+460	15.46	Solución Básica
Tramo 4	Chontabamba	132+460	Oxapampa	137+020	4.70	C. Periódica
Tramo 5	PE-5NA	000+000	Villa Rica	030+600	30.60	Solución Básica
Tramo 6	Carhuamayo	000+000	Capillas	20+400	20.40	C. Periódica
Tramo 7	San Ramón	002+500	La Promisora	14.100	11.60	Solución Básica
Tramo 8	C.P Yanac	000+000	Dv. Mancan	039+100	39.10	Solución Básica
Total (Km)					201.96	

Fuente: Elaboración Propia

En los Tramos 1, 4 y 6 del corredor vial se realizó la conservación periódica, el cual consiste en realizar trabajos a nivel de plataforma, sobre la superficie de la vía existente con la finalidad de mejorar y mantener los niveles de servicio y abarca una longitud de intervención de 67 Km en global.

En los Tramos 2, 3, 5, 7 y 8 se ha hecho intervención con mejoramiento a nivel de solución básica con ensanches puntuales de la vía para ampliar la sección del corredor vial, además de ello, trabajos de plataforma, construcción de obras de arte, drenaje y señalización, y abarca una longitud de 137.46 Km en global.

4.1.3 Cronograma de intervención del proyecto

El Cronograma contractual del proyecto es 60 meses, el cual inicia con actividades mantenimiento rutinario, transitabilidad, elaboración de planes de gestión del componente luego el mejoramiento y conservación periódica. A continuación, se describe el plazo contractual para cada componente.

- La elaboración del Plan de Mejoramiento y Conservación se realizará en 6 meses.
- La Conservación Rutinaria Antes del mejoramiento y del periódico se realiza en 18 meses, y debe culminar en paralelo con el mejoramiento y la conservación periódico
- El mejoramiento a nivel solución básica y conservación periódica tienen un plazo contractual de 18 meses, y es la intervención de mayor presupuesto y con holguras de tiempo muy limitado.

- La Conservación Rutinaria Después se interviene luego que culmina el mejoramiento y la conservación periódico.

Mediante la Figura 4.2, se presenta el cronograma contractual para la intervención con los diferentes componentes.

Descripción de Componentes	CRONOGRAMA DE INTERVENCIONES																																																																							
	Año 1												Año 2												Año 3												Año 4												Año 5																							
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	53	54	55	56	57	58	59	60												
Plan de Mejoramiento																																																																								
Plan de Conservación																																																																								
Relevamiento de Información																																																																								
Conservación Rutinaria antes de CP																																																																								
Conservación Periodica																																																																								
Conservación Rutinaria despés de CP																																																																								
Conservación Rutinaria antes de Mejoramiento																																																																								
Mejoramiento a nivel de soluciones básicas																																																																								
Conservación Rutinaria después de Mejoramiento																																																																								

Figura 4.2 Cronograma de intervenciones
 Fuente: Elaboración Propia

4.2 OBJETO DE ESTUDIO

Con el fin de verificar los objetivos de la presente tesis, la metodología de planificación, seguimiento, control de costo operativo y la identificación del mapa de flujo de valor, se realizó durante la ejecución del mejoramiento del Tramo 2, del corredor vial referido en la información del proyecto.

TRAMO 2: (Huachon – C.P. Mallán).

El tramo 2, comprende parte de la red departamental PA-106, inicia en la progresiva Km 41+900 (3967 msnm) y culmina en la progresiva Km 80+100 (2405 msnm) y tiene una longitud de 38.20 Km, tal como indica la figura 4.3



Figura 4.3 Ubicación satelital del tramo 2
 Fuente: Elaboración propia

Ubicación de áreas auxiliares

- **Canteras y DME.** Durante la etapa de construcción del mejoramiento, es necesario tener definido la ubicación de canteras, áreas de DME y se da conocer en la Tabla 4.3 y Tabla 4.4 respectivamente.

Tabla 4.3 Ubicación de canteras en el Tramo 2

Ítem	Tipo Cantera	Ubicación (Km)
1	Cantera de Cerro	km 56+197 LD
2	Cantera de Cerro	Km 57+200 LD
3	Cantera de Cerro	Km 76+000 LD
4	Cantera de Río	Km 77+800 LI

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.4 Ubicación de áreas de DME del Tramo 2

Ítem	DME	Progresiva	Lado
1	DME N° 01	48+250	Izq.
2	DME N° 02	56+700	Izq.
3	DME N° 03	66+160	Izq.
4	DME N° 04	70+680	Izq.
5	DME N° 05	77+840	Izq.

Fuente: Elaboración propia

- **Fuentes de agua.** La ubicación de las fuentes de agua se da conocer en la tabla 4.5, y es importante tener definido, además deben contar con resolución de autorización de uso por parte de las entidades administradoras de agua.

Tabla 4.5 Ubicación de Fuente de Agua - Tramo 2

Fuente de Agua	Tipo de Fuente	Punto de Captación
FA - 01	Quebrada	48+170
FA - 02	Río	55+950
FA - 03	Quebrada	65+000
FA - 04	Quebrada	68+780
FA - 05	Río	75+040
FA - 06	Quebrada	77+720

Fuente: Elaboración propia

4.3 PROGRAMACIÓN Y PRESUPUESTO OFERTA

Para iniciar la planificación es necesario conocer la programación y presupuesto oferta, las cuales son aquellas que han sido aprobados a través de una resolución como parte del plan de gestión vial.

En la Figura 4.4 se presenta el presupuesto contractual y en la Figura 4.5 se presenta la curva "S" este último es elaborado con el CAO (Calendario de Avance de Obra) que se presenta en el Anexo 4.1

EDT	DESCRIPCION	UND	METRADO	CONTRACTUAL	
				P. Unit.	Parcial
SB5200	TRAMO 2: (Huachón - Mallan Bajo)				11,432,201.10
SB5210	TRABAJOS PRELIMINARES				278,484.87
SB5211	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	38.20	1,213.74	46,364.87
SB5212	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	0.28	829,000.00	232,120.00
SB5220	MOVIMIENTO DE TIERRAS				2,315,453.55
SB5221	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES NO CLASIFICADA	m3	33,663.90	61.13	2,057,874.21
SB5222	PERFILADO DE LA SUPERFICIE SIN APOORTE DE MATERIAL	m2	144,788.44	1.50	217,182.66
SB5223	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME	m3	33,663.90	1.20	40,396.68
SB5230	TRABAJOS EN PLATAFORMA				3,030,200.11
SB5231	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO	m3	24,066.00	113.92	2,741,598.72
SB5232	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	5,241.58	55.06	288,601.39
SB5240	RECUBRIMIENTO ASFÁLTICO				2,665,555.18
SB5241	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	144,788.44	2.48	359,075.33
SB5242	MICROPAVIMENTO	m2	144,788.44	15.93	2,306,479.85
SB5250	OBRA S DE ARTE Y DERNAJE				1,822,990.28
SB5251	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO	m	11,679.74	105.07	1,227,190.28
SB5252	ALCAN TARILLA TMC Ø36"	und	19.00	12,000.00	228,000.00
SB5253	ALCAN TARILLA TMC Ø48"	und	13.00	15,000.00	195,000.00
SB5254	BADENES	m	54.00	3,200.00	172,800.00
SB5260	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				1,158,186.99
SB5261	SEÑALES PREVENTIVAS	und	341.00	500.00	170,500.00
SB5262	SEÑALES REGLAMEN TARIAS	und	69.00	500.00	34,500.00
SB5263	SEÑALES INFORMATIVAS	m2	22.38	1,040.00	23,275.20
SB5264	POSTES DE KILOMETRICO	und	38.00	160.00	6,080.00
SB5265	POSTES DELINEADORES	und	633.00	130.00	82,290.00
SB5266	GUARDAVÍAS	m	1,665.00	304.64	507,225.60
SB5267	TERMINAL DE INICIO; CURVOS	und	21.00	3,276.01	68,796.21
SB5268	TERMINAL DE FIN; RECTOS	und	21.00	3,276.01	68,796.21
SB5269	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	7,580.00	10.00	75,800.00
SB5270	TACHAS RETROREFLECTIVAS	und	6,368.00	10.00	63,680.00
SB5271	CAPTA FAROS	und	439.00	21.24	9,324.36
SB5272	REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO	und	11.00	4,356.31	47,919.41
SB5273	PROTECCION AMBIENTAL				161,330.12
SB5274	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	und	84.00	253.93	21,330.12
SB5275	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	glb	1.00	140,000.00	140,000.00

Figura 4.4 Presupuesto contractual del Tramo -2

Fuente: Elaboración Propia

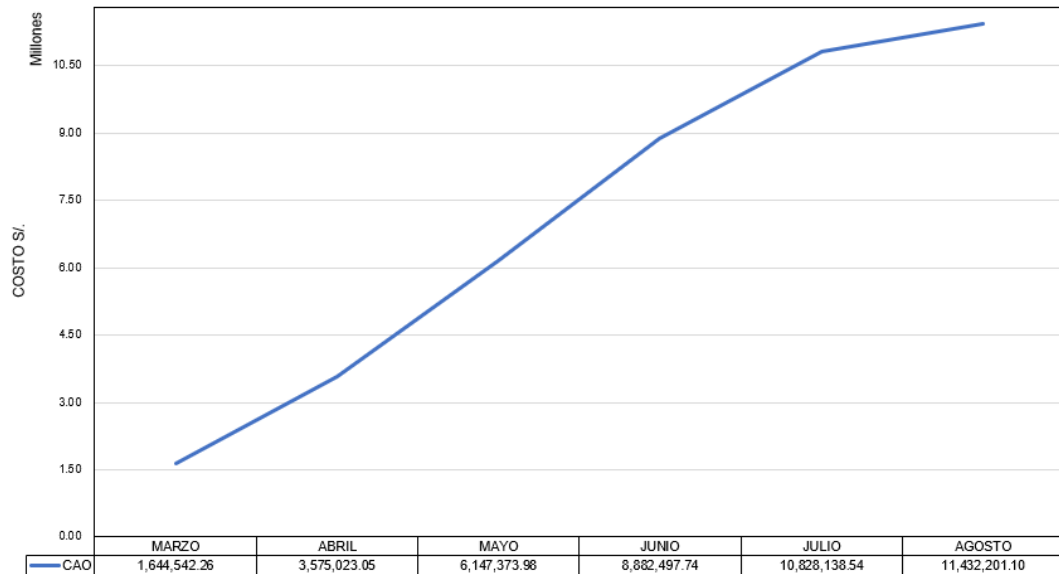


Figura 4.5 Curva S del cronograma programado
Fuente: Elaboración Propia

4.4 METODOLOGÍA DE PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

A continuación, se efectuará la planificación con la metodología Last Planner, en el proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.

4.4.1 Reunión de coordinación

La reunión se lleva a cabo para definir y establecer los procedimientos que se debe seguir para implementar la planificación con metodología Last Planner.

Se estableció, que el equipo de proyecto debería realizar la planificación como un proceso de mejora continua, basado en el ciclo PDCA, tal como indica la figura 4.6.

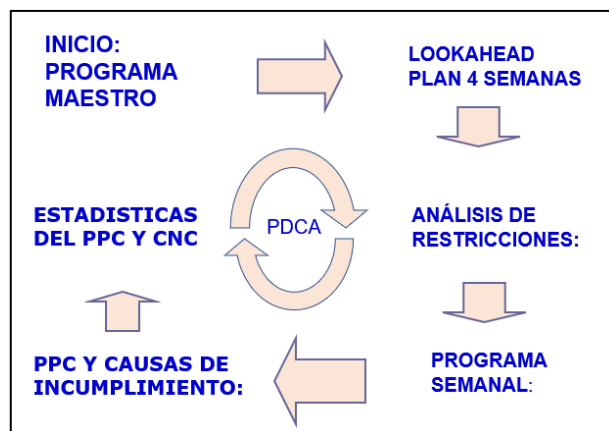


Figura 4.6 Planificación basado en el ciclo PDCA
Fuente: Elaboración Propia

Asimismo, se ha realizado un diagrama de procedimiento para la planificación y programación del proyecto, basado en la metodología Last Planner y se presenta en la figura 4.7.

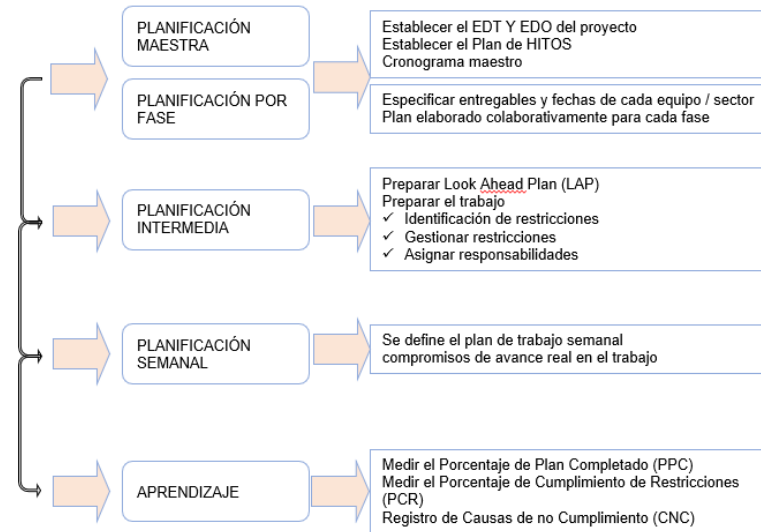


Figura 4.7 Proceso de planificación establecido en reunión de obra
Fuente: Elaboración propia

4.4.2 Planificación maestra

EDT-EDO.

Como parte del cronograma maestro, se define el EDT del proyecto, la cual es elaborado en reunión de obra, en el cual participan todo el equipo de obra, gerente de proyecto, residente, jefe de oficina técnica y especialistas. De la misma manera es elaborado el EDO del proyecto.

La siguiente estructura de descomposición de trabajo se ha realizado teniendo en cuenta los entregables más importantes del TRAMO-2.

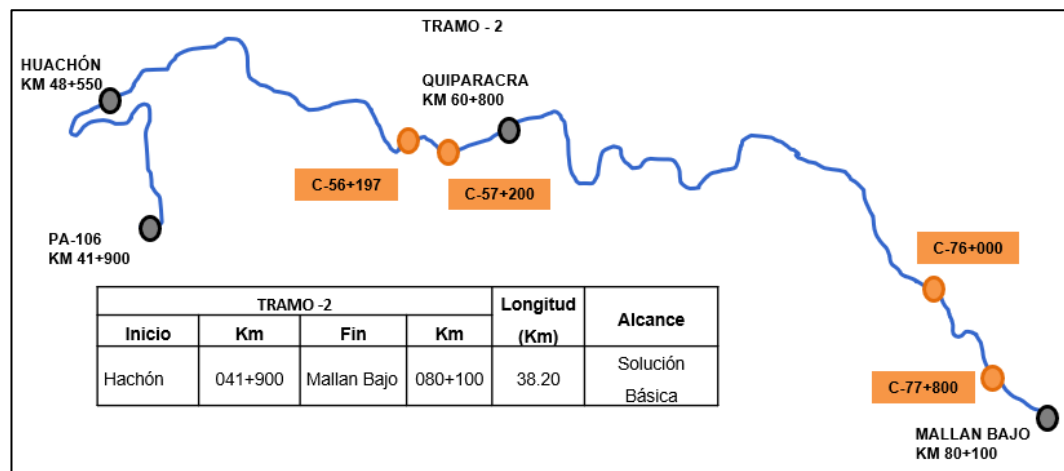


Figura 4.8 Esquema del Tramo - 2
Fuente: Elaboración propia

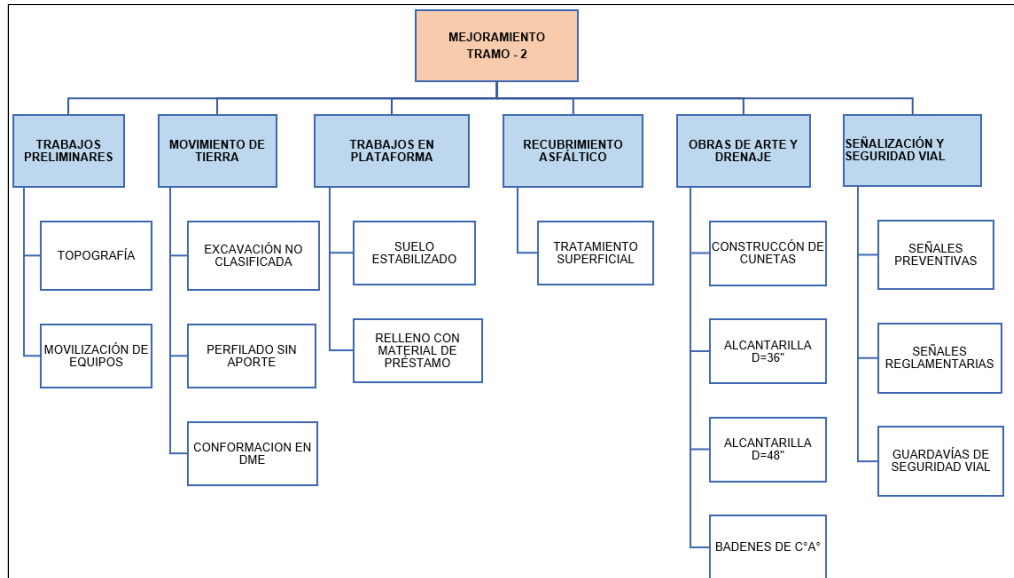


Figura 4.9 Estructura de descomposición del trabajo
Fuente: Elaboración propia

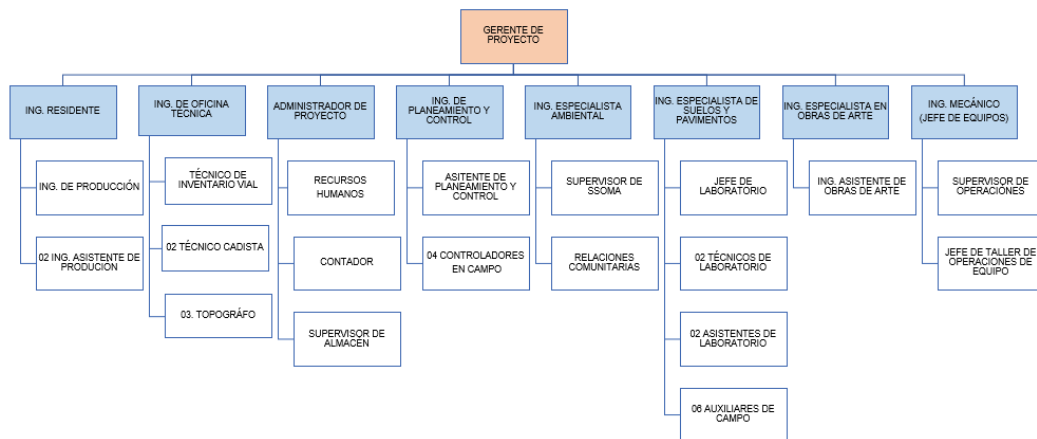


Figura 4.10 Estructura de descomposición de la organización (EDO)
Fuente: Elaboración propia

Plan de hitos.

El plan de hitos establece fechas relevantes para el cumplimiento de objetivos del proyecto, en ello resaltamos el tiempo para la ejecución del mejoramiento en el TRAMO-2. Mediante el Anexo 4.3 se presenta el plan de hitos que se elaboró para la ejecución del mejoramiento del tramo mencionado.

Diagrama de Tiempo Camino - DTC

El plan maestro llamado también línea base de tiempo o cronograma compromiso del proyecto, ha sido elaborado con la herramienta DTC (diagrama tiempo camino), por su adecuación a un proyecto de desarrollo lineal.

El diagrama tiempo camino es un gráfico en dos dimensiones (espacio-tiempo), el cual es elaborado en concordancia al cronograma de hitos presentado en el Anexo 4.3. El DTC se realiza antes de iniciar la ejecución de las partidas, para ello se trabaja con rendimientos estimados y cuadrillas necesarias con el fin de cumplir la ejecución del mejoramiento del Tramo 2 del proyecto, dentro del plazo previsto.

La metodología y el criterio para planificar en el DTC, se inicia con las predecesoras de la ruta crítica y se deben tener en cuenta la secuencia de los procesos constructivos.

La información requerida para programar en el DTC es: fechas de hito (ver Anexo 4.3), metrado de partidas, rendimientos estimados y la ubicación de áreas auxiliares como: canteras, DME y fuentes de agua.

-Metrados del mejoramiento-TRAMO 2 del proyecto

Los metrados a programar son aquellos que se aprobaron en el estudio de plan de gestión vial del proyecto. Para el tramo en estudio los metrados a ejecutar son los que se muestran en la figura 4.11.

EDT	DESCRIPCION	UND	METRADO
SB5200	TRAMO 2: (Huachón - Mallan Bajo)		
SB5210	TRABAJOS PRELIMINARES		
SB5211	TOPOGRAFIA Y GEOREFERENCIACION	km	38.20
SB5212	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS	glb	0.28
SB5220	MOVIMIENTO DE TIERRAS		
SB5221	EXCAVACION PARA EXPLANACIONES NO CLASIFICADA	m3	33,663.90
SB5222	PERFILADO DE LA SUPERFICIE SIN APORTE DE MATERIAL	m2	146,498.38
SB5223	CONFORMACION Y ACOMODO DE DME	m3	33,663.90
SB5230	TRABAJOS EN PLATAFORMA		
SB5231	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	m3	24,066.00
SB5232	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	5,241.58
SB5240	RECUBRIMIENTO ASFÁLTICO		
SB5241	RIEGO DE LIGA	m2	144,788.44
SB5242	MICROPAVIMENTO DE 1.3 CM	m2	144,788.44
SB5250	OBRAS DE ARTE Y DERNAJE		
SB5251	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO	m	11,679.74
SB5252	ALCANTARILLA TMC Ø36"	und	19.00
SB5253	ALCANTARILLA TMC Ø48"	und	13.00
SB5254	BADENES	m	54.00
SB5260	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL		
SB5261	SEÑALES PREVENTIVAS	und	350.00
SB5262	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	69.00
SB5263	SEÑALES INFORMATIVAS	m2	22.38
SB5264	POSTES DE KILOMETRAJE INC. RETIRO	und	39.00
SB5265	POSTES DELINEADORES	und	633.00
SB5266	GUARDAVÍAS SEGURIDAD VIAL TIPO P1 (TL2, N1)	m	1,665.00
SB5267	TERMINAL ABATIDO DE ENTRADA DE BARRERAS DE SEGURIDAD VIAL P1 (TL2,	und	21.00
SB5268	TERMINAL ABATIDO DE SALIDA DE BARRERAS DE SEGURIDAD VIAL P1 (TL2, N1	und	21.00
SB5269	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	7,640.31
SB5270	COLOCACION DE TACHAS RETROREFLECTIVAS	und	6,368.00
SB5271	CAPTAFAROS	und	439.00
SB5272	REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO	und	11.00
SB5273	PROTECCION AMBIENTAL		
SB5274	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	und	84.00
SB5275	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	glb	1.00

Figura 4.11 Metrados del mejoramiento-Tramo 2
Fuente: Elaboración propia

En el diagrama espacio-tiempo (DTC), teniendo en cuenta el criterio constructivo se ha planificado iniciar con la ejecución de la partida de explanaciones en paralelo obras de arte como (alcantarillas y badenes), posteriormente se inicia con trabajos de relleno y perfilado sin aporte y en seguida la colocación de suelo estabilizado, recubrimiento asfáltico y finalmente los elementos de señalización.

Se debe tener en cuenta que la partida de construcción de cunetas se ejecuta luego de la partida de suelo estabilizado porque en esta última se requiere realizar previamente la conformación.

- a) Alcantarilla TMC. Las alcantarillas a construir son de dos tipos de sección transversal (36" y 48"), su ejecución comienza en la semana 03 como indica en el DTC, para ello se emplea dos cuadrillas una subcontrata y otra cuadrilla propia, el avance estimado es ejecutar 1/3 de una unidad de alcantarilla por día, es importante tener en cuenta que para el avance continuo de la actividad de suelo estabilizado debe quedar liberado el tramo a nivel de trabajos de obras de arte.
- b) Excavación no clasificada. El metrado que se debe ejecutar es 33,663 m³, y los trabajos se ejecutan en 3 sectores (Km 48+100-Km 48+450); (Km 51+680-Km 58+130) estos dos sectores se ejecutan en el sentido creciente de las progresivas luego se interviene en el tercer sector (Km 62+675-Km +69+270) está ultima en el sentido inverso a los dos anteriores, se prevé terminar el trabajo el 09 de julio.
- c) Perfilado sin aporte. La finalidad de este trabajo es mejorar la superficie de la plataforma existente, es decir eliminar cualquier irregularidad que pudiera existir y estos defectos se pudiesen reflejar luego de colocar el suelo estabilizado.
- d) Suelo estabilizado. Esta partida inicia el 12 abril, con un rendimiento estimado de 378.00 m³/día equivalente a 600 m/día, en la semana (03 al 09) se ejecuta desde las progresivas (Km 41+900-Km 56+000) luego se comienza desde el final del tramo en retroceso, la finalidad es evitar el deterioro de los trabajos de estabilizado con el transporte de material.
- e) Imprimación. Se inicia luego de 3 días de haber colocado el suelo estabilizado y su avance es en forma progresivo a los trabajos de suelo estabilizado.
- f) Micro pavimento. Se coloca micro pavimento con espesor de 12mm, se ha previsto culminar hasta la semana 06 un avance de 2.1km las cuales se presentarán en la valorización de abril.
- g) Señalización. Es una de las partidas críticas su culminación al cierre de cada mes es prioritario para valorizar los trabajos del mejoramiento.
- h) En la parte inferior del DTC se encuentra la ubicación de las áreas auxiliares como son canteras, DME y fuentes de agua, esto nos permite tener más criterio en la planificación de los trabajos como por ejemplo en las distancias de transporte.
- i) La leyenda del DTC indica las líneas empleadas para cada partida, tal como se indica en la figura 4.12.

En los proyectos de conservación, un aspecto que se debe tener en cuenta es las condiciones de valorización, tal es así: la valorización en el mejoramiento no es por avance de metrado, sino el pago por la ejecución del mejoramiento tendrá como unidad medida el "Km", se contabilizará el kilómetro o fracción de "Km" cuando en él se hayan concluido todos los trabajos necesarios para poder alcanzar el nivel de servicio solicitado y que se hayan aprobado en el Plan de Mejoramiento.

En el DTC se ha previsto los avances de la valorización por ejemplo al cierre de la semana 06 se debe valorizar 2.1 Km del mejoramiento para el cual se debe culminar todos los trabajos previstos hasta la instalación de los elementos de señalización.



Figura 4.12 Leyenda de actividades DTC
Fuente: Elaboración propia

Mediante la figura 4.13 se presenta el diagrama tiempo camino para el mejoramiento.

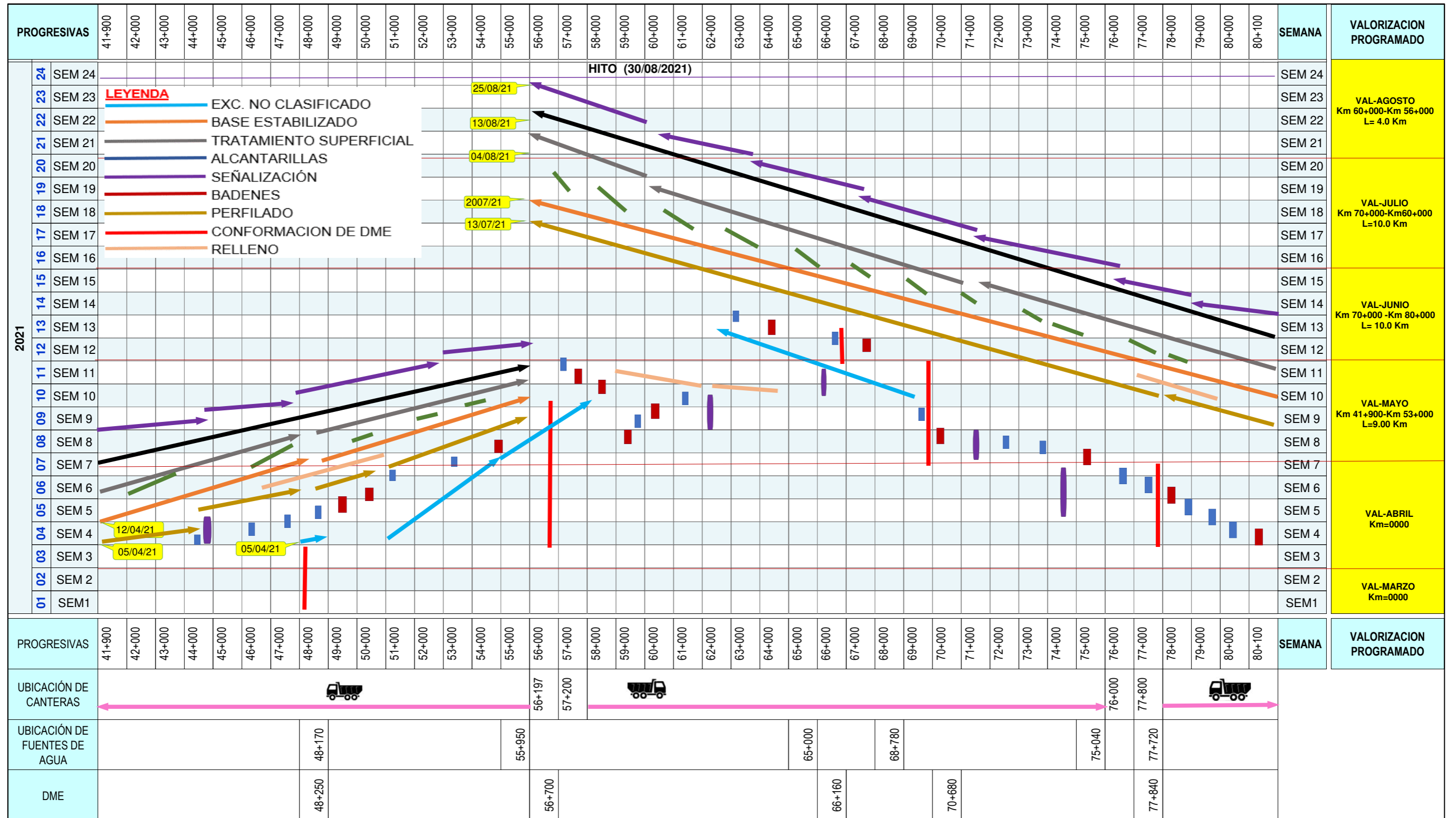


Figura 4.13 Plan maestro para la ejecución del mejoramiento
Fuente: Elaboración propia

4.4.3 Planificación intermedia

4.4.3.1 Look Ahead Plan

Para la implementación del Look Ahead Plan (LAP), la primera recomendación es fijar el número de semanas en el cual se realizará la asignación de trabajo. Durante la ejecución del mejoramiento del Tramo -2, se ha realizado planes intermedios para 4 semanas.

El plan intermedio es actualizado y revisado en forma mensual, en ello debe estar contemplado ejecutar como mínimo le meta mensual del cronograma maestro.

En el plan de 4 semanas, debe estar información de metrados a ejecutar día a día, asimismo, los tramos donde se van realizar la intervención, a su vez queda resaltado de color rojo (Fig. 4.14) las actividades que tienen restricciones las cuales han sido identificados en el momento de la realización del plan.

Como resultado de la realización de planes intermedios durante la ejecución del mejoramiento del Tramo – 2, en la Figura 4.14 se presenta el plan de 4 semanas el cual corresponde al mes de mayo del 2021, en ello está contemplado realizar las siguientes actividades.

- Explanaciones. La actividad en referencia ha iniciado en el mes de abril del 2021 y prosigue con el avance, se ve en el plan que no presenta ninguna restricción para las semanas 08 y 09, sin embargo, para la semana 10 se ha identificado la restricción para los trabajos de corte en la progresiva Km 69+270 al Km 68+600, en la cual existe un impedimento por una posible afectación de un área de cultivo.

EDC	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD/UNC	Progr. de Inicio	Progr. Final	Metrado Planificado	SEMANA 08							SEMANA 09							SEMANA 10							
					L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	
	TRAMO 2: Huachon (041+900) - Mallan Bajo (Km 080+100) (Long. 38.20 Km)																									
SB522	MOVIMIENTO DE TIERRAS																									
SB522	EXCAVACION NO CLASIFICADA																									
	Corte en MS	m3 054-750	055+000	772.00	700.00	72.00																				
	Corte en MS	m3 055-050	055+380	896.00		650.00	246.00																			
	Corte en MS	m3 055-480	055+600	1.020.00			450.00	570.00																		
	Corte en MS	m3 055-800	056+020	800.00				150.00	650.00																	
	Corte en MS	m3 056-100	056+650	3.850.00					350.00					700.00	700.00	700.00	700.00	700.00								
	Corte en MS	m3 057-000	057+600	1.250.00													350.00									
	Corte en MS	m3 057-900	058+130	870.00														700.00	200.00							
	Corte en MS	m3 058-270	058+600	1.689.00															500.00	370.00						
	Corte en MS	m3 059-270	068+600	1.689.00																						
	Corte en MS	m3 069-270	068+600	1.689.00																						
	Corte en MS	m3 069-270	068+600	1.689.00																						

Figura 4.14 Plan intermedio de explanaciones
Fuente: Elaboración propia

- Trabajos en plataforma. Esta actividad inició en la semana 05 el 16 de abril 2021, al finalizar dicho mes no se ha culminado lo programado por ende se hace la reprogramación en el plan de 04 semanas correspondiente al mes de mayo. Para ejecutar el trabajo se emplea la siguiente cuadrilla.

-Equipos

- 01 Motoniveladora
- 01 Rodillo liso de 12Tn
- 02 Cisterna de agua
- 01 Camión baranda

-Mano de obra

- 01 Capataz
- 06 Peones
- 02 Señaleras

- Recubrimiento asfáltico. Comprende realizar 02 actividades, la imprimación y la colocación de micro pavimento, cada uno de las actividades inicia con la realización de un tramo de prueba, esto con la finalidad de asegurar una fórmula de trabajo acorde a las especificaciones establecidas. La imprimación ha iniciado en la semana 06 y continua su avance en las semanas posteriores, del mismo modo el recubrimiento asfáltico y en la programación correspondiente al mes de mayo las restricciones han sido identificados para la semana del 09 al 11, la cuales se encuentran resaltados en la Figura 4.17. La cuadrilla empleada para la colocación del micro pavimento es lo siguiente:

-Equipos

- 01 Camión micro pavimentador
- 01 Cisterna de emulsión
- 01 Rodillo liso de 10Tn
- 02 Cisterna de agua
- 01 Camión baranda

-Mano de obra

- 01 Capataz
- 02 oficiales
- 01 operador de caja
- 04 Peones

-02 Señaleras

- Cunetas. Es ejecutado con dos cuadrillas de subcontrata, cada uno de ellos tiene un rendimiento promedio de 105 m/día, la construcción de cunetas inicia en la semana 08 tal como se verifica en el plan a 04 semanas de obras de arte– mayo 2021 (ver Figura 4.18), su avance depende mucho de la culminación de la partida de suelo estabilizado por ende la restricción es culminar la actividad predecesora.
- Alcantarillas. Se ejecuta con 02 frentes de trabajo 01 subcontrata y otra cuadrilla de casa, el avance programado es ejecutar 1 alcantarilla de D=36” en 2.5 días el cual incluye trabajos de sembrado de TMC, relleno, encofrado y vaciado de concreto ciclópeo para emboquillados, encofrado y vaciado de concreto para caja receptora, aleros y finalmente el desencofrado. La cuadrilla de casa está conformada por:

-Equipos

- 01 Retroexcavadora
- 01 Minicargador
- 01 Trompo mezclador
- 01 Volquete
- 02 Vibro pisón
- 01 Vibrador de concreto
- 01 Camión baranda

-Mano de obra

- 01 Capataz
- 02 Operarios
- 02 oficiales
- 05 Peones
- 02 Señaleras
- Badenes. Es ejecutado por una cuadrilla de subcontrata los trabajos que se deben hacer son construcción de acceso temporal, excavación en plataforma, relleno, compactación, excavación para uñas, vaciado de solado, encofrado,

acero de refuerzo, vaciado masivo y finalmente el desencofrado. En el plan de 4 semanas (ver Figura 4.18).

- Señalización. Es una de las partidas críticas debido a que su instalación a tiempo en tramos culminados a nivel de micro pavimento definirá las valorizaciones programadas del mes. Se realizan los trabajos de instalación de señales preventivas, reglamentarias, informativas, poste kilométrico, delineadores, marcas de pavimento, gibas y guardavías, se puede ver en el plan de 4 semanas (Figura 4.15) que las actividades son programadas a partir de la semana 09, sin embargo, todas presentan restricción debido a que en su momento el proveedor aún no culminaba la fabricación y algunos de ellos se encontraban en pendientes de envío.

EDC	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	Metrado Planificado	SEMANA 09							SEMANA 10							SEMANA 11											
				L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D					
				10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30					
SB5200	TRAMO 2: Huachon (041+900) - Mallan Bajo (Km 080+100) (Long. 38.20 Km)																												
SB5261	SEÑALES PREVENTIVAS																												
	Construcción de dados 30cmx30cm	und	27.00	8.0	8.0	8.0	3.0																						
	Instalación de señales	und	22.00				5.0	10.0	7.0																				
SB5262	SEÑALES REGLAMENTARIAS																												
	Construcción de dados 30cmx30cm	und	3.00				3.0																						
	Instalación de señales	und	3.00							3.0																			
SB5263	SEÑALES INFORMATIVAS																												
	Construcción de dados 30cmx30cm	día	2.00							1.0	1.0																		
	Instalación de señales	día	2.00									1.0	1.0																
SB5265	POSTES DELINEADORES		-																										
	Excavación y construcción dados	und											21.0		13.0						21.0		29.0						
	Instalación	und												21.0						13.0		21.0		29.0					
SB5266	GUARDAVÍAS																												
	Guardavía Km 43+000 - Km 43+060 (L=60 m)																												
	Excavación h=1.10m	día	2.50	1.0	1.0	0.5																							
	Instalación de postes	día	2.50			1.0	1.0	0.5																					
	Instalación de Vigas y demás elementos	día	2.10					1.0	0.6	0.5																			
	Guardavía Km 43+350 - Km 43+450 (L=100 m)																												
	Excavación h=1.10m	día	4.10			0.5	1.0	1.0	0.6	1.0																			
	Instalación de postes	día	4.60					1.0	0.6	1.0	1.0	1.0																	
	Instalación de Vigas y demás elementos	día	4.50							0.5	1.0	1.0	1.0	1.0															
	Guardavía Km 43+760 - Km 43+830 (L=70 m)																												
	Excavación h=1.10m	día	3.00									1.0	1.0	1.0															
	Instalación de postes	día	2.00										0.5	1.0	0.5														
	Instalación de Vigas y demás elementos	día	2.00											1.0	0.5				0.5										
	Guardavía Km 44+360 - Km 43+445 (L=70 m)																												
	Excavación h=1.10m	día	2.50											1.0	0.5						1.0								
	Instalación de postes	día	1.50																	0.5	1.0								
	Instalación de Vigas y demás elementos	día	2.00																		1.0	1.0							
SB5267	TERMINAL INICIO; CURVO	día	4.00									1.0			1.0					1.0		1.0							
SB5268	TERMINAL FIN; RECTO	día	4.00									1.0			1.0					1.0		1.0							
SB5269	MARCAS EN EL PAVIMENTO	m2	1,450.00																	50.0	400.0	500.0	500.0						
SB5270	TACHAS RETROREFLECTIVAS	día	1.50																						1.0	0.5			
SB5271	CAPTAFAROS	día	2.00									1.0			1.0														
SB5272	REDUCTOR DE VELOCIDAD	día	1.50																							1.0	0.5		

Figura 4.15 Plan a 4 semanas señalización-mayo 2021
Fuente: Elaboración propia

EDC	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	Progr. Inicio	Progr. Final	Metrado Planificado	SEMANA 08							SEMANA 09							SEMANA 10							SEMANA 11						
						L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
						03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SB5200	TRAMO 2: Huachon (041+900) - Mallan Bajo (Km 080+100) (Long. 38.20 Km)																																
SB5220	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																
SB5221	EXCAVACION NO CLASIFICADA																																
	Corte en MS	m3	054+750	055+000	772.00	700	72																										
	Corte en MS	m3	055+050	055+380	896.00		650	246																									
	Corte en MS	m3	055+480	055+600	1,020.00			450	570																								
	Corte en MS	m3	055+800	056+020	800.00				150	650																							
	Corte en MS	m3	056+100	056+850	3,850.00						350																						
	Corte en MS	m3	057+000	057+600	1,250.00							700	700	700	700	700																	
	Corte en MS	m3	057+900	058+130	870.00																												
	Corte en MS	m3	069+270	068+600	1,689.00																												
	Corte en MS	m3	068+550	067+950	1,635.00																												
	Corte en MS	m3	067+680	067+050	980.00																												
	Corte en MS	m3	066+910	066+420	1,240.00																												

Figura 4.16 Plan a 4 semanas para explanaciones-mayo 2021
Fuente: Elaboración propia

EDC	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	Progr. Inicio	Progr. Final	Metrado Planificado	SEMANA 08							SEMANA 09							SEMANA 10							SEMANA 11						
						L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D	L	M	M	J	V	S	D
						03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30
SB5200	TRAMO 2: Huachon (041+900) - Mallan Bajo (Km 080+100) (Long. 38.20 Km)																																
SB5220	MOVIMIENTO DE TIERRAS																																
SB5230	TRABAJOS EN PLATAFORMA																																
SB5231	ESTABILIZADO CON CEMENTO	m3	048+700	056+000	4,599.00	378	378	378	378	378	189																						
			80+100	074+700	3,402.00																												
SB5232	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO (m3)	m3			-																												
SB5240	RECUBRIMIENTO ASFÁLTICO																																
SB5241	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	046+900	056+000	38,220.00				3780	3780	1890																						
			80+100	061+500	15,120.00																												
SB5242	MICROPAVIMENTO	m2	042+900	056+000	55,020.00	2520	2520	2520	2520	2520	1470																						

Figura 4.17 Plan a 4 semanas para trabajos en plataforma-mayo 2021
Fuente: Elaboración propia

4.4.3.2 Gestión de restricciones

Como se ha mencionado anteriormente para cada una de las actividades o tareas que conforman el Look Ahead Plan, se debe realizar el análisis de restricciones, esto es efectuado en una reunión de planificación, en el cual están obligados a participar jefes de área, técnicos y capataces, ya que, cada de uno ellos a través de una lluvia de ideas puedan identificar restricciones y además elaborar un listado y clasificar.

Para llevar una adecuada gestión de restricciones, se realizó una clasificación de acuerdo a la figura 4.19.

TIPO	ÁREA	DESCRIPCIÓN DE LA RESTRICCIÓN
MO (MANO DE OBRA)	RR.HH	Contratación de personal no calificado
	RR.HH	Demoras en afiliación al personal
	SSOMA	Acto subestandar
MAT (MATERIALES)	QA / QC	Falta de equipos de ensayo
	Logística	Falta de materiales
		Zarandas en pésimo estado
		Falta de Equipos Topográficos
		Falta de Combustible
EQUIPOS	Equipos	Falla de equipos
	SSOMA	Mantenimiento no programado de equipos
PGV	Entidad	Interferencias en campo
	Ingeniería	Error en diseño
CLIENTE	Entidad	Incongruencia de planos con campo
	Administración	Incumplimiento compromisos contractuales
PROCESOS	Ingeniería	Demora en certificados
		Falta de definición de progresivas
		Falta de planos para construcción
	Residencia	Falta de protocolos aprobados
		Error en la planificación por rendimiento
		Error en la planificación por mal análisis de restricciones
		Falta de coordinación gerencial
		Mala asignación de recursos
QA/ QC	Programas muy optimista	
SOCIAL	Asuntos Sociales	Retrabajo
		Huelgas
		Marchas sindicales
	Residencia	Causas sociales
AMB	Externo	Afectaciones
		Exceso de lluvias

Figura 4.19 Clasificación de las restricciones

Fuente: Elaboración propia

4.4.3.3 Análisis de restricciones

Se realiza con la finalidad de crear una condición necesaria para que la actividad sea ejecutada.

El análisis de restricciones debe contener la siguiente información: número de identificación, descripción de la restricción, actividad afectada, acción o

compromiso, responsable de liberación, fecha de creación, fecha requerida para levantar la restricción y fecha real de liberación.

A manera de ejemplo, se dará conocer el análisis de restricciones realizado durante la ejecución del mejoramiento en las diferentes partidas. Y es realizado en forma conjunta con el plan intermedio o plan a 4 semanas.

- **Explicaciones.** Para esta actividad, mediante el Anexo 4.4, se presenta la gestión de restricciones realizado para el cumplimiento del plan intermedio a 4 semanas de un determinado mes. Cada restricción es gestionada por el responsable del área, y se verifica su cumplimiento en la reunión de obra.
- **Construcción de obras de arte.** Para el inicio de la construcción de obras de arte en la fecha prevista del plan intermedio, se ha tenido que resolver diferentes restricciones, como por ejemplo subcontratación de obras de arte, implementación de un segundo frente de trabajo, para ello, en las fechas establecidos se han hecho gestiones para cumplir con la afiliación de personal, otro tema crítico ha sido la fabricación de algunos elementos como la zaranda, también el procedimiento de compra del equipo trompo mezclador. De manera similar para la construcción de badenes se ha identificado agilizar la contratación de subcontrata y otro tema pendiente de gestionar ha sido el envío de planos de replanteo a la supervisión del proyecto, en el Anexo 4.5 se presenta el cuadro de la gestión de restricciones para la partida ejecución de obras de arte.
- Señalización y seguridad vial. Para el cumplimiento del programa lookahead, se ha tenido que gestionar diferentes restricciones como, por ejemplo, definir proveedor para la adquisición de materiales, solicitar alquiler de equipo, y asegurar servicio de flete para transporte a obra de los materiales, mediante el Anexo 4.6 se presenta la gestión de restricciones implementado para la actividad de señalización.

4.4.4 Plan Semanal

Corresponde a un conjunto de tareas libre de restricciones. En el mejor escenario, este plan debe ser igual, al plan semanal entrante de 4 semanas, y se cumple siempre en cuando no exista restricción alguna.

En la Figura 4.20, se presenta el plan de trabajo para la semana 08, las actividades ejecutables corresponden a la excavación no clasificada, perfilado sin aporte y trabajos de conformación de DME. En la partida trabajos en plataforma, en la

semana 08 está programado ejecutar estabilización de suelo cemento, relleno de material, imprimación asfáltica y colocación de micro pavimento.

En obras de arte está previsto ejecutar la construcción de cunetas revestidas de concreto, construcción de alcantarillas y badenes.

El plan de trabajo semanal es ejecutado por los últimos planificadores, es decir los jefes de cuadrilla o capataces de los frentes de trabajo, ellos son los encargados de cumplir las metas del día a día, establecido en el plan de trabajo semanal, en el caso que en un día determinado no se logró el objetivo debe ser reprogramado en el plan de la semana siguiente.

EDC	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	UND	Progr. Inicio	Progr. Final	Metrado Planificado	SEMANA 08											
						L	M	M	J	V	S	D					
						03	04	05	06	07	08	09					
SB5200	TRAMO 2: Huachon (041+900) - Mallan Bajo (Km 080+100) (Long. 38.20 Km)																
SB5220	MOVIMIENTO DE TIERRAS																
SB5221	EXCAVACION NO CLASIFICADA																
	Corte en MS	m3	054+750	055+000	772.00	700	72										
	Corte en MS	m3	055+050	055+380	896.00		650	246									
	Corte en MS	m3	055+480	055+600	1,020.00			450	570								
	Corte en MS	m3	055+800	056+020	800.00				150	650							
	Corte en MS	m3	056+100	056+850	3,850.00												350
SB5222	PERFILADO SIN APORTE	m2	048+000	056+000	-												
SB5223	CONFORMACION DE DME	m3	056+700														
SB5230	TRABAJOS EN PLATAFORMA																
SB5231	ESTABILIZADO CON CEMENTO	m3	048+700	056+000	4,599.00	378	378	378	378	378	189						
			80+100	074+700	3,402.00												
SB5232	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO (m3)	m3			-												
SB5240	RECUBRIMIENTO ASFÁLTICO																
SB5241	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	046+900	056+000	38,220.00				3780	3780	1890						
			80+100	061+500	15,120.00												
SB5242	MICROPAVIMENTO	m2	042+900	056+000	55,020.00	2520	2520	2520	2520	2520	1470						
SB5250	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE																
SB5251	CUNETÁ REVESTIDA DE CONCRETO																
	Tramo Km 46+600-47+674 (2F)	m	046+600	047+674	654.00	210	210	234									
	Tramo Km 48+125-48+805 (2F)	m	048+125	048+805	680.00				210	210	210						
	Tramo Km 50+289-51+175 (2F)	m	050+289	051+175	886.00												
	Tramo Km 53+200-54+870 (2F)	m	053+200	054+870	1,670.00												
	Tramo Km 53+200-54+870 (2F)	m	053+200	054+870	735.00												
SB5252	ALCANTARILLA FRENTE 01 - SUBCONTRATA																
	TMC D=48" Km 54+870	und			0.80	0.3	0.3	0.2									
	TMC D=36" Km 57+065	und			0.80												
	TMC D=48" Km 57+930	und			1.00												
	TMC D=48" Km 58+400	und			1.00												
	TMC D=48" Km 59+570	und			1.00				0.2	0.4	0.2						
	TMC D=36" Km 59+887	und			1.00												
	TMC D=48" Km 60+550	und			1.00												
	TMC D=36" Km 61+668	und			1.00												
SB5253	ALCANTARILLA FRENTE 02 - CASA																
	TMC D=36" Km 73+925	und			1.00	0.4	0.4	0.2									
	TMC D=36" Km 72+665	und			1.00			0.2	0.4	0.4							
	TMC D=48" Km 70+035	und			1.00												0.2
	TMC D=36" Km 69+661	und			1.00												
SB5254	BADENES																
	Baden Km 71+345 - Km 71+351 (L=6 m)																
	construcción de acceso temporal	día				1											
	excavacion de plataforma	día				1											
	Relleno y compactación	día					1										
	excavación de uñas	día					1	1									
	Vacaido de solado	día						1									
	encofrado	día							1								
	Colocación de acero	día							1	1							
	Vaciado de concreto	día								1	1						

Figura 4.20 Plan de trabajo semanal
Fuente: Elaboración propia

4.4.5 P.P.C

El P.P.C o porcentaje de plan completado, es un indicador que muestra la eficiencia de la planificación del proyecto, el P.P.C se evalúa de forma semanal. Para efectuar el cálculo se realiza la división del número de actividades completadas entre el total de actividades establecidas en el plan de trabajo semanal.

Para evaluar el P.P.C se considera como actividad completada aquella en el cual se logró alcanzar el 100% de avance o más, y en el caso que no se ha llegado completar el 100% de avance simplemente no ingresa en el conteo de actividades completadas, en el grupo de actividades de este último caso se realiza el análisis de las causas de no cumplimiento con la finalidad de encontrar la causa raíz y que en lo posterior no vuelva a ocurrir, de esa forma se va mejorando la eficiencia de la planificación semana tras semana.

En la Figura 4.21, se muestra el análisis de cumplimiento de cada frente de trabajo y cada cuadrilla.

- Explanaciones. Se ejecuta con una cuadrilla y consiste en realizar corte en talud de material suelto en las progresivas indicadas en el plan, al finalizar la semana se puede verificar que en la semana 08 el avance real por día ha superado a lo planificado por ende el porcentaje de cumplimiento es 100% para la cuadrilla de explanaciones.
- Trabajos en plataforma. Está comprendido realizar estabilizado de suelo cemento y relleno con material de préstamo, de la cual verificando el metrado real acumulado ejecutado en la semana 08, es menor con respecto a lo planificado por ende el P.P.C para la cuadrilla de trabajos en plataforma es 98%. La causa de no cumplimiento reportado en su momento ha sido, la inoperatividad de la cisterna de agua la cual ocasionó demoras en el proceso de conformación de suelo cemento.
- Trabajos de recubrimiento. En esta se realiza dos actividades, la imprimación y la colocación de micro pavimento, se puede verificar en el reporte de la semana 08 que el cumplimiento para la imprimación fue mayor al programado por ende el P.P.C para la actividad es 100% sin embargo en la colocación de micro pavimento sucede que el avance real ha sido menor a lo planificado por ende el P.P.C para la actividad es 86%. La causa de no cumplimiento reportado ha sido demoras en el proceso de transporte de agregado desde la

cantera hasta el frente de trabajo, ya que el volquete perdía demasiado tiempo por la interferencia de trabajos de corte.

- Cunetas. Se realiza trabajos de construcción de cunetas con 2 cuadrillas de subcontrata, de la cual se puede verificar que no se logró completar lo planificado en la semana 08, el porcentaje de avance en el primer tramo fue 100% con un retraso de una fracción del día, en el otro sector (Km 48+125 al 48+805) el porcentaje de avance fue 96% y la causa de no cumplimiento reportado fue por la mano de obra no calificada ya que había demoras en el proceso de encofrado y vaciado de concreto.
- Alcantarillas. Se ejecuta con 2 cuadrillas de las cuales se puede verificar en el reporte de la semana 08 (ver figura 4.21), el frente 01 de subcontrata no logró completar lo programado de la ejecución de la alcantarilla de D=48" en el km 59+570, debido a la demora en la excavación como consecuencia de la interferencia de roca, por lo que el avance en la ejecución fue de 87.5 %. El otro frente de trabajo ha ejecutado 2 alcantarillas en su totalidad y la tercera alcantarilla no se ha podido culminar el sembrado de TMC, por ello el avance es de 10% en esta última.
- Badenes. La construcción se lleva a cabo con una cuadrilla de subcontrata, en la semana 08 la mayoría de las actividades se ha culminado al 100% en los días previstos, solo en el penúltimo día de la semana no se ha podido concluir el vaciado de concreto debido a la demora en el armado de acero estructural.

EDC	ACTIVIDAD	UND	Progr. Inicio	Progr. Final	SEMANA 08							Metrado Total semana	% SI / NO	
					L 03	M 04	M 05	J 06	V 07	S 08	D 09			
SB5200	TRAMO 2: Huachon (041+900) - Mallan Bajo (Km 080+100) (Long.													
SB5220	EXPLANACIONES												✓100.0%	
SB5221	EXCAVACION NO CLASIFICADA													
	Corte en MS	m3	Programada	054+750	055+000	700	72						772.0	✓100.0%
			Ejecutado			700	72						772.0	SI
	Corte en MS	m3	Programada	055+050	055+380		650	246					896.0	✓100.4%
			Ejecutado				650	250					900.0	SI
	Corte en MS	m3	Programada	055+480	055+600			450	570				1,020.0	✓100.0%
			Ejecutado					450	570				1,020.0	SI
	Corte en MS	m3	Programada	055+800	056+020				150	650			800.0	✓100.0%
			Ejecutado						150	650			800.0	SI
	Corte en MS	m3	Programada	056+100	056+220						350		350.0	✓100.0%
			Ejecutado								350		350.0	SI
SB5230	TRABAJOS EN PLATAFORMA													✗50.0%
SB5231	ESTABILIZADO CON CEMENTO	m3	Programada	048+700	052+000	378	378	378	378	378	189		2,079.0	✓98.0%
			Ejecutado			410	378	360	380	310	200		2,037.5	NO
														✓100%
SB5232	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO (m3)	m3	Ejecutado			60	75	60	60	45	30		330.0	SI
SB5240	RECUBRIMIENTO ASFÁLTICO													✗50.0%
SB5241	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	Programada	046+900	056+000				3780	3780	1890		9,450.0	✓108.9%
			Ejecutado						4200	3990	2100		10,290.0	SI
SB5242	MICROPAVIMENTO	m2	Programada	042+900	056+000	2520	2520	2520	2520	2520	1470		14,070.0	✓98.5%
			Ejecutado			2310	2100	2520	2520	2520	1890		13,860.0	NO
SB5250	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE													✗66.7%
SB5251	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO													
	Tramo Km 46+600-47+674 (2F)	m	Programada	046+600	047+674	210	210	234					654.0	✓96.3%
			Ejecutado			220	180	230					630.0	NO
	Tramo Km 48+125-48+805 (2F)	m	Programada	048+125	048+805				210	210	210		630.0	✓96.8%
			Ejecutado						210	220	180		610.0	NO
SB5252	ALCANTARILLA FRENTE 01 - SUBCONTRATA													
	TMC D=48" Km 54+870	und	Programada	084+870		0.3	0.3	0.2					0.8	✓100.0%
			Ejecutado			0.4	0.3	0.1					0.8	SI
	TMC D=48" Km 59+570	und	Programada	059+570					0.2	0.4	0.2		0.8	87.5%
			Ejecutado						0.2	0.4	0.1		0.7	NO
SB5253	ALCANTARILLA FRENTE 02 - CASA													
	TMC D=36" Km 73+925	und	Programada	073+925		0.4	0.4	0.2					1.0	✓100.0%
			Ejecutado			0.4	0.4	0.2					1.0	SI
	TMC D=36" Km 72+665	und	Programada	072+665					0.2	0.4	0.4		1.0	✓100.0%
			Ejecutado						0.2	0.4	0.4		1.0	SI
	TMC D=48" Km 70+035	und	Programada	070+035								0.2	0.2	✗50.0%
			Ejecutado									0.1	0.1	NO
SB5254	BADENES													
	Baden Km 71+345 - Km 71+351 (L=6 m)													
	construcción de acceso temporal	día	Programada	071+345		1							1.0	✓100.0%
			Ejecutado			1							1.0	SI
	excavación de plataforma	día	Programada	071+345		1							1.0	✓100.0%
			Ejecutado			1							1.0	SI
	Relleno y compactación	día	Programada	071+345			1						1.0	✓100.0%
			Ejecutado				1						1.0	SI
	excavación de uñas	día	Programada	071+345		1	1						2.0	✓100.0%
			Ejecutado			1	1						2.0	SI
	Vacaido de solado	día	Programada	071+345				1					1.0	✓100.0%
			Ejecutado					1					1.0	SI
	encofrado	día	Programada	071+345					1				1.0	✓100.0%
			Ejecutado						1				1.0	SI
	Colocación de acero	día	Programada	071+345					1	1			2.0	✓100.0%
			Ejecutado						1	1			2.0	SI
	Vaciado de concreto	día	Programada	071+345						1	1		2.0	75.0%
			Ejecutado							1	0.5		1.5	NO
PORCENTAJE DE PLAN COMPLETADO DE LA SEMANA (P.A.C) =												70.8%		

Figura 4.21 Cálculo del P.P.C semana 08

Fuente: Elaboración propia

4.4.6 C.N.C

Las causas de no cumplimiento o CNC son eventos o situaciones que impactaron en el logro de objetivos o metas, durante la ejecución de una tarea establecido en el plan de trabajo de semanal.

Si una actividad no llegó a completarse el 100% de lo planificado en el día, debido a una causa, entonces esta debe ser reportado al finalizar la jornada de trabajo hacia la oficina de control de proyecto. Los responsables de comunicar son los ingenieros de producción.

Las causas de no cumplimiento deben ser estudiados y analizados con la finalidad de clasificar de acuerdo a lo que se detalla en la Figura 4.19, luego se discute en una reunión de proyecto con todos los actores y se realiza como parte del plan de mejora, lo cual tiene como objetivo evitar que en los días posteriores se vuelva a repetir.

Por ejemplo, en la figura 4.22 se muestra las causas de no cumplimiento para las actividades que no se completaron de ejecutar.

Respecto a la actividad estabilización con suelo cemento, no se llegó completar el 100% porque se ha presentado fallas en una de las cisternas de agua lo cual ha hecho que se demore en el proceso de transporte agua al frente de trabajo. Asimismo, la CNC se ha clasificado de tipo equipo y pertenece también al área de equipos.

En la actividad colocación de micro pavimento no se completó el 100% como consecuencia de la demora en el transporte de agregado hacia el frente de trabajo y la causa de no cumplimiento ha sido clasificado de tipo proceso y corresponde al área de residencia.

La construcción de cunetas no se completó lo programado porque se ha identificado como causa de no cumplimiento de tipo mano de obra, es decir disminución de la cuadrilla como consecuencia de 2 personas aisladas en cumplimiento a los protocolos sanitarios.

Del incumplimiento de la meta en la construcción de alcantarillas se ha reportado como CNC la interferencia y se debe a la presencia de roca durante la excavación lo cual ha hecho que demore el proceso, en el otro frente se ha presentado fallas del equipo retroexcavador.

EDC	ACTIVIDAD	UND	Progr. Inicio	Progr. Final	Metrado Total semana	%	ANÁLISIS DE CNC		DETALLES	
							SI / NO	ÁREA	TIPO CNC	CAUSAS DE NO CUMPLIMIENTO
SB5200	TRAMO 2: Huachon (041+900) - Mallan Bajo (Km 080+100) (Long. EXPLANACIONES						✓100.0%			
SB5221	EXCAVACION NO CLASIFICADA									
	Corte en MS	m3	Programada	054+750	055+000	772.0	✓100.0%			
			Ejecutado			772.0	SI			
	Corte en MS	m3	Programada	055+050	055+380	896.0	✓106.0%			
			Ejecutado			950.0	SI			
	Corte en MS	m3	Programada	055+480	055+600	1,020.0	✓100.0%			
			Ejecutado			1,020.0	SI			
	Corte en MS	m3	Programada	055+800	056+020	800.0	✓100.0%			
			Ejecutado			800.0	SI			
	Corte en MS	m3	Programada	056+100	056+220	350.0	✓100.0%			
			Ejecutado			350.0	SI			
SB5230	TRABAJOS EN PLATAFORMA						✗50.0%			
SB5231	ESTABILIZADO CON CEMENTO	m3	Programada	048+700	052+000	2,079.0	✓98.0%			
			Ejecutado			2,037.5	NO	Equipos	Equipos	Inoperatividad de la cisterna de agua (fallas de la bomba de succión)
							✓100%			
SB5232	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO (m3)	m3	Ejecutado			330.0	SI			
SB5240	RECUBRIMIENTO ASFÁLTICO						✗50.0%			
SB5241	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	m2	Programada	046+900	056+000	9,450.0	✓108.9%			
			Ejecutado			10,290.0	SI			
SB5242	MICROPAVIMENTO	m2	Programada	042+900	056+000	14,070.0	86.8%	Residencia	Proceso	Demora en el transporte de agregado al frente de trabajo
			Ejecutado			12,210.0	NO			
SB5250	OBRAS DE ARTE Y DRENAJE						73.3%			
SB5251	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO									
	Tramo Km 46+600-47+674 (2F)	m	Programada	046+600	047+674	654.0	✓100.0%			
			Ejecutado			654.0	SI			
	Tramo Km 48+125-48+805 (2F)	m	Programada	048+125	048+805	630.0	✓96.8%			
			Ejecutado			610.0	NO	SSOMA	Mano de obra	Demora en el proceso de encofrado y vaciado de concreto
SB5252	ALCANTARILLA FRENTE 01 - SUBCONTRATA									
	TMC D=48" Km 54+870	und	Programada	084+870		0.8	✓100.0%			
			Ejecutado			0.8	SI			
	TMC D=48" Km 59+570	und	Programada	059+570		0.8	87.5%	Externo	Interferencia	Demora en el proceso de excavación
			Ejecutado			0.7	NO			
SB5253	ALCANTARILLA FRENTE 02 - CASA									
	TMC D=36" Km 73+925	und	Programada	073+925		1.0	✓100.0%			
			Ejecutado			1.0	SI			
	TMC D=36" Km 72+665	und	Programada	072+665		1.0	✓100.0%			
			Ejecutado			1.0	SI			
	TMC D=48" Km 70+035	und	Programada	070+035		0.2	✗50.0%	Equipos	Equipos	Retroexcavadora presenta Fallas
			Ejecutado			0.1	NO			
SB5254	BADENES									
	Baden Km 71+345 - Km 71+351 (L=6 m)									
	construcción de acceso temporal	día	Programada	071+345		1.0	✓100.0%			
			Ejecutado			1.0	SI			
	excavacion de plataforma	día	Programada	071+345		1.0	✓100.0%			
			Ejecutado			1.0	SI			
	Relleno y compactación	día	Programada	071+345		1.0	✓100.0%			
			Ejecutado			1.0	SI			
	excavación de uñas	día	Programada	071+345		2.0	✓100.0%			
			Ejecutado			2.0	SI			
	Vacaido de solado	día	Programada	071+345		1.0	✓100.0%			
			Ejecutado			1.0	SI			
	encofrado	día	Programada	071+345		1.0	✓100.0%			
			Ejecutado			1.0	SI			
	Colocación de acero	día	Programada	071+345		2.0	✓125.0%			
			Ejecutado			2.5	SI			
	Vaciado de concreto	día	Programada	071+345		2.0	75.0%	Residencia	Proceso	Mala planificación
			Ejecutado			1.5	NO			

Figura 4.22 Causas de no cumplimiento Semana 08
Fuente: Elaboración propia

4.4.7 P.C.R

El P.C.R viene a ser el porcentaje de cumplimiento de las restricciones o también se conoce como porcentaje de confiabilidad, la cual hace referencia a la eficiencia de la gestión y por ende su liberación de las restricciones dentro de los plazos fijados en la etapa de planificación.

Por ejemplo, en la figura 4.23, se indica que las restricciones mapeadas y con fecha de liberación dentro del periodo de la semana 08 son 11, las cuales tienen que ser gestionados por responsables de cada área, al culminar la semana se realiza la verificación de cada restricción si realmente fueron levantados y así asegurar la ejecución de las actividades en las semanas siguientes.

Área	Responsable	Nº Restricciones Semana 08	Nº Restricciones Cumplidos	% Cumplimiento
Administración	XIE SONG	3	2	66.67%
Logística	WALDO G.	3	3	100.00%
Residencia	FELIX R.	1	0	-
O.T	HECTOR. C	1	1	100.00%
SSOMA	WALTER. A	1	0	-
Equipos	OMAR. T	1	0	-
Ingeniería	WILGE A.	1	1	100.00%
TOTAL		11	7	63.64%

Figura 4.23 Cumplimiento de restricciones
Fuente: Elaboración propia

En la figura 4.24, se presenta un gráfico de barras del porcentaje de confiabilidad, en el cual se puede ver que las áreas de Residencia, SSOMA y Equipos evidencia baja confiabilidad de cumplimiento de las responsabilidades asignados. Este reporte tiene por finalidad crear una actitud de responsabilidad en los integrantes del proyecto.

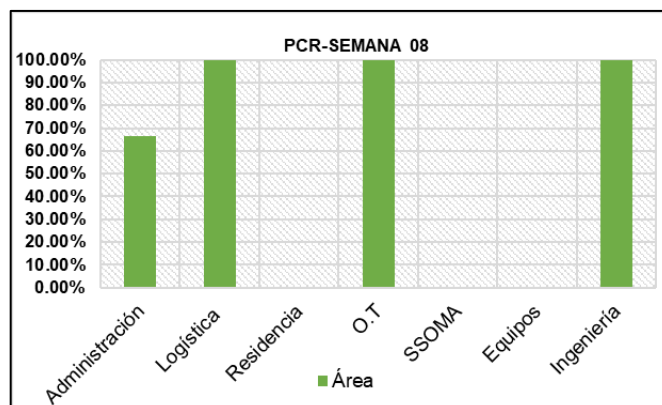


Figura 4.24 Nivel de cumplimiento semana 08
Fuente: Elaboración propia

4.4.8 Panel de control

El panel de control es un reporte en el cual se consolida los diferentes indicadores durante el desarrollo del proyecto, por ejemplo, la figura 4.25 corresponde a un panel de control donde se consolida la evolución del P.A.C, el resumen del mismo por grupo de partida, las C.N.C semanal y acumulado.

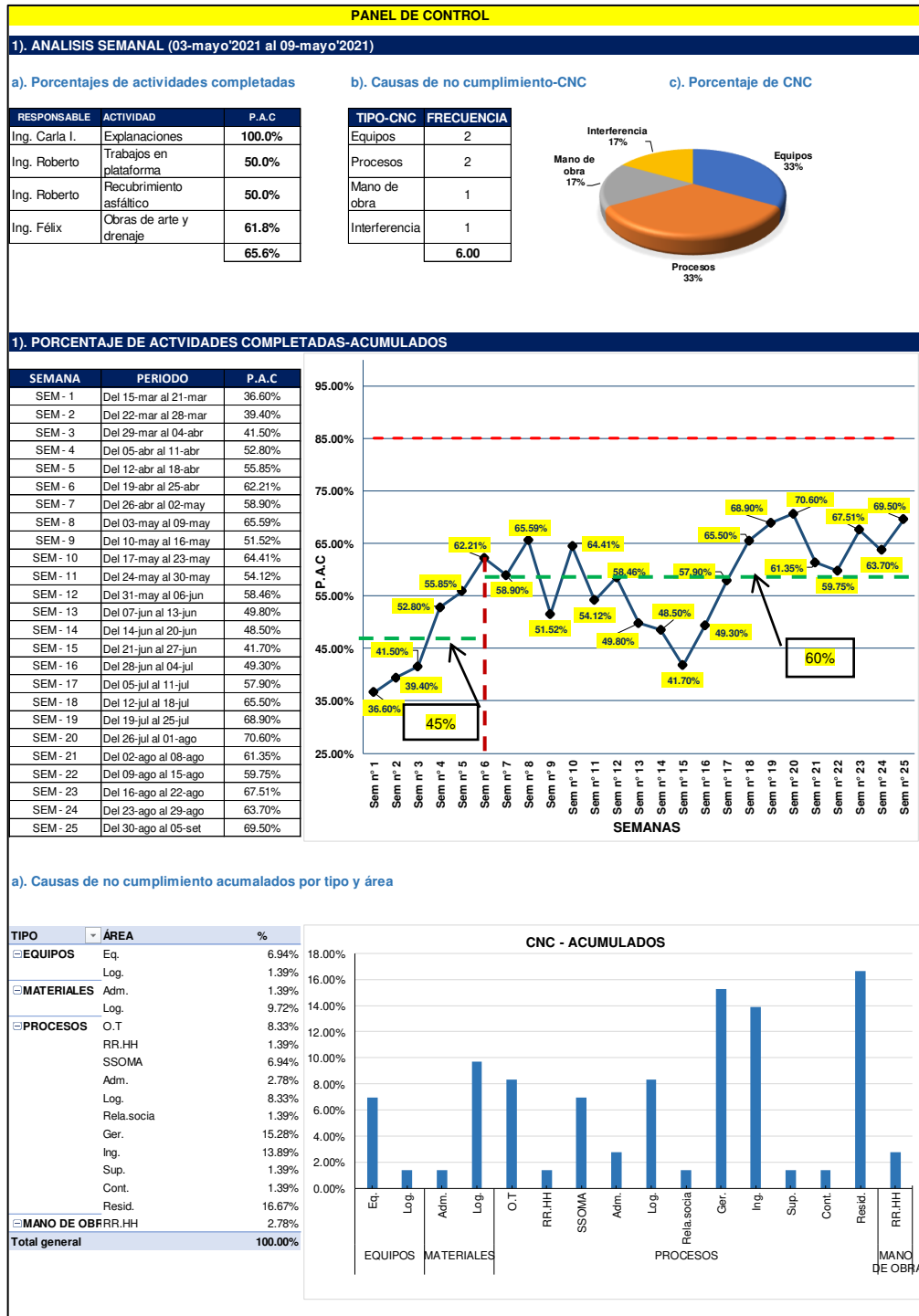


Figura 4.25 Panel de control
Fuente: Elaboración propia

La gestión permanente de la planificación con la metodología Last Planner, mejora el cumplimiento del programa de trabajo, ello se evidenció con el indicador PPC. En las primeras 5 semanas el PPC del proyecto tenía un valor promedio de 45% (ver figura 4.25), sin embargo, ello ha ido mejorando en cada semana, obteniéndose un resultado de cumplimiento con valor promedio superior al 60% a partir desde la sexta semana en adelante.

4.5 PLANIFICACIÓN DE LA CONSERVACIÓN VIAL

En el proyecto en estudio se ha realizado la planificación de los trabajos de la conservación vial usando las mismas herramientas que se han empleado para la planificación del mejoramiento.

Las actividades de la conservación se realizan con la finalidad de mantener y sostener durante el tiempo de contrato los niveles de servicio del corredor vial.

Mediante la Figura 4.7, se presentó el procedimiento de desarrollo para la planificación de los trabajos. En concordancia a la herramienta último planificador, se inicia con una programación general en un horizonte de 4 semanas llamado el Look Ahead.

Previamente al desarrollo de la planificación, en campo se debe identificar las actividades más relevantes con la finalidad de priorizar en la primera semana del plan a 4 semanas.

Mediante al Figura 4.26, se presenta el plan de 4 semanas de un determinado mes y la cual es elaborado para la realización de los trabajos de la conservación vial.

Descripción de la Actividad	Und	Metrado Total	Progr. Inicio	Progr. Final	SEMANA 8							SEMANA 9							SEMANA 10							SEMANA 11														
					L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D	L	M	J	V	S	D												
					03	04	05	06	07	08	09	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30								
TRABAJOS EN PLATAFORMA																																								
Limpieza de calzada y berma	KM	36.50	057+200	080+100	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Limpieza de derrumbe menor	M3	3.50	057+200	080+100			X	X																																
Perfilado sin material de aporte	M2	25.00	057+800	080+100														X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X		
Bacheo con afirmado	M3	15.00	057+800	080+100	X	X	X	X			X	X	X	X																										
Conformación del DME	M3	9.50	064+400	071+100					X				X							X												X								
OBRAS DE ARTE Y SEÑALIZACION																																								
Limpieza de cunetas no revestidas	M	3,200.00	060+000	080+100	X	X						X	X			X	X									X	X													
Limpieza de alcantarillas	UND	38.00	046+800	080+100	X		X	X			X		X			X		X	X					X		X		X												
Limpieza de baden	UND	15.00	044+200	080+100				X			X	X								X						X	X													
Limpieza de señales verticales	UND	45.00	041+900	080+100				X				X								X					X		X									X				
Limpieza de causes	M3	6.00	041+900	080+100				X				X								X					X		X									X				
Limpieza de puentes	UND	3.00	041+900	080+100				X				X	X							X					X		X									X				

Figura 4.26 Look Ahead para la conservación vial
Fuente: Elaboración propia

La ventaja de realizar el plan de 4 semanas permite mapear todas las actividades a realizar en el mes, y el cumplimiento del plan permitirá alcanzar un nivel de servicio adecuado en la gestión vial.

De acuerdo a la teoría del último planificador el plan intermedio debe ir acompañado con su respectivo análisis de restricciones, ello será importante para anticipar el cumplimiento de la programación realizada.

En la Figura 4.27, se ve el análisis de restricciones realizado para el plan de 4 semanas realizado en la Figura 4.26.

Descripción de las Restricciones	Prioridad	Clasificación		Fecha de Identificación	Fecha Liberación	Fecha de cumplimiento	Demora (días)	Responsable	Status
		Tipo	Área						
Análisis de Restricciones para la Conservación periódica - TRAMO I									
Subcontratar caudrilla de Mano de Obra la Conservación Vial	ALTA	PROCESOS	O.T	08/01/2021	15/06/2021	15/01/2021	-	HECTOR A.	LEVANTADA

Figura 4.27 Análisis de restricciones
Fuente: Elaboración propia

Seguido del Look Ahead plan, se prepara el plan semanal de trabajo en la cual se consigna información de metrados a ejecutar y las progresivas donde se ejecutarán los trabajos (ver figura 4.28).

Descripción de la Actividad	Und	Met. Plan.	Progr. Inicio	Progr. Final	SEMANA 8												D						
					Lunes			Martes			Miercoles			Jueves				Viernes			Sabado		
					Met.	De	A	Met.	De	A	Met.	De	A	Met.	De	A		Met.	De	A	Met.	De	A
TRABAJOS EN PLATAFORMA																							
Limpieza de calzada y berma	KM	17.00	080+100	063+100	3.90	80+100	76+200	2.70	76+200	73+500	2.70	73+500	70+800	2.80	70+800	68+000	2.80	68+000	65+200	2.10	65+200	63+100	
Limpieza de derrumbe menor	M3	5.00	070+800	080+100									1.50	70+800	68+000	2.00	68+000	65+200	1.50	65+200	63+100		
Perfilado sin material de aporte	M2	-																					
Bacheo con afirmado	M3	9.50	065+200	080+100	1.5	80+100	76+200	2.00	76+200	73+500	2.00	73+500	70+800	2.00	70+800	68+000	2.00	68+000	65+200				
Conformación del DME	M3	9.50	063+000	068+000															1.00	65+200	63+100		
OBRAS DE ARTE Y SEÑALIZACIÓN																							
Limpieza de cunetas no revestidas	M	9.30	070+800	080+100	3.9	80+100	76+200	2.70	76+200	73+500	2.70	73+500	70+800										
Limpieza de alcantarillas	UND	10.00	065+200	080+100	2.00	80+100	76+200	3.00	76+200	73+500	1.00	73+500	70+800	2.00	70+800	68+000	2.00	68+000	65+200				
Limpieza de baden	UND	3.00	080+100	063+100															3.00	80+100	63+100		
Limpieza de señales verticales	UND	12.00	080+100	063+100															12.00	80+100	63+100		
Limpieza de causes	M3	3.00	080+100	063+100															3.00	80+100	63+100		
Limpieza de puentes	UND	2.00	080+100	063+100															2.00	80+100	63+100		

Figura 4.28 Programa semanal de trabajo
Fuente: Elaboración propia

Posteriormente se debe realizar el análisis de cumplimiento de lo que se ha programado, esto se realiza con una finalidad de determinar los motivos o razones en el caso que alguna actividad no se haya alcanzado culminar la cantidad programada.

En la Figura 4.29. a manera de ejemplo se muestra el análisis de causas de no cumplimiento realizado en una determinada semana y la cual es elaborado en forma semanal.

Descripción de la Actividad	Und	Met. Plan.	Met. Ejec.	% Cumpli.	
				SI	NO
TRABAJOS EN PLATAFORMA					
Limpieza de calzada y berma	KM	17.00	17.00	X	
Limpieza de derrumbe menor	M3	5.00	3.50		X
Perfilado sin material de aporte	M2	-	-		
Bacheo con afirmado	M3	9.50	9.50	X	
Conformación del DME	M3	9.50	-		X
OBRAS DE ARTE Y SEÑALIZACION					
Limpieza de cunetas no revestidas	M	9.30	9.30	X	
Limpieza de alcantarillas	UND	10.00	10.00	X	
Limpieza de baden	UND	3.00	3.00	X	
Limpieza de señales verticales	UND	12.00	12.00	X	
Limpieza de causes	M3	3.00	3.00	X	
Limpieza de puentes	UND	2.00	2.00	X	
Porcentaje de plan completado=				80.00%	

Figura 4.29 Análisis de causas de no cumplimiento
Fuente: Elaboración propia

Si bien es cierto que la conservación vial se realiza con la finalidad de mantener un adecuado nivel de servicio de la vía, en tal sentido se ha verificado que una adecuada programación de trabajo permite alcanzar y sostener en el tiempo un nivel de servicio de porcentaje aceptable en la gestión vial.

Mediante la Figura 4.30 se presenta el resultado del porcentaje de cumplimiento de programa de trabajo y el nivel de servicio obtenido para 9 meses que se han evaluado.

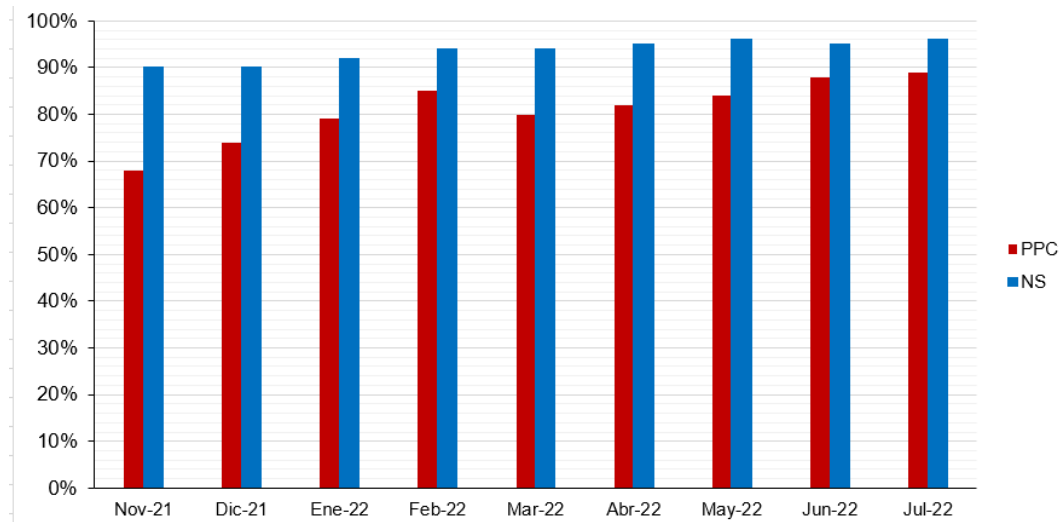


Figura 4.30 Gráfica porcentaje de cumplimiento (vs) % de NS
Fuente: Elaboración propia

El cumplimiento del programa de trabajo con un PPC superior al 60% permitió alcanzar un nivel de servicio superior al 90%, los resultados obtenidos se muestran en la figura 4.30.

4.6 METODOLOGÍA DE CONTROL Y SEGUIMIENTO

4.6.1 Control de producción

El control de producción tiene por finalidad conocer el avance progresivo de las actividades, y es elaborado por el ingeniero de control de proyecto o producción. El control de producción permite conocer los porcentajes de avance respecto a lo planificado, para ello de manera diaria se tiene que saber de los reportes de campo, los metrados ejecutados de las diferentes actividades.

Por ejemplo, para la actividad de suelo estabilizado con cemento (SB5231) el control de producción que se ha elaborado se presenta en la Figura 4.31.

SEGUIMIENTO DIARIO DE PRODUCCIÓN							
FECHA	PRODUCCION PREVISTA			PRODUCCION REAL			
	DIARIA	PRODUCCION PREVISTO ACUMULADA	% AVANCE	DIARIA	PRODUCCION REAL ACUMULADA	% Cumplimiento del Mes	% Eficacia
01-May		0.00	0%	-	0.00	0%	
02-May		0.00	0%	-	0.00	0%	
03-May	378.00	378.00	5%	409.50	409.50	5%	108%
04-May	378.00	756.00	9%	378.00	787.50	9%	104%
05-May	378.00	1,134.00	14%	359.10	1,146.60	14%	101%
06-May	378.00	1,512.00	18%	380.52	1,527.12	18%	101%
07-May	378.00	1,890.00	23%	310.59	1,837.71	22%	97%
08-May	189.00	2,079.00	25%	204.75	2,042.46	24%	98%

Figura 4.31 Seguimiento de producción
Fuente: Elaboración propia

Del reporte de producción se desprende lo siguiente:

-**La producción prevista diaria.** corresponde a los metrados programados en el plan de 4 semanas, la cual se presentó en la Figura 4.17.

-**La producción prevista acumulado.** corresponde a los metrados acumulados de la producción prevista diaria.

-**El porcentaje de avance previsto o meta.** se obtiene del cálculo de la división del acumulado diario de la producción previsto entre el total programado en el plan de 4 semanas.

-**La producción real diaria.** son los reportes de la cantidad ejecutada en campo, la cual es reportado por el ingeniero de producción de manera diaria al área de control de proyecto.

-**La producción real acumulado.** corresponde al acumulado de las cantidades ejecutadas diarias.

-El porcentaje de cumplimiento. mide el avance total del trabajo ejecutado respecto a lo planificado, su cálculo se obtiene de la división de la producción real acumulado entre la producción previsto acumulado.

Con el reporte de la Figura 4.32, se elabora la gráfica curva “S” de producción, la cual se presenta mediante la Figura 4.33, la curva azul representa la producción acumulada previsto, la curva de color rojo es la producción real acumulado y la curva discontinua de color rojo representa la proyección de la producción del saldo para cumplir el previsto mensual.

FECHA	PRODUCCION PREVISTA			PRODUCCION REAL			
	DIARIA	PRODUCCIÓN PREVISTO ACUMULADA	% AVANCE META	DIARIA	PRODUCCIÓN REAL ACUMULADA	% Cumplimiento del Mes	% Eficacia
01-May		0.00	0%	-	0.00	0%	
02-May		0.00	0%	-	0.00	0%	
03-May	378.00	378.00	5%	409.50	409.50	5%	108%
04-May	378.00	756.00	9%	378.00	787.50	9%	104%
05-May	378.00	1,134.00	14%	359.10	1,146.60	14%	101%
06-May	378.00	1,512.00	18%	380.52	1,527.12	18%	101%
07-May	378.00	1,890.00	23%	310.59	1,837.71	22%	97%
08-May	189.00	2,079.00	25%	204.75	2,042.46	24%	98%
09-May		2,079.00	25%	-	2,042.46	24%	98%
10-May	378.00	2,457.00	29%	378.00	2,420.46	29%	99%
11-May	378.00	2,835.00	34%	283.50	2,703.96	32%	95%
12-May	378.00	3,213.00	38%	346.50	3,050.46	36%	95%
13-May	378.00	3,591.00	43%	346.50	3,396.96	41%	95%
14-May	378.00	3,969.00	47%	346.50	3,743.46	45%	94%
15-May	189.00	4,158.00	50%	176.40	3,919.86	47%	94%
TOTALES	8,379.00			3,919.86			
Días calendario del mes				31 día			
Días practicables del mes (previsto)				25 día			
Días practicables transcurridos a la fecha (reales)				12 día	39%		
Meta Diaria Prevista				335 m3/día			
Meta Diaria Practicada				327 m3/día			
Meta Diaria del Saldo para cumplir el Previsto Mensual				278.70 m3/día	rend. / el saldo de la actividad		

Figura 4.32 Reporte de seguimiento de producción real
Fuente: Elaboración propia

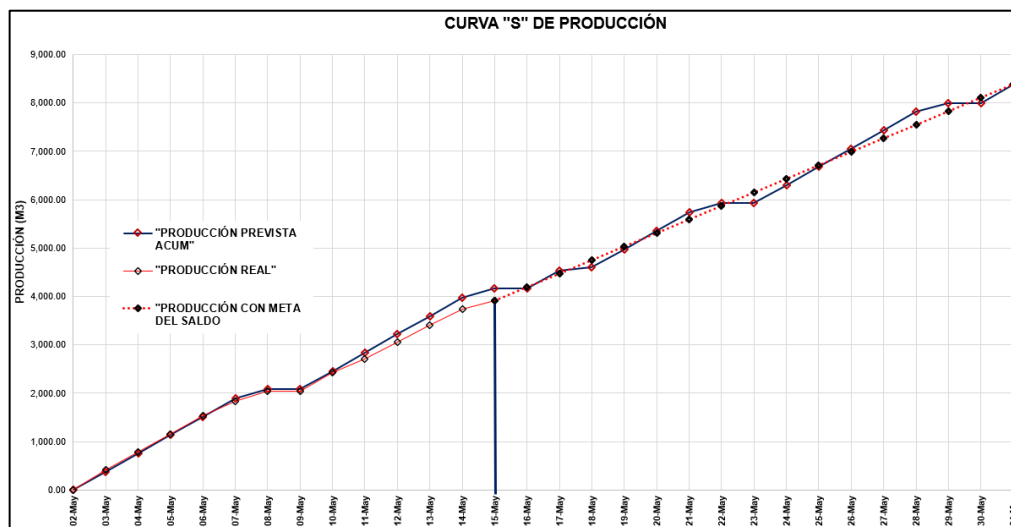


Figura 4.33 Curva S de producción
Fuente: Elaboración propia

El control de producción si bien es cierto mide la efectividad de la planificación, pero deja de lado, si los trabajos en campo se realizan con una gestión eficiente la cual conlleva a la optimización de diferentes recursos, por ello, el control de producción debe ser complementado con herramientas de control de costo la cual se verá a continuación.

4.6.2 Control de costo

En el presente trabajo de tesis, con fines de realizar el control de costo del proyecto durante la ejecución del mejoramiento, se ha empleado la herramienta del valor ganado.

4.6.2.1 Valor Ganado

El valor ganado es la herramienta que se utiliza para medir y evaluar el desempeño de un proyecto, ya que permite diagnosticar la situación del proyecto en una determinada fecha de corte, para ello se calcula indicadores muy importantes como el índice de desempeño en costo (CPI) y el índice de desempeño de cronograma o tiempo (SPI).

4.6.2.2 Estructura de control

La estructura de control hace referencia al procedimiento definido por el equipo de proyecto para llevar a cabo el seguimiento y control durante la ejecución de un proyecto.

Con el fin de elaborar una adecuada estructura de control se recomienda preparar un plan de fases, la cual consiste en agrupar partidas comunes a la cual se le asigna un código único de nivel primario y a las partidas se le asigna un código de nivel secundario.

A continuación, en la Tabla 4.6 se presenta el plan de fases que se ha realizado para el proyecto, mediante la cual realizará el seguimiento y control de costo con la herramienta valor ganado.

Tabla 4.6 Estructura de control para el mejoramiento

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES
PRODUCCCIÓN DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO
		SB5221-(2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"
		SB5254	M	BADENES
SEÑALIZACIÓN	CD2-SÑ	SB5261	UND	SEÑALES PREVENTIVAS
		SB5262	UND	SEÑALES REGLAMENTARIAS
		SB5263	M2	SEÑALES INFORMATIVAS
		SB5264	UND	POSTES DE KILOMETRICO
		SB5265	UND	POSTES DELINEADORES
		SB5266	M	GUARDAVÍAS
		SB5267	UND	TERMINAL DE INICIO; CURVOS
		SB5268	UND	TERMINAL DE FIN; RECTOS
		SB5269	M2	MARCAS EN EL PAVIMENTO
		SB5270	UND	TACHAS RETROREFLECTIVAS
		SB5271	UND	CAPTAFAROS
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2

Fuente: Elaboración propia

Del plan de fases, por ejemplo, el proceso de Obras Preliminares agrupa tres actividades como son: trazo y replanteo, movilización-desmovilización y construcción de accesos temporales y los códigos de control son SB5211, SB5212 y SB5213 respectivamente. Los códigos de control sirven para direccionar los costos directos referente a los rubros de materiales, equipos y mano de obra.

Para el control de costo realizado durante la etapa de construcción del mejoramiento se usó la herramienta del valor ganado a través de la cual se busca

saber en forma oportuna y con periodicidad semanal, las desviaciones del proyecto en términos de tiempo y costo.

4.6.2.3 Procedimiento

Con el fin de tener definido el procedimiento de seguimiento y control, el equipo de proyecto elaboró el mapa de flujo de información como sigue:

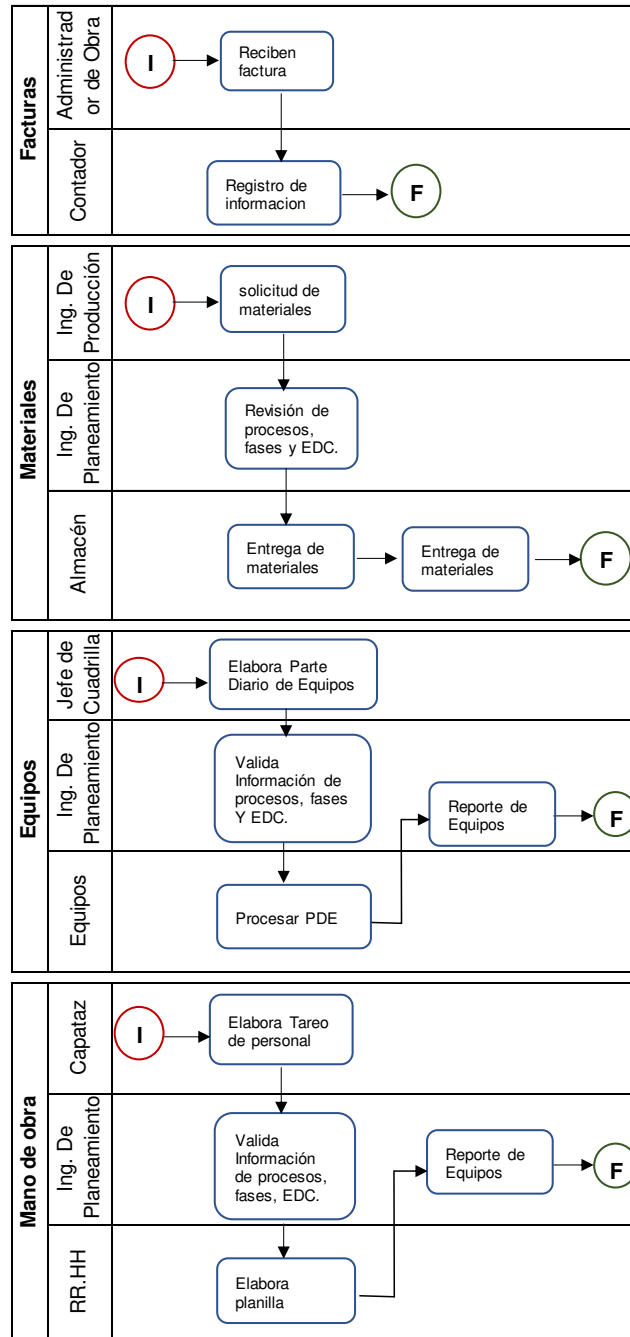


Figura 4.34 Procedimiento de obtención de información

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Figura 4.34 se muestra el procedimiento de llenado de información de los diferentes rubros la cual servirá para realizar el control de costo con valor

ganado, por ejemplo, las facturas enviadas por subcontratos u otros servicios, son cargados a las fases y EDC correspondiente, por el administrador de proyecto.

4.6.2.4 Información requerida

La información requerida para realizar el control de costo con la herramienta valor ganado, son los siguientes:

- **Materiales.** El consumo de materiales se registra a través de salidas, éstas se realizan en el almacén luego de atender la solicitud que envía el ingeniero campo. La solicitud de material que se envía a almacén, debe contener información como: fecha, partida, código de fase, descripción y la cantidad solicitada. A manera de ejemplo se presenta en la figura 4.35 el registro de salida de material correspondiente a una determinada semana, la cual es enviado por el encargado de almacén al área de control de proyecto.

Fecha	Proc.	Fase	Descripcion	Und.	Cant.	P.u	Costo
03/05/2021	CD2-OA	SB5252	Alcantarilla 2 mm X Ø 36 in	m	15.50	270.60	4,194.30
03/05/2021	CD2-OA	SB5251	Cemento Portland T-2	Bls	95.00	22.50	2,137.50
03/05/2021	CD2-OA	SB5254	Cemento Portland T-2	Bls	105.00	22.50	2,362.50
03/05/2021	CD2-OA	SB5252	Cemento Portland T-2	Bls	94.00	22.50	2,115.00
03/05/2021	CD2-TP	SB5231	Cemento Portland T-2	Bls	56.00	22.50	1,260.00
05/05/2021	CD2-TP	SB5241	Emulsion CSS-1H T-2	gal	680.00	6.32	4,297.60
05/05/2021	CD2-TP	SB5242	Emulsion CQS-1HP T-2	gal	2,750.00	7.57	20,817.50
06/05/2021	CD2-OA	SB5252	Alcantarilla 2 mm X Ø 36 pulg	m	18.00	270.60	4,870.80

Figura 4.35 Reporte de almacén
Fuente: Elaboración propia

- **Mano de obra.** El consumo de recursos de hora hombre se registran en las hojas de tareó, las cuales son elaborados por los jefes de cuadrilla y reportados al ingeniero de campo quién valida y envía al área de recursos humanos. En la figura 4.36, se ve el reporte enviado por recursos humanos al área de control de proyecto, las horas hombre registrado son de un determinado día.

Fecha	Proc.	Fase	Nombres	Categoría	HH	P.u	Costo
03/05/2021	CD2-OA	SB5252	APAZA TTITO, LUCIANO	oficial	10.20	11.60	118.32
03/05/2021	CD2-OA	SB5252	CUEVA PEÑA, DAVID ESTEBAN	peón	8.50	6.80	57.80
03/05/2021	CD2-OA	SB5252	DAVILA LLATAS, NOE	peón	8.50	6.80	57.80
03/05/2021	CD2-OA	SB5252	DELGADO VARGAS, GIOVANNA	Vigia	8.50	6.80	57.80

Figura 4.36 Reporte de recursos humanos
Fuente: Elaboración propia

- **Equipos.** Las horas máquinas trabajados y el consumo de combustible es elaborado por los operadores de equipos, en un documento llamado "Parte Diario del Equipo (PDE)", esto es validado por el ingeniero de campo o producción, quien envía el reporte al área de control de proyecto para la

revisión del direccionamiento de centros de costo y finalmente el área de equipos elabora el reporte consolidado, la cual se muestra en la figura 4.37.

Fecha	Equipo	Cod. Eq	Operador	Proc.	Fase	Hr Ini.	Hr Fin	HM	HM. Efec.	Costo HM	Costo Total
03/05/2021	Retroexcavadora	RE21025	Robin Inga Mas	CD2-OA	SB5252	1,713.00	1,720.00	7.00	7.00	138.13	966.91
03/05/2021	Volquete	VQ1025	Alberto Castillo Cansaya	CD2-TP	SB5231	817.00	822.80	5.80	5.30	141.82	751.65
03/05/2021	Motoniveladora	M8545	Luis Cerron	CD2-TP	SB5231	9,018.30	9,025.50	7.20	7.20	257.70	1,855.44
03/05/2021	Rodillo vibratorio liso	RO1589	Hernan Yauri Medina	CD2-TP	SB5231	4,698.00	4,702.50	4.50	4.50	152.92	688.14
03/05/2021	Cisterna de agua	CA005	Dennis Palacios Ríos	CD2-TP	SB5231	5,345.10	5,351.40	6.30	6.30	124.59	784.92
03/05/2021	Cisterna de agua	CA006	Humberto Vilca Hurtado	CD2-TP	SB5231	3,765.10	3,771.70	6.60	6.60	124.59	822.29

Figura 4.37 Reporte del área de equipos

Fuente: Elaboración propia

- Subcontratos. Las subcontratas ejecutan trabajos a todo costo, por lo que se necesita los reportes de avance diario con fines de realizar el control de costo.
- Metrados ejecutados. Los metrados ejecutados de cada actividad son registrados en el documento llamado “Reporte Diario de Producción”.

4.6.2.5 Costo planeado (PV)

Llamado también línea base de costo y es el costo previsto para ejecutar el mejoramiento. En la tabla 4.7, se presenta la línea base de costo que se ha establecido para llevar a cabo la ejecución del mejoramiento.

Los costos unitarios de cada fase se han estimado de acuerdo a la conformación de cuadrillas de mano de obra, equipos mínimos y materiales a utilizar.

De acuerdo a la Tabla 4.7 el presupuesto de la línea base para ejecutar el mejoramiento es 10,797,417.64, la cual tiene que ser gestionado de una forma eficiente dentro del plazo y previsto en el plan maestro.

Al establecer el costo planeado permite conocer el Budget at completion o llamado presupuesto hasta la conclusión, tal como se muestra en la Tabla 4.7.

Tabla 4.7 Presupuesto total planeado (PV)

Proceso	Fase	EDC	UND.	Descripción	P. U	Metrado	Presupuesto Total
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	812.37	38.20	31,032.53
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	829,000.00	0.28	232,120.00
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	89,954.00	1.00	89,954.00
PRODUCCIÓN DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	5.50	68,444.47	376,444.59
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCIÓN EN CANTERA	1.00	68,444.47	68,444.47
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	5.47	44,488.91	243,354.32
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	31.50	19,459.57	612,976.34
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	3.92	208,972.50	819,172.20

Proceso	Fase	EDC	UND.	Descripción	P. U	Metrado	Presupuesto Total
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	3.92	95,299.00	373,572.08
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	3.92	44,777.77	175,528.86
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	4.21	178,839.47	752,914.16
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	7.92	26,768.90	212,009.69
		SB5221-(2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	21.10	6,895.00	145,484.50
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	1.50	144,788.44	217,182.66
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	2.90	33,461.13	97,037.26
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	MATERIAL GRANULAR ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	56.01	24,066.00	1,347,936.66
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	55.86	5,241.58	292,794.66
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	2.41	144,788.44	348,940.14
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	10.68	144,788.44	1,546,340.54
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO	102.40	11,679.74	1,196,005.38
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	12,000.00	19.00	228,000.00
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	15,000.00	13.00	195,000.00
		SB5254	M	BADENES	2,691.22	54.00	145,325.88
SEÑALIZACIÓN	CD2-SÑ	SB5261	UND	SEÑALES PREVENTIVAS	342.00	341.00	116,622.00
		SB5262	UND	SEÑALES REGLAMENTARIAS	396.00	69.00	27,324.00
		SB5263	M2	SEÑALES INFORMATIVAS	976.00	22.38	21,842.88
		SB5264	UND	POSTES DE KILOMETRICO	132.00	38.00	5,016.00
		SB5265	UND	POSTES DELINEADORES	122.00	633.00	77,226.00
		SB5266	M	GUARDAVÍAS	262.90	1,665.00	437,723.84
		SB5267	UND	TERMINAL DE INICIO; CURVOS	197.76	21.00	4,152.96
		SB5268	UND	TERMINAL DE FIN; RECTOS	156.56	21.00	3,287.76
		SB5269	M2	MARCAS EN EL PAVIMENTO	10.00	7,580.00	75,800.00
		SB5270	UND	TACHAS RETROREFLECTIVAS	10.00	6,368.00	63,680.00
		SB5271	UND	CAPTAFAROS	18.05	439.00	7,921.76
		SB5272	UND	REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO	4,356.31	11.00	47,919.41
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	253.93	84.00	21,330.12
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL	140,000.00	1.00	140,000.00
PRESUPUESTO TOTAL (BAC) =							10,797,417.64

Fuente: Elaboración propia

Curva “S” del costo planeado. Es la representación gráfica del costo programado en el tiempo establecido en la etapa de planificación, es decir en el tiempo del cronograma compromiso establecido en el DTC Figuras 4.13. La curva “S” del costo planeado es empleado como referencia o llamado línea base interna

y sobre ella se realiza las comparaciones de costo real, valor ganado, y así medir el desempeño del proyecto en costo y tiempo.

En la figura 4.38 se presenta la curva “S” del costo planeado del mejoramiento.

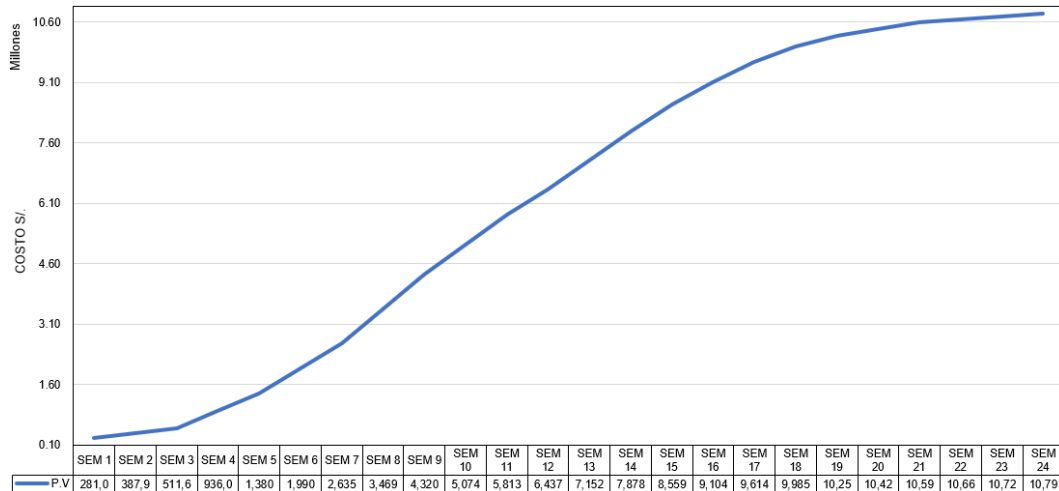


Figura 4.38 Curva S del costo planeado (PV)

Fuente: Elaboración propia

4.6.2.6 Costo Real (AC)

Para una determinada fecha de corte fijado y a nivel de costo directo, representa el costo incurrido real como consecuencia de la ejecución de las partidas del mejoramiento. El costo real está representado por los diferentes rubros de recursos utilizados en el proyecto: mano de obra, materiales, equipos, subcontrato y otros gastos.

Para la obtención de costo real se requiere el reporte de las HH de mano de obra, HM de equipos, materiales y subcontrato, las cuales son consolidadas por el área de control de proyectos.

A continuación, como ejemplo se verá el procedimiento de obtención de los costos reales para una determinada semana. En dicha semana de acuerdo al plan de trabajo semanal (ver Figura 4.16), se han realizado trabajos de movimiento de tierra cuya EDC es (SB5221), trabajos en plataforma (SB5231, SB5232, SB5241 y SB5242) y obras de arte (SB5251, SB5252, SB5253 y SB5254).

- En la fase “CD2-TP” (trabajos en plataforma) y la partida “SB5231” (suelo estabilizado con material granular) las horas hombre reportado por el área de recursos humanos, la salida de materiales reportado por logística y horas

maquinas reportado por el área de equipos es lo que se muestra en la figura 4.39.

EDC	RECURSO	UND	03'Mayo 21 - 09'Mayo 21							Total presente semana	Total Al sem.08
			3	4	5	6	7	8	9		
SB5231	Mano de Obra										
SB5231	Capataz	HH	9.0	9.0	9.5	9.5	9.0	5.5	-	51.50	169.95
SB5231	Peon	HH	54.0	54.0	54.0	15.5	54.0	33.0	-	264.50	872.85
SB5231	Señalera	HH	18.0	18.0	19.0	19.0	18.0	11.0	-	103.00	339.90
SB5231	Equipos										
SB5231	Camion cisterna de agua	HM	4.0	4.5	5.5	5.8	5.9	4.8	-	30.50	100.65
SB5231	Camion cisterna de agua	HM	4.5	4.5	5.8	5.5	5.4	4.2	-	29.90	98.67
SB5231	Motoniveladora	HM	6.0	6.2	7.2	7.8	7.5	7.6	-	42.30	139.59
SB5231	Rodillo vibratorio liso	HM	3.5	4.8	5.6	5.8	5.4	4.5	-	29.60	97.68
SB5231	Camión baranda	día	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	1.0	-	6.00	19.80
SB5231	Materiales										
SB5231	Cemento portland	BOL	541.0	498.0	475.0	490.0	407.0	260.0	-	2,671.00	8,313.00
SB5231	Combustible	GAL	70.0	140.0	-	130.0	90.0	45.0	-	475.00	1,584.00
SB5231	Motoniveladora	gal	-	60.0	-	45.0	-	45.0	-	150.00	685.00
SB5231	Rodillo vibratorio liso	gal	40.0	-	-	45.0	-	-	-	85.00	275.00
SB5231	camion baranda	gal	30.0	-	-	40.0	-	-	-	70.00	230.00
SB5231	cisterna de agua	gal	-	80.0	-	-	90.0	-	-	170.00	394.00

Figura 4.39 Consumo de recursos para la partida SB5231

Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Figura 4.39, se verifica el procedimiento de llenado de información de los diferentes recursos utilizados en la ejecución de una determinada partida.

Además del reporte del consumo de recursos en una determinada semana, se debe llevar el registro acumulado, así por ejemplo en la Figura 4.39 se tiene el registro del "Total Acumulado" hasta la fecha en el cual se realiza el análisis.

- Para la partida SB5242 (Micro pavimento), se ha procesado los recursos utilizados en una determinada semana y se ha obtenido los resultados que se muestran en la figura 4.40.

EDC	RECURSO	UND	03'Mayo 21 - 09'Mayo 21							Total semanal	Total Acum.
			3	4	5	6	7	8	9		
SB5242	Mano de Obra										
SB5242	Capataz	HH	9.0	9.0	9.5	9.5	9.0	5.5	-	51.50	68.50
SB5242	Operario	HH	9.0	9.0	9.5	9.5	9.0	5.5	-	51.50	68.50
SB5242	Oficial	HH	18.00	18.00	19.00	19.00	18.00	11.00	-	103.00	137.00
SB5242	Peón	HH	36.00	36.00	38.00	38.00	36.00	22.00	-	206.00	274.00
SB5242	Señalera	HH	18.00	18.00	19.00	19.00	18.00	11.00	-	103.00	137.00
SB5242	Equipos										
SB5242	Camión Pavimentador	HM	7.50	6.80	7.20	7.00	6.90	4.50	-	39.90	52.70
SB5242	Rodillo neumático	HM	4.50	4.80	4.30	5.00	5.10	3.80	-	27.50	35.10
SB5242	Cargador Frontal	HM	5.10	5.80	5.50	5.00	5.60	3.50	-	30.50	39.70
SB5242	Cisterna de agua	HM	12.40	12.60	11.60	13.20	11.60	6.60	-	68.00	86.90
SB5242	Barredora mecánica	HM	6.20	6.10	6.50	5.90	6.40	3.90	-	35.00	43.60
SB5242	Materiales										
SB5242	Emulsión asfáltica CSS-1H	GAL	1,848.00	1,911.00	1,890.00	1,785.00	1,995.00	1,380.00	-	10,809.00	12,720.00
SB5242	Cemento Portland	BOL	6.93	6.30	7.35	6.72	8.40	5.55	-	41.25	48.81
SB5242	Aditivo de adherencia	kg	62.37	60.90	56.70	58.75	58.90	39.00	-	336.62	401.72
SB5242	Combustible	GAL	-	214.00	-	-	188.00	-	-	402.00	600.50
SB5242	Camión Pavimentador	gal	-	56.00	-	-	38.00	-	-	94.00	148.60
SB5242	Rodillo neumático	gal	-	38.00	-	-	32.00	-	-	70.00	102.80
SB5242	Cargador Frontal	gal	-	38.00	-	-	42.00	-	-	80.00	118.60
SB5242	Cisterna de agua	gal	-	54.00	-	-	44.00	-	-	98.00	140.00
SB5242	Barredora mecánica	gal	-	28.00	-	-	32.00	-	-	60.00	90.50

Figura 4.40 Detalle de consumo de recursos para la partida SB5242

Fuente: Elaboración propia

- Para la partida SB5232 (Relleno con material de préstamo) la cantidad de recursos empleados es la que se muestra en la figura 4.41.

EDC	RECURSO	UND	03'Mayo 21 - 09'Mayo 21							Total presente semana	Total Al sem.08
			3	4	5	6	7	8	9		
SB5232	Mano de Obra										
SB5232	Oficial	HH	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	5.5	-	48.00	176.60
SB5232	Peon	HH	8.5	8.5	8.5	8.5	8.5	5.5	-	48.00	176.60
SB5232	Equipos										
SB5232	Vibropison 1	HM	5.6	5.5	4.8	5.0	5.1	3.8	-	29.80	98.30
SB5232	Vibropison 2	HM	5.6	5.5	4.8	5.0	5.1	3.8	-	29.80	98.30
SB5232	Rodillo liso bermero	HM	4.9	4.8	4.5	4.5	4.8	3.5	-	27.00	97.80
SB5232	Camion cisterna de agua	HM	2.5	3.5	3.8	3.5	3.8	4.2	-	21.30	99.70
SB5232	Retroexcavadora	HM	6.8	6.2	7.0	6.6	5.9	4.8	-	31.10	96.90
SB5232	Materiales										
SB5232	Gasolina	BOL	3.0	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5	-	13.50	38.50
SB5232	Combustible	GAL	-	70.0	-	-	70.0	-	-	140.00	1,055.00
SB5232	Rodillo bermero	gal	-	28.0	-	-	25.0	-	-	53.00	588.00
SB5232	Cisterna de agua	gal	-	-	-	-	-	-	-	-	190.00
SB5232	Retroexcavadora	gal	-	42.0	-	-	45.0	-	-	87.00	277.00

Figura 4.41 Detalle de consumo de recursos para la partida SB5232
Fuente: Elaboración propia

- Para la partida SB5241 (imprimación asfáltica) la cantidad de recursos utilizados para una determinada semana, es la que se muestra en la siguiente figura.

EDC	RECURSO	UND	03'Mayo 21 - 09'Mayo 21							Total semanal	Total Acum.
			3	4	5	6	7	8	9		
SB5241	Mano de Obra										
SB5241	Oficial	HH	8.00	8.00	8.00	8.50	9.00	5.50	-	47.00	103.00
SB5241	Peón	HH	16.00	16.00	16.00	17.00	18.00	11.00	-	94.00	199.00
SB5241	Señalera	HH	16.00	16.00	16.00	17.00	18.00	11.00	-	94.00	199.00
SB5241	Equipos										
SB5241	Camión imprimador	HM	5.00	5.00	5.00	6.90	7.00	4.80	-	33.70	72.90
SB5241	Compresora neumatica	HM	5.00	5.00	5.00	5.80	6.00	4.00	-	30.80	71.00
SB5241	Multiproposito	HM	5.00	5.00	5.00	5.80	6.10	4.20	-	31.10	70.00
SB5241	Barredora hidráulica	HM	-	-	-	5.60	6.00	4.00	-	15.60	53.50
SB5241	Materiales										
SB5241	Emulsión asfaltica CSS-1H	GAL	-	-	-	1,098.40	1,112.54	549.21	-	2,760.15	27,960.15
SB5241	Combustible	GAL	114.00	-	-	-	45.00	90.00	-	249.00	559.20
SB5241	Camión imprimador	gal	54.00	-	-	-	-	65.00	-	119.00	247.00
SB5241	Compresora neumatica	gal	25.00	-	-	-	45.00	-	-	70.00	159.50
SB5241	Multiproposito	gal	35.00	-	-	-	-	25.00	-	60.00	152.70
SB5241	Barredora hidráulica	gal	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Figura 4.42 Detalle de consumo de recursos para la partida SB5231
Fuente: Elaboración propia

Con los recursos cuantificados semanalmente se puede determinar, cuál es el costo para cada partida de control y por ende se llega a saber el costo semanal y el costo acumulado incurrido, en el proyecto.

El cálculo del costo se determina multiplicando las cantidades de recursos utilizados por su respectivo costo unitario.

Por ejemplo, el costo semanal y acumulado incurrido en la ejecución de las partidas programadas en la fecha correspondiente del 03-mayo'21 al 09-mayo'21 es la que se muestra en las figuras 4.43 al 4.46.

EDC	RECURSO	UND	Total presente semana	Total Al sem.08	Precio S/.	Costo Semanal S/.	Costo Acumu. S/.
SB5231	Mano de Obra					4,476.27	14,771.67
SB5231	Capataz	HH	51.50	169.95	28.76	1,481.14	4,887.76
SB5231	Peon	HH	264.50	872.85	8.15	2,155.68	7,113.73
SB5231	Señalera	HH	103.00	339.90	8.15	839.45	2,770.19
SB5231	Equipos					19,592.55	64,655.42
SB5231	Camion cisterna de agua	HM	30.50	100.65	95.00	2,897.50	9,561.75
SB5231	Camion cisterna de agua	HM	29.90	98.67	95.00	2,840.50	9,373.65
SB5231	Motoniveladora	HM	42.30	139.59	220.50	9,327.15	30,779.60
SB5231	Rodillo vibratorio liso	HM	29.60	97.68	140.00	4,144.00	13,675.20
SB5231	Camión baranda	día	6.00	19.80	63.90	383.40	1,265.22
SB5231	Materiales					67,127.50	210,485.70
SB5231	Cemento portland	BOL	2,671.00	8,313.00	22.50	60,097.50	187,042.50
SB5231	Combustible	GAL	475.00	1,584.00	14.80	7,030.00	23,443.20
SB5231	SB5231					91,196.32	289,912.79

Figura 4.43 Costo semanal y acumulado de la partida de control SB5231
Fuente: Elaboración propia

EDC	RECURSO	UND	Total presente semana	Total Al sem.08	Precio S/.	Costo Semanal S/.	Costo Acumu. S/.
SB5232	Mano de Obra					1,031.52	3,795.13
SB5232	Oficial	HH	48.00	176.60	13.34	640.32	2,355.84
SB5232	Peon	HH	48.00	176.60	8.15	391.20	1,439.29
SB5232	Equipos					12,552.49	44,688.31
SB5232	Vibropison 1	HM	29.80	98.30	65.00	1,937.00	6,389.50
SB5232	Vibropison 2	HM	29.80	98.30	65.00	1,937.00	6,389.50
SB5232	Rodillo liso bermero	HM	27.00	97.80	124.50	3,361.50	12,176.10
SB5232	Camion cisterna de agua	HM	21.30	99.70	95.00	2,023.50	9,471.50
SB5232	Retroexcavadora	HM	31.10	96.90	105.90	3,293.49	10,261.71
SB5232	Materiales					2,294.75	16,249.25
SB5232	Gasolina	BOL	13.50	38.50	16.50	222.75	635.25
SB5232	Combustible	GAL	140.00	1,055.00	14.80	2,072.00	15,614.00
SB5231	SB5231					15,878.76	64,732.69

Figura 4.44 Costo semanal y acumulado de la partida de control SB5232
Fuente: Elaboración propia

EDC	RECURSO	UND	Total presente semana	Total Acum.	Precio S/.	Costo Semanal S/.	Costo Acumu. S/.
SB5241	Mano de Obra					2,159.18	4,617.72
SB5241	Oficial	HH	47.00	103.00	13.34	626.98	1,374.02
SB5241	Peón	HH	94.00	199.00	8.15	766.10	1,621.85
SB5241	Señalera	HH	94.00	199.00	8.15	766.10	1,621.85
SB5241	Equipos					10,249.49	23,664.58
SB5241	Camión imprimador	HM	33.70	72.90	154.80	5,216.76	11,284.92
SB5241	Compresora neumatica	HM	30.80	71.00	53.91	1,660.43	3,827.61
SB5241	Multiproposito	HM	31.10	70.00	82.20	2,556.42	5,754.00
SB5241	Barredora	HM	15.60	53.50	52.30	815.88	2,798.05
SB5241	Materiales					24,883.15	122,167.80
SB5241	Emulsión asfaltica CSS-1H	GAL	2,760.15	14,829.64	7.68	21,197.95	113,891.64
SB5241	Combustible	GAL	249.00	559.20	14.80	3,685.20	8,276.16
SB5241	SB5241					37,291.82	150,450.10

Figura 4.45 Costo semanal y acumulado de la partida de control SB5241
Fuente: Elaboración propia

EDC	RECURSO	UND	Total presente semana	Total Acum.	Precio S/.	Costo Semanal S/.	Costo Acumu. S/.	
SB5242	Mano de Obra					6,344.80	8,439.20	
SB5242	Capataz	HH	51.50	68.50	28.76	1,481.14	1,970.06	
SB5242	Operario	HH	51.50	68.50	18.86	971.29	1,291.91	
SB5242	Oficial	HH	103.00	137.00	13.34	1,374.02	1,827.58	
SB5242	Peón	HH	206.00	274.00	8.15	1,678.90	2,233.10	
SB5242	Señalera	HH	103.00	137.00	8.15	839.45	1,116.55	
SB5242	Equipos					44,816.40	58,068.02	
SB5242	Camión Pavimentador	HM	39.90	52.70	430.50	17,176.95	22,687.35	
SB5242	Rodillo neumático	HM	27.50	35.10	190.00	5,225.00	6,669.00	
SB5242	Cargador Frontal	HM	30.50	39.70	268.70	8,195.35	10,667.39	
SB5242	Cisterna de agua	HM	68.00	86.90	151.20	10,281.60	13,139.28	
SB5242	Barredora mecánica	HM	35.00	43.60	112.50	3,937.50	4,905.00	
SB5242	Materiales					113,461.60	135,474.54	
SB5242	Emulsión asfáltica CSS-1H	GAL	10,809.00	12,720.00	9.52	102,901.68	121,094.40	
SB5242	Cemento Portland	BOL	41.25	48.81	22.00	907.50	1,073.82	
SB5242	Aditivo de adherencia	Kg	336.62	401.72	11.00	3,702.82	4,418.92	
SB5242	Combustible		GAL	402.00	600.50	14.80	5,949.60	8,887.40
SB5242	SB5241	COSTO TOTAL POR EDC				164,622.80	201,981.76	

Figura 4.46 Costo semanal y acumulado de la partida de control SB5242

Fuente: Elaboración propia

Mediante el procedimiento detallado en los cuadros anteriores se determina el costo real del mejoramiento. En la tabla 4.8 se presenta el resultado semanal y acumulado para una determinada semana.

Tabla 4.8 Costo semanal y acumulado por fase y partida

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION	% Inc.	Costo Real		
						SEM N° 8	ACUMULADO Sem 8	
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	0.29%	-	33,066.09	
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	2.15%	-	112,852.40	
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	0.83%	-	56,212.15	
PRODUCCION DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	3.49%	29,009.75	169,534.75	
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA	0.63%	4,560.00	34,410.00	
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	2.25%	19,626.36	125,758.04	
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	5.68%	40,789.98	302,743.98	
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	7.59%	68,266.80	422,242.80	
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	3.46%	26,518.80	116,678.80	
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	1.63%	19,527.48	52,259.48	
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	6.97%	90,723.40	316,695.15	
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	1.96%	26,501.90	123,363.50	
		SB5221-(2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	1.35%	15,529.60	32,409.60	
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	2.01%	13,860.00	88,080.00	
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	0.90%	11,858.10	49,645.10	
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	12.48%	91,196.32	289,912.79	
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	2.71%	15,878.76	64,732.69	
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	3.23%	37,291.82	150,450.10	
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	14.32%	164,622.80	201,981.76	
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	11.08%	144,965.63	300,613.63	
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	2.11%	52,905.03	184,905.03	
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	1.81%	27,810.00	105,810.00	
		SB5254	M	BADENES	1.35%	32,779.06	126,971.76	
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	0.20%	-	61,871.43	
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	1.30%	-	20,950.45	
						100.00%	934,221.58	3,544,151.48

Fuente: Elaboración propia

- **Inc.** Es el porcentaje de incidencia de cada partida de control con respecto al total del costo directo previsto.

Curva S del costo real. Es la representación gráfica de los costos acumulados reales, en la Figura 4.47 la curva de color naranja representa la curva S del costo real.

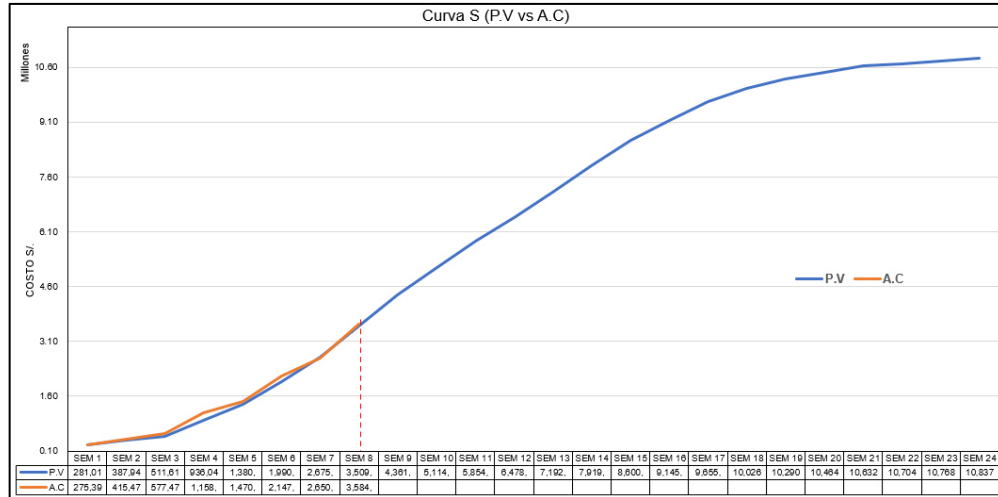


Figura 4.47 Curva “S” del costo planeado vs costo real
Fuente: Elaboración propia

Mediante la gráfica anterior se aprecia que el costo real del proyecto es superior al costo planeado, por ende, debe conllevar al equipo de proyecto a realizar un análisis de la situación del proyecto, para ello se realiza el cálculo de diferencias de costos acumulados planeados y reales por fase y partida, en la tabla 4.9 se aprecia el reporte de variación de costo en una determinada semana.

Tabla 4.9 Variación de costo real respecto al planeado

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION	% Inc.	Costo Real ACUMULADO Sem 8	Costo Planeado ACUMULADO Sem 8	Margen ACUMULADO Sem 8
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	0.29%	33,066.09	31,032.53	- 2,033.56
		SB5212	GLB	MOVILIZACIÓN Y DESMOVILIZACIÓN	2.15%	112,852.40	174,090.00	61,237.60
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	0.83%	56,212.15	89,954.00	33,741.85
PRODUCCIÓN DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-P.A	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	3.49%	169,534.75	161,700.00	- 7,834.75
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCIÓN EN CANTIERA	0.63%	34,410.00	34,650.00	240.00
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	2.25%	125,758.04	123,198.08	- 2,559.96
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	5.68%	302,743.98	299,376.00	- 3,367.98
		SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	7.59%	422,242.80	404,544.00	- 17,698.80
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	3.46%	116,678.80	111,720.00	- 4,958.80
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	1.63%	52,259.48	48,608.00	- 3,651.48
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	6.97%	316,695.15	295,226.25	- 21,468.90
		SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	1.96%	123,363.50	127,749.60	4,386.10
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5221(-2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	1.35%	32,409.60	33,760.00	1,350.40
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	2.01%	88,080.00	92,220.00	4,140.00
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	0.90%	49,645.10	51,417.00	1,771.90
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5231	M3	ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	12.48%	289,912.79	336,200.03	46,287.24
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	2.71%	64,732.69	96,079.20	31,346.51
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFALTICA	3.23%	150,450.10	74,444.90	- 76,005.20
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	14.32%	201,981.76	153,364.80	- 48,616.96
		SB5251	M	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO	11.08%	300,613.63	285,081.60	- 15,532.03
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	2.11%	184,905.03	177,600.00	- 7,305.03
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	1.81%	105,810.00	105,000.00	- 810.00
		SB5254	M	BADENES	1.35%	126,971.76	113,031.24	- 13,940.52
		SB5274	UND	SENALES AMBIENTALES TEMPORALES	0.20%	102,412.74	61,871.43	- 40,541.31
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	1.30%	20,950.45	28,000.00	7,049.55
					100.00%	3,584,692.79	3,509,918.65	- 74,774.13

Fuente: Elaboración propia

El reporte presentado en la Tabla 4.9 permite conocer, las variaciones más significativas y desfavorables de costo que se presentan en las partidas de control SB5241 (imprimación asfáltica), SB5242 (colocación de micro pavimento), y transporte de materiales, en consecuencia, se debe poner mayor énfasis en el control de recursos utilizados para dichas partidas.

4.6.2.7 Valor Ganado (EV)

Al cierre de una determinada semana, el valor ganado representa el costo de los recursos que se debieron haber gastado, la cantidad de lo que se había planificado hasta la fecha en la cual se realiza el análisis.

El valor ganado se obtiene, consolidando los metrados ejecutados en una determinada semana multiplicados por su precio unitario oferta o de venta. Otra forma de obtener el valor ganado es a través de la multiplicación del porcentaje de avance por el costo venta o costo ofertado.

A continuación, se presenta el reporte del valor ganado de una determinada semana durante la ejecución del mejoramiento.

Tabla 4.10 Reporte del valor ganado

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION	PPTO TOTAL	% Inc.	Avance Acum. %	E.V (S.) Sem 8
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	31,032.53	0.29%	70.00%	21,722.77
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	232,120.00	2.15%	71.00%	164,805.20
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	89,954.00	0.83%	45.00%	40,479.30
PRODUCCION DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	376,444.59	3.49%	44.00%	165,635.62
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA	68,444.47	0.63%	44.00%	30,115.57
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	243,354.32	2.25%	44.00%	107,075.90
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	612,976.34	5.68%	49.10%	300,971.38
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	819,172.20	7.59%	44.00%	360,435.77
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	373,572.08	3.46%	33.20%	124,025.93
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	175,528.86	1.63%	43.10%	75,652.94
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	752,914.16	6.97%	34.00%	255,990.82
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	212,009.69	1.96%	57.00%	120,845.52
		SB5221(-2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	145,484.50	1.35%	27.00%	39,280.82
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	217,182.66	2.01%	37.00%	80,357.58
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	97,037.26	0.90%	52.00%	50,459.38
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	1,347,936.66	12.48%	22.00%	296,546.07
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	292,794.66	2.71%	42.00%	122,973.76
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	348,940.14	3.23%	21.00%	73,277.43
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	1,546,340.54	14.32%	8.50%	131,438.95
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	1,196,005.38	11.08%	19.50%	233,221.05
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	228,000.00	2.11%	61.00%	139,080.00
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	195,000.00	1.81%	46.00%	89,700.00
		SB5254	M	BADENES	145,325.88	1.35%	68.00%	98,821.60
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	21,330.12	0.20%	50.00%	10,665.06
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	140,000.00	1.30%	30.00%	42,000.00

Fuente: Elaboración propia

Curva S del valor ganado. Es la representación gráfica de los costos acumulados referidos al valor ganado. A continuación, en la figura 4.48 se observa 3 curvas,

curva de costo planeado (color azul), curva de costo real (color naranja) y curva del valor ganado (color verde).

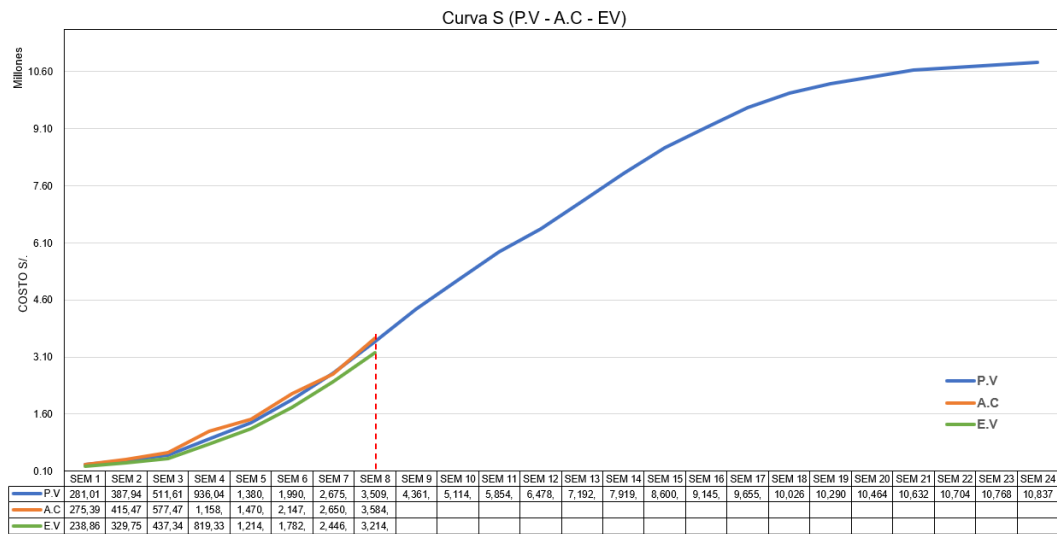


Figura 4.48 Curva S de costo planeado – real - valor ganado
Fuente: Elaboración propia

4.6.3 Mapa de cadena de valor

Se ha explicado en la Figura 2.16, las etapas para el desarrollo del mapa de cadena valor, primero se definirá la familia de productos, luego se elabora el mapa de la situación inicial, seguidamente el mapa de una situación futura y finalmente se crea el plan de implementación.

Representación de mapa de cadena de valor.

Existe muchas formas de representar un mapa de flujo de valor, no hay una forma única de hacer el mapeo de flujo de valor. Lo que sí, se debe tener en cuenta son las partes específicas que deben estar dentro de un mapa de flujo de valor como son los siguientes:

1. Título de la actividad, es decir cuál es el valor, cual es la demanda, el tiempo necesario para cumplir con la demanda y el ritmo mínimo de producción.
2. Actividades previas al inicio de la cadena de valor, es decir qué se necesita para iniciar la cadena producción, permisos, materiales, recursos.
3. Se tiene que entender cómo hacer para que arranque la cadena producción.

4. Identificar las tareas de transformación, esperas y decisión que generan la cadena de valor, en ello se debe analizar la capacidad de procesamiento de la tarea, productividad, desperdicios y tolerancia.
5. Se debe analizar el impacto en el tiempo, de cada una de las tareas de transformación con el fin de conocer el tiempo del ciclo y el tiempo productivo o tiempo de valor añadido.
6. Y finalmente las tareas de entrega, de aceptación y valorización.

Datos de medición en el mapa de cadena de valor

Los datos de medición más comunes para la elaboración del mapa de cadena valor son los que se detallan en la Tabla 4.11.

Tabla 4.11 Datos de medición en el mapa de cadena de valor

Nombre	Abrev.	Un.	Significado
Identificación	ID	-	Identificación del proceso
Fecha de Inicio	FI	dd-mm	Fecha de inicio de la actividad constructiva
Fecha de Terminó	FT	dd-mm	Fecha de término de la actividad constructiva
Tiempo de monitoreo	TM	min	Tiempo de monitoreo en terreno de la actividad
Tiempo de espera	TE	min	Tiempo de espera durante el monitoreo de la actividad
Tiempo de preparativos	TP	Min. o Seg.	Tiempo de actividades preparativos
Duración total	DT	Min o Seg.	El tiempo que tarda en realizarse una actividad por unidad de flujo. Cuantifica la inversión de tiempo por actividad
Porcentaje de trabajo preparativo	PTP	%	Corresponde a la porción de tiempo sobre la duración de una actividad, en la cual se realiza trabajos preparativos.
Porcentaje de trabajo efectivo	PTE	%	Corresponde a la porción de tiempo sobre la duración de una actividad, en la que se realiza trabajo contributivo.
Rendimiento	R	Q/T	Es la velocidad del avance directo de un determinado trabajo por unidad de tiempo. Q: Producción T: Tiempo
Espera de Inventario	EI	Horas, Días	El tiempo que debe esperar un elemento desde que termina de ser procesado por una actividad hasta que lo toma la siguiente. Cuantifica los tiempos que no agregan valor en la cadena.

Nombre	Abrev.	Un.	Significado
Tiempo de ciclo total	TCT	días	Tiempo que demora una unidad de flujo en recorrer la cadena de valor completa. Cuantifica la duración total de la cadena.
Tiempo de valor agregado	TVA	días	Suma de tiempos de la cadena de valor en los que se agrega valor al producto. Cuantifica el tiempo que agrega valor a la cadena.
Porcentaje de valor agregado	PVA	%	Entrega el porcentaje de tiempo que representa el TVA sobre el TCT. Cuantifica el aprovechamiento total del tiempo en la cadena de valor.

Fuente: Rosenbaum (2012)

Procedimiento de cálculo de indicadores.

Los indicadores presentados en la Tabla 4.11, son calculado de acuerdo a los siguientes procedimientos.

- **Rendimiento (R).** Mide la razón de un trabajo ejecutado completamente por unidad de recurso consumido. La fórmula que permite calcular el rendimiento es:

$$R = \frac{\text{Producción}}{\text{Recurso}}$$

- **Porcentaje de tiempo preparativo (PTP).** Representa el porcentaje total del tiempo en trabajos preparativos, se calcula haciendo la división del tiempo preparativo (TP) y la duración total (DT).

$$PTP = \frac{\text{Tiempo Preparativo (TP)}}{\text{Duración Total (DT)}}$$

- **Espera de inventario (EI).** Se define como el tiempo que transcurre entre una actividad culminada y el comienzo de la actividad sucesora.
- **Tiempo de ciclo total (TCT).** Se define como la duración de la ejecución de todas las actividades incluyendo las esperas de inventario.
- **Tiempo de valor agregado (TVA).** Se define como la suma de los tiempos en que se agrega valor a la actividad.
- **Porcentaje de valor agregado (PVA).** Se define como el porcentaje del tiempo de valor agregado respecto del tiempo de ciclo total.

$$PVA = \left(\frac{TVA}{TCT} \right) \times 100\%$$

Elección de la Familia de Productos

Es parte del procedimiento de la realización del mapa de cadena de valor, consiste en definir un grupo de procesos las cuales serán objeto de estudio.

Al seleccionar los procesos es recomendable establecer un criterio, en el presente estudio se ha empleado el diagrama Pareto, fundamentado en el costo directo de los procesos más incidentes, tal como se muestra en la figura 4.49.

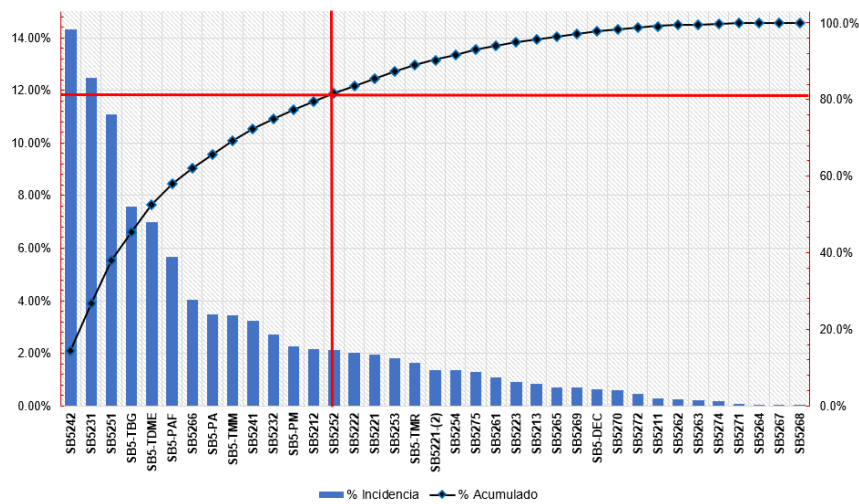


Figura 4.49 Diagrama Pareto de procesos según incidencia
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo a la Figura 4.49, se puede apreciar que el 80% del costo del proyecto está representado por los procesos de mayor incidencia que se ubican a la izquierda de la línea vertical rojo las cuales se seleccionarán algunos y realizar el estudio de mapa de cadena de valor.

En la Tabla 4.12, se presenta la organización de los procesos según la incidencia del costo directo, la cual ha sido base para elaborar la gráfica de Pareto.

Tabla 4.12 Procesos según incidencia

FASE	COS. PARCIA	%. INC.	%. INC. ACUM
SB5242	1,546,340.54	14.32%	14.32%
SB5231	1,347,936.66	12.48%	26.81%
SB5251	1,196,005.38	11.08%	37.88%
SB5-TBG	819,172.20	7.59%	45.47%
SB5-TDME	752,914.16	6.97%	52.44%
SB5-PAF	612,976.34	5.68%	58.12%
SB5266	437,723.84	4.05%	62.17%
SB5-PA	376,444.59	3.49%	65.66%
SB5-TMM	373,572.08	3.46%	69.12%
SB5241	348,940.14	3.23%	72.35%
SB5232	292,794.66	2.71%	75.06%
SB5-PM	243,354.32	2.25%	77.32%
SB5212	232,120.00	2.15%	79.47%
SB5252	228,000.00	2.11%	81.58%
SB5222	217,182.66	2.01%	83.59%
SB5221	212,009.69	1.96%	85.55%
SB5253	195,000.00	1.81%	87.36%
SB5-TMR	175,528.86	1.63%	88.98%
SB5221-(2)	145,484.50	1.35%	90.33%
SB5254	145,325.88	1.35%	91.68%
SB5275	140,000.00	1.30%	92.97%
SB5261	116,622.00	1.08%	94.05%
SB5223	97,037.26	0.90%	94.95%
SB5213	89,954.00	0.83%	95.79%
SB5265	77,226.00	0.72%	96.50%
SB5269	75,800.00	0.70%	97.20%
SB5-DEC	68,444.47	0.63%	97.84%
SB5270	63,680.00	0.59%	98.43%
SB5272	47,919.41	0.44%	98.87%
SB5211	31,032.53	0.29%	99.16%
SB5262	27,324.00	0.25%	99.41%
SB5263	21,842.88	0.20%	99.61%
SB5274	21,330.12	0.20%	99.81%
SB5271	7,921.76	0.07%	99.88%
SB5264	5,016.00	0.05%	99.93%
SB5267	4,152.96	0.04%	99.97%
SB5268	3,287.76	0.03%	100.00%
TOTAL	10,797,417.65		

Fuente: Elaboración propia

4.6.3.1 Mapa de cadena de valor (VSM) estado actual.

El mapa de cadena de valor del estado inicial se ha elaborado para el proceso SB5242 (colocación de micro pavimento) en la semana 08 del proyecto, la cual corresponde al periodo del 03 de mayo del 2021 al 08 de mayo del 2021.

a) Colocación de micro pavimento.

Cuyo código de partida es SB5242 y tiene una incidencia del 14.32% en el presupuesto a nivel de costo directo, en tal sentido con la finalidad de diagnosticar la eficiencia del proceso se realiza el mapeo de cadena de valor.

b) Procesos de transformación.

Son llamados estaciones de transformación dentro de la cadena de valor, en la Figura 4.50 se indica las estaciones de transformación la cuales conforman la cadena de valor.

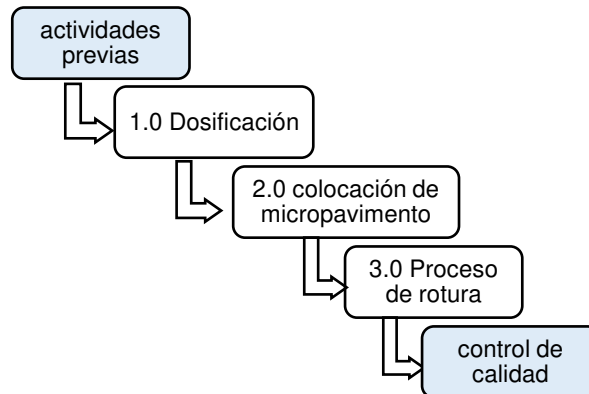


Figura 4.50 Procesos de transformación - SB5242
Fuente: Elaboración propia

Para poder identificar las estaciones de transformación, presentadas en la figura anterior, se hace el recorrido del flujo de proceso de colocación de micro pavimento, la cual inicia con las actividades previas, luego se realiza la dosificación de la mezcla, para después iniciar con la colocación de micro pavimento en la plataforma imprimada y finalmente se lleve a cabo el proceso de rotura.

c) Demanda y tiempo disponible

Cuando se realiza el mapa de flujo de valor, la demanda hace referencia a la capacidad de producción que se tiene previsto y del mismo modo el tiempo disponible se refiere al tiempo total previsto para cumplir con la demanda.

Para determinar la demanda y el tiempo disponible, se revisa el plan semanal de trabajo, el cual se ha presentado en la Figura 4.20.

En el plan de trabajo semanal correspondiente a la semana 08, el metrado programado, representa la demanda estimada, la cual es 2520 m² en un día de trabajo.

El tiempo disponible corresponde al tiempo efectivo en una jornada de trabajo.

Para determinar el tiempo efectivo se debe descontar los tiempos

improductivos como son (charla al inicio de la jornada y tiempo de refrigerio).
En el siguiente cuadro se presenta el tiempo disponible efectivo

Tabla 4.13 Tiempo efectivo

Tiempo Teórico (Hr)	8.50	Hr.
Tiempo Teórico (Min)	510.00	Min
Charlas	18.00	Min
Refrigerio	60.00	Min
Tiempo Efectivo (Min)	432.00	Min
Tiempo Efectivo (Hr)	7.20	Hr.
Tiempo Efectivo (seg)	25,920.00	Seg.

Fuente: Elaboración propia

d) Tack Time.

El tiempo Tack Time se define como la razón del tiempo disponible y la demanda estimada. Para el análisis de flujo de valor del proceso colocación micro pavimento, el Tack Time es:

$$T = \frac{\text{Tiempo disponible}}{\text{Cantidad demandada}}$$

$$T = \frac{25,920.00}{2520.00} = 10.28 \text{ seg /m}^2$$

El valor del Tack Time indica que, para cumplir con los objetivos del plan semanal, la inversión de tiempo para culminar con la colocación de una unidad de micro pavimento viene a ser 10.28 segundos, superior a este valor el proceso recae en demoras y por ende no se podría cumplir los metros programados.

e) Lead Time.

El Lead Time hace referencia al tiempo total que requiere una pieza en recorrer el flujo de valor desde un extremo a otro, o también se puede decir el tiempo que tarda una pieza en ser procesada desde la llegada de la materia prima hasta despachar al cliente.

f) Estudio de tiempo

Se debe realizar el estudio de tiempos para cada estación de transformación. En la semana 08 (del 03 de mayo 2021 al 08 de mayo 2021) se ha recabado los siguientes datos en los procesos de transformación.

-Primer proceso. DOSIFICACION.

Consiste en la preparación de la mezcla de agregado (arena chancada) más cemento más agua y emulsión de rotura controlada CQS-1hp.

Del estudio de tiempo realizado se ha obtenido los datos promedios con la cual se elaborará el mapa de flujo de valor.

Para realizar un adecuado estudio de tiempo en cada estación de transformación a lo largo del flujo de valor es indispensable conocer las actividades productivas, actividades contributarias y no contributarias.

Para el primer proceso de transformación (DOSIFICACIÓN) las actividades productivas, contributarias y no contributarias se clasificaron de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4.14 Clasificación de actividades – Proceso 1

PROCESO DE DOSIFICACIÓN		
PRODUCTIVAS	CONTRIBUTORIAS	NO COTRIBUTORIAS
Carguío de arena	Transporte de material	Esperas
Carguío de cemento	Ajustes de equipo	Inoperatividad
Inyección de emulsión		Averías
Carga de agua		Movimiento innecesario

Fuente: Elaboración propia

En el lugar de trabajo se ha cronometrado el tiempo de las actividades productivas, contributarias, y no contributarias y se han obtenido los datos que se muestran en la Tabla 4.15.

Tabla 4.15 Estudio de tiempos - Proceso 1

ID	Fecha	TI (Hr)	TF (Hr)	DT (Min)	TC (Min)	TNC (Min)	TP (Min)	TP (%)	TC (%)	TNC (%)	R (seg/m2)	INV (seg/m2)
1	03-May	08:23	08:54	31	12.0	7.0	12	38.71%	38.71%	22.58%	3.843	0.992
2	03-May	09:38	10:10	32	17.0	5.0	10	31.25%	53.13%	15.63%	4.156	1.429
3	03-May	11:05	11:21	29	12.0	5.0	12	41.38%	41.38%	17.24%	3.766	1.588
4	03-May	01:25	01:54	29	14.0	4.0	11	37.93%	48.28%	13.79%	3.766	1.039
5	03-May	02:40	02:55	15	3.50	3.5	8.0	53.33%	23.33%	23.33%	2.041	1.769

Fuente: Elaboración propia

INV: inventario TI: tiempo inicio TF: tiempo final DT: duración total

R: rendimiento TC: tiempo contributivo TNC: tiempo no contributivo

-Segundo proceso. COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO.

Consiste en la aplicación del micro pavimento sobre la plataforma imprimada. Previamente al estudio de tiempo, también se realizó la clasificación de actividades del proceso de transformación, de acuerdo a la siguiente tabla.

Tabla 4.16 Clasificación de actividades – Proceso 2

PROCESO: COLOCACIÓN DE MICROPAVIMENTO		
PRODUCTIVAS	CONTRIBUTORIAS	NO COTRIBUTORIAS
Colocación	Ajustes Calibración	Esperas Inoperatividad Averías Movimiento innecesario

Fuente: Elaboración propia

Una vez clasificado las actividades del subproceso, a continuación, se realiza la medición de tiempo y los datos obtenidos, se muestran en la siguiente tabla.

Tabla 4.17 Estudio de tiempos-Proceso 2

ID	Fecha	TI (Hr)	TF (Hr)	DT (Min)	TC (Min)	TNC (Min)	TP (Min)	TP (%)	TC (%)	TNC (%)
1	03-May	09:02	09:23	21	4.0	2.0	15.0	71.43%	19.05%	9.52%
2	03-May	10:21	10:45	23	3.0	2.5	17.5	76.09%	13.04%	10.87%
3	03-May	11:33	11:55	22	4.0	2.5	15.5	70.45%	18.18%	11.36%
4	03-May	02:02	02:28	26	3.5	4.5	18.0	69.23%	13.46%	17.31%
5	03-May	03:08	03:31	23	3.0	3.5	16.5	71.74%	13.04%	15.22%

Fuente: Elaboración propia

Además, se determinó los avances de metrado para cada ciclo y con ello se procede a calcular el rendimiento, la cual se muestra en la siguiente tabla.

Tabla 4.18 Avance de metrados - Proceso 2

ID	Fecha	P.I (Km)	P.F (Km)	a(m)	Área (m2)	Lado	R (seg/m2)	INVENTARIO (seg)	
1	03-May	042+900	043+120	2.2	484.00	LD	2.603	300.000	0.620
2	03-May	043+340	043+340	2.1	462.00	LD	2.987	300.000	0.649
3	03-May	043+560	043+560	2.1	462.00	LD	2.857	0.00	0.000
4	03-May	043+780	043+780	2.1	462.00	LD	3.377	120.000	0.260
5	03-May	043+990	043+990	2.1	441.00	LD	3.129	120.000	0.272

Fuente: Elaboración propia

R: rendimiento

PI: progresiva de inicio

PF: Progresiva final

-Tercer proceso. ROTURA.

Es el proceso final y consiste en el proceso de separación del agua de la mezcla asfáltica, el análisis de tiempo realizado se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 4.19 Estudio de tiempos - Proceso 3

ID	Fecha	TI (Hr)	TF (Hr)	DT (Min)	TC (Min)	TNC (Min)	TP (Min)	TP (%)	TC (%)	TNC (%)	R (seg/m2)
1	03-May	09:28	10:33	65	18	2	45	69.23%	27.69%	3.08%	8.058
2	03-May	10:50	12:03	73	21	2	50	68.49%	28.77%	2.74%	9.481
3	03-May	11:55	01:02	67	20	2.5	44.5	66.42%	29.85%	3.73%	8.701
4	03-May	02:30	03:25	55	3	2	50	90.91%	5.45%	3.64%	7.143
5	03-May	03:35	04:37	62	3	4	55	88.71%	4.84%	6.45%	8.435

Fuente: Elaboración propia

g) Mapa de cadena de valor, Situación Inicial

Con la información y los cálculos realizados durante el estudio de tiempo, se procede elaborar el mapa de cadena de valor de la situación inicial, a través del cual se conocerá el tiempo del ciclo y el tiempo de valor agregado para producir una unidad de micro pavimento.

Mediante la Figura 4.51 se presenta el mapa de cadena de valor de la situación inicial.

Los procesos previos para que inicia la cadena de producción son los requerimientos de materiales, la cual es gestionado por la oficina técnica y el área de control de proyecto.

La solicitud de agregado es gestionada por el área de residencia y producción en función a un plan de trabajo semanal.

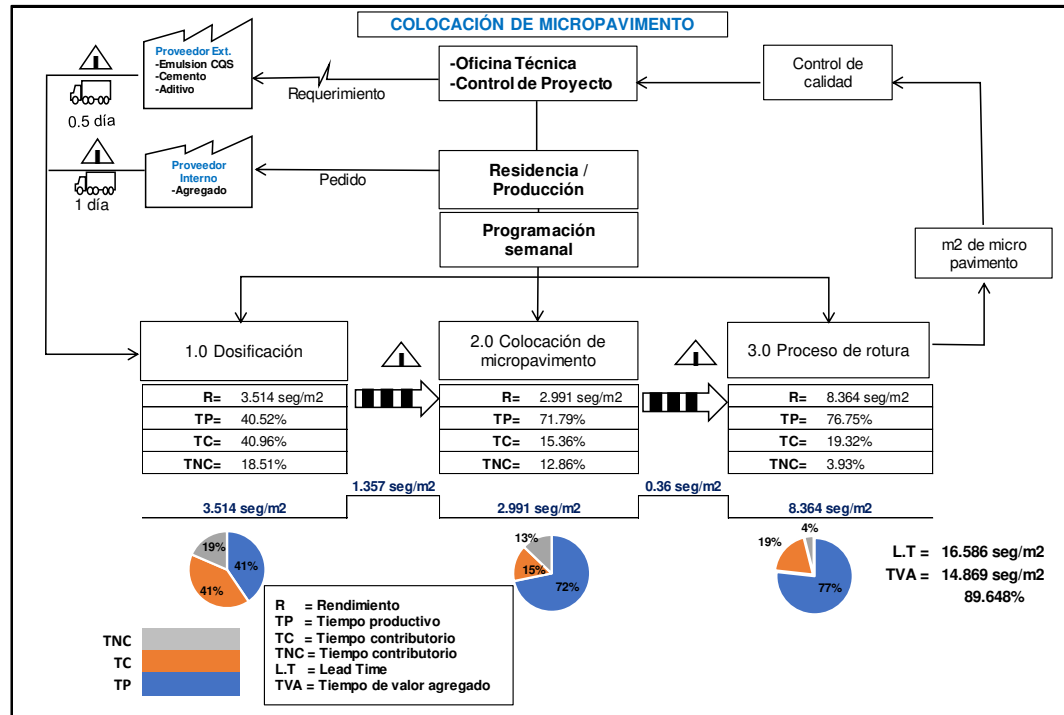


Figura 4.51 Mapa de cadena de valor de la situación inicial - SB5242
Fuente: Elaboración propia

Del mapa de cadena valor mostrado en la Fig. 4.51 se ha determinado que el ciclo total o lead time en la colocación de micro pavimento es 16.58 seg/m² y el tiempo de valor agregado es 14.86 seg/m². Sin embargo, el tiempo total disponible o tak time calculado era de 10.28 seg/m², al ser el lead time mayor que este, es evidente que no se está realizando una adecuada inversión del tiempo, al respecto se debería tomar acciones para mejorar el indicador del lead time.

En las estaciones de transformación también se ha calculado el tiempo productivo, contributorio y no contributorio a través del cual se puede conocer como se viene utilizando el tiempo en cada proceso de la cadena de valor.

En el primer proceso, dosificación del micro pavimento el tiempo en trabajos productivos es 41%, en trabajos contributarios es 41% y en trabajos no contributarios es 19%, por consiguiente, se debe mejorar el tiempo en trabajos productivos.

En el segundo proceso, colocación de micro pavimento el tiempo en trabajos productivos es 72%, en trabajos contributarios es 15% y en trabajos no contributarios es 13%, por lo que existe eficiencia en la administración del tiempo.

h) Mapa de cadena de valor, Situación futura

El mapa de cadena de valor de una situación futura se representa con las mejoras que se han planteado luego de realizar el análisis luego de realizar el mapa de cadena de valor de la situación inicial, en tal sentido en la figura 4.52 se presenta el mapa de cadena de valor de una situación futura, la puesta en práctica permite mejorar la eficiencia del proceso.

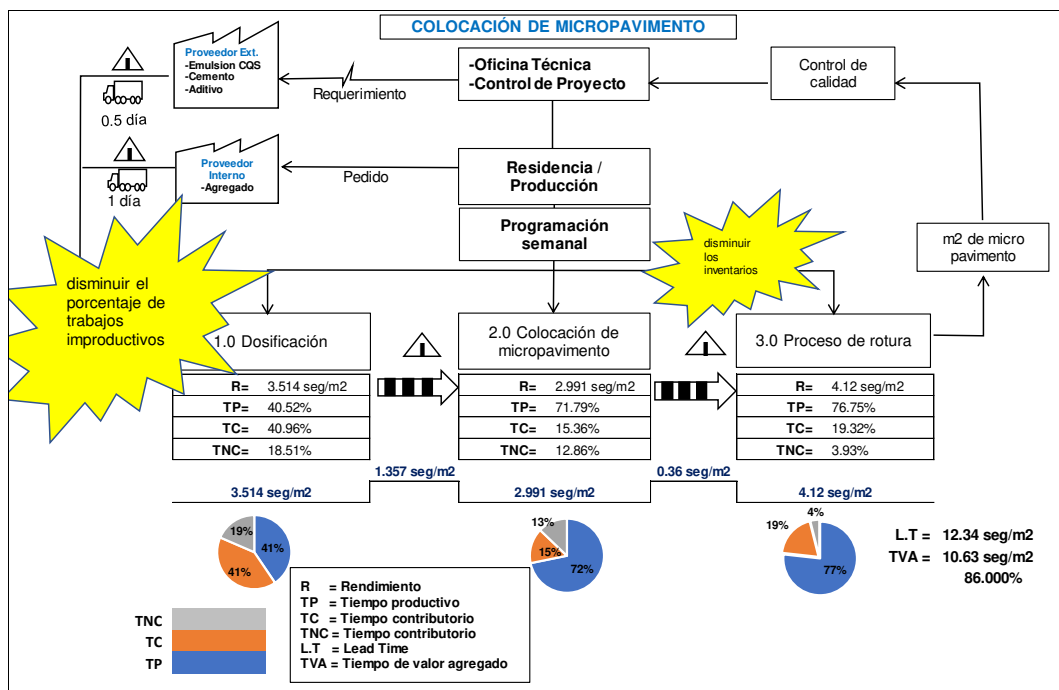


Figura 4.52 Mapa de cadena de situación futura
Fuente: Elaboración propia

La propuesta de mejora que se plantea para el mapa de la situación futura se representa mediante el icono del Kaisen (burbuja de mejora continua) en las estaciones que requiere una necesidad de mejora y que previamente se identificó con el mapa de cadena de valor de situación inicial. Las evidencias de las mejoras planteadas se representan en la Figura 4.52.

El estudio de procesos con el mapa de flujo de valor ha permitido identificar tiempos muertos o no contributivos, sobre ellos se realiza los ajustes, con el fin de reducir los tiempos improductivos y por el contrario incrementar el tiempo productivo, eso permitirá mejorar la eficiencia de todo el proceso.

CAPÍTULO V. ANÁLISIS Y RESULTADOS

5.1 MEDICIÓN DE LAS VARIACIONES

La teoría del valor ganado recomienda realizar la medición de las variaciones en costo y cronograma, la cual se realiza semanalmente.

Variación del cronograma (SV). Es una medida de desempeño del cronograma, que se expresa como la diferencia entre el valor ganado (EV) y el valor planificado (PV), se calcula con la siguiente fórmula: $(SV=EV-PV)$.

Variación del costo (CV). Es una medida del desempeño del costo en un proyecto, expresado como la diferencia entre el valor ganado (EV) menos el costo real (AC), se calcula con la siguiente fórmula $(CV=EV-AC)$.

Los resultados de variación de costo y cronograma, que se presenta a manera de ejemplo y la cual fue realizado para una determinada semana del proyecto, se presenta en el Anexo 5.1. Dichos resultados indica que el proyecto se encuentra por encima del costo planificado y se encuentra retrasado, ya que los valores de SV y CV son negativos, además se presenta el resultado al cierre del proyecto mediante el Anexo 5.2

5.2 INDICADORES DE DESEMPEÑO

Los indicadores de desempeño son: el SPI (desempeño de cronograma) y el CPI (desempeño en costo) las cuales son calculados semanalmente para cada partida de control, asimismo los indicadores globales del proyecto.

En el Anexo 5.2 se presenta el reporte realizado en una determinada semana y en ello se verifica que el desempeño en costo evaluado con el CPI es 0.88, la cual quiere decir que el proyecto presenta un sobrecosto, esto debe conllevar al equipo de proyecto a realizar un análisis de las partidas incidentes con el fin de mejorar los costos incurridos en el proyecto.

Del mismo modo, en el anexo referido en el párrafo anterior, el desempeño en plazo evaluado mediante el indicador del SPI y el resultado obtenido en una determinada semana presenta un valor de 0.92, entonces se puede afirmar que el proyecto se encuentra atrasado en el plazo, para revertir tal situación, se debe implementar estrategias de mejora.

La Figura 5.1, corresponde a la gráfica de indicadores globales del SPI y CPI, en las primeras 8 semanas del proyecto, la cual se obtiene de manera progresiva

durante la etapa de construcción del mejoramiento, la importancia de graficar los resultados permite tener una visibilidad del performance del proyecto.

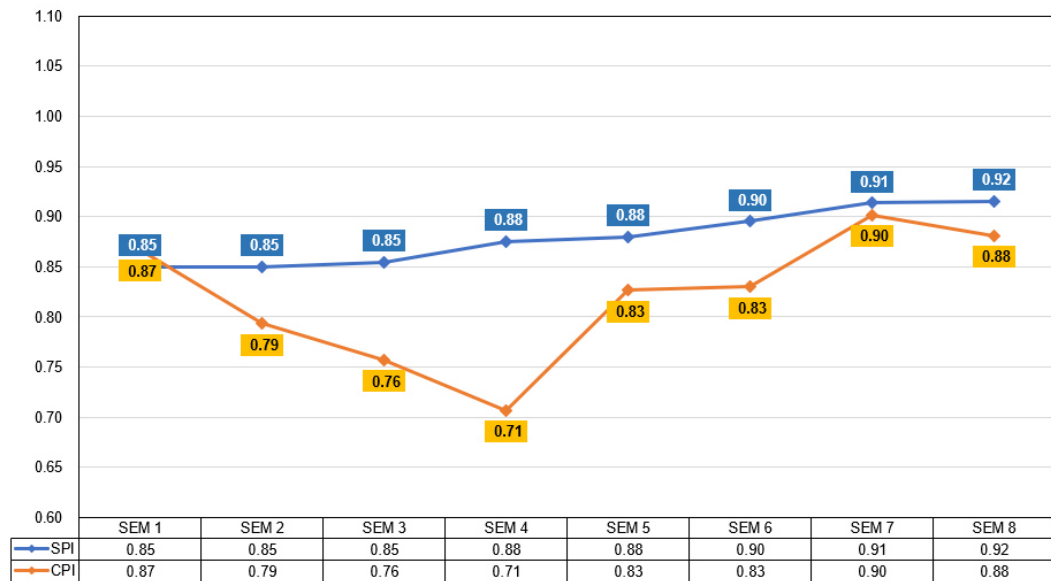


Figura 5.1 Gráfica SPI y CPI del proyecto.
Fuente: Elaboración propia

Como se evidencia en la figura 5.1 el seguimiento realizado con valor ganado permite identificar desviaciones de costo mediante el indicador CPI, al ser menor que 1, se concluye que en el proyecto se está gastando más de lo planificado, ello es una alerta para hacer ajustes en optimización de costo, y una de las formas es realizando el estudio de los costos unitarios de las partidas.

Con el fin de mejorar el desempeño de proyecto se ha realizado el análisis de los costos unitarios, ya que, a través de ello se realizará la optimización de los costos, y se verá a continuación.

5.2.1 Análisis de costo unitario

El análisis de costo diario es una de las herramientas de control que se realiza para las partidas más incidentes del costo directo, para su elaboración se implementó un formato que debe ser llenado por el jefe de cuadrilla, el fin es determinar el costo unitario real por partida y comparar con el costo unitario previsto en el la línea base de costo.

La información que se requiere para realizar el análisis de costo diario es la misma información que se recaba cuando se realiza el análisis de costo real visto en el capítulo IV.

En la Figura 5.2, se aprecia el formato diario de producción, en ello se observa la información que debe plasmarse, como los distintos recursos empleados en la ejecución de una determinada partida.

FICHA DIARIA DE PRODUCCIÓN						
PROYECTO :		_____			No.	
SECTOR :		_____				
RESPONSABLE:		_____			FECHA: _____	
CÓDIGO EDC:		_____				
DESCRIPCIÓN:		_____			TURNO: _____	
METAS DEL DÍA				UNIDAD	METRADO	COSTO UNIT
RECURSOS UTILIZADOS						
PERSONAL:	DESCRIPCIÓN		HH	COSTO UNITARIO	PARCIAL	COSTO DEL DÍA (S/.)
	CATEGORÍA	CANTIDAD				
	Capataz					
	Operario 1					
	Operario 2					
	Oficial					
	Peón					
Señalera						
(A)						
MATERIALES:	DESCRIPCIÓN		UND	CANTIDAD	COSTO UNITARIO	COSTO DEL DÍA (S/.)
(B)						
EQUIPOS:	DESCRIPCIÓN		CÓDIGO EQUIPO	HM	COSTO UNITARIO	COSTO DEL DÍA (S/.)
(C)						
COSTO TOTAL DEL DÍA (A+B+C) =						
AVANCE DEL DÍA				UNIDAD	METRADO	COSTO UNITARIO (S/.)
OBSERVACIONES:						
COORDINADOR		ING. RESIDENTE			ING. DE PLANEAMIENTO	

Figura 5.2 Formato diario de producción
Fuente: Elaboración propia

A continuación, se explica el procedimiento de elaboración del control de costo diario, para una partida que tiene alto porcentaje de incidencia en el costo directo global.

Colocación de micro pavimento

Colocación de micro pavimento cuya EDC es SB5242, se toma como muestra el periodo comprendido del 03 de mayo 2021 al 09 de mayo 2021.

Para realizar la comparativa de costo unitario previsto en la línea base y el costo unitario real, primero se debe desagregar los recursos previstos de la línea base.

En la Tabla 5.3 se presenta el procedimiento de comparación de costo unitario previsto en la línea base y el costo unitario real, la cual nos permite conocer la variación diaria del costo unitario.

Tabla 5.1 Costo unitario diario para la partida SB5242

PREVISTO LINEA BASE						Costos Unitarios por Día 03'Mayo 21 - 09'Mayo 21					
RECURSO	UND	Cuadrilla	Inc.	P.U (S./)	Parcial	3'may	4'may	5'may	6'may	7'may	8'may
Mano de Obra					0.23	0.46	0.51	0.54	0.56	0.53	0.45
Capataz	HH	1.00	0.0019	28.76	0.05	0.100	0.123	0.130	0.130	0.123	0.105
Operario	HH	1.00	0.0019	18.86	0.04	0.065	0.081	0.085	0.085	0.081	0.069
Oficial	HH	2.00	0.0038	13.34	0.05	0.104	0.114	0.108	0.121	0.114	0.098
Peón	HH	4.00	0.0076	8.15	0.06	0.127	0.124	0.147	0.147	0.140	0.120
Señalera	HH	2.00	0.0038	8.15	0.03	0.064	0.070	0.074	0.074	0.070	0.060
Equipos					1.94	3.28	3.80	3.75	3.79	3.77	3.36
Camión Pavimentador	HM	1.00	0.0019	430.50	0.81	1.398	1.394	1.476	1.435	1.415	1.292
Rodillo neumático	HM	1.00	0.0019	190.00	0.36	0.370	0.434	0.389	0.452	0.461	0.481
Cargador Frontal	HM	0.25	0.0005	268.70	0.13	0.593	0.742	0.704	0.640	0.717	0.627
Cisterna de agua	HM	1.50	0.0028	151.20	0.43	0.622	0.907	0.835	0.950	0.835	0.665
Barredora mecánica	HM	1.00	0.0019	112.50	0.21	0.302	0.327	0.348	0.316	0.343	0.293
Materiales					8.50	7.58	10.56	8.94	8.47	10.77	9.13
Emulsión asfáltica CSS-1H	GAL		0.83	9.52	7.85	7.212	8.663	8.568	8.092	9.044	8.758
Cemento Portland	BOL		0.00	22.00	0.08	0.066	0.066	0.077	0.070	0.088	0.081
Aditivo de adherencia	Kg		0.03	11.00	0.31	0.297	0.319	0.297	0.308	0.309	0.286
Combustible	GAL		0.02	14.80	0.27	-	1.508	-	-	1.325	-
Precio unitario de L.B (SB5242) =					10.68	11.32	14.87	13.24	12.82	15.06	12.94

Fuente: Elaboración propia

Se puede ver en la Tabla 5.3 que los costos unitarios por día, obtenidos para la partida SB5242 (colocación de micro pavimento) son mayores al costo unitario previsto, por ende, en el proceso se está gastando más de lo planeado, en consecuencia, se debe analizar la causa que está conllevando a incurrir en un sobre costo.

A continuación (ver Figura 5.3), se presenta la gráfica de costos unitarios: previsto, real por día y el acumulado, a través del cual permite tener una mejor visibilidad de las variaciones de costo durante la etapa de construcción del mejoramiento.

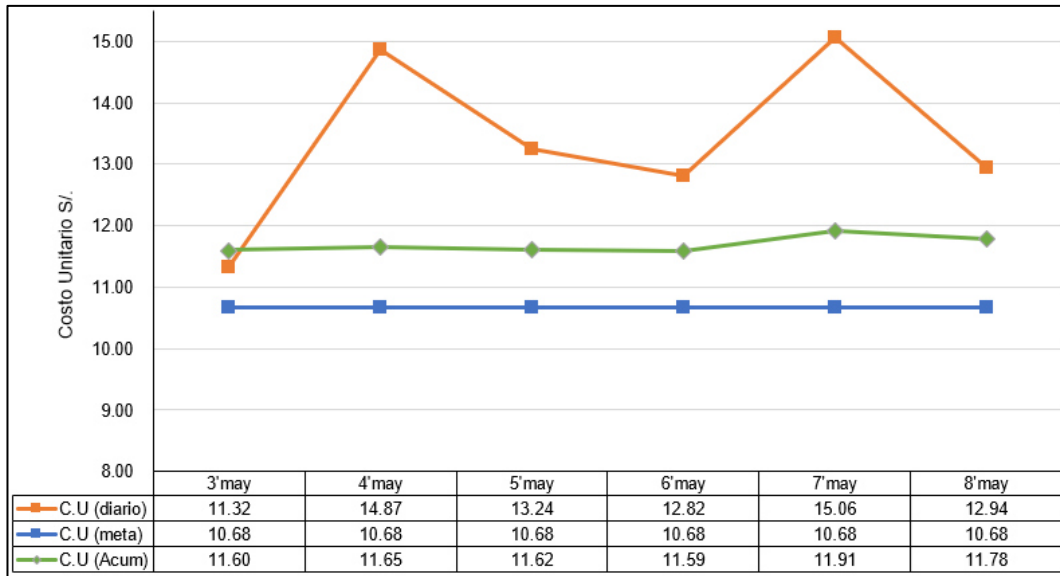


Figura 5.3 Gráfica de variación de costo unitario partida SB5242
Fuente: Elaboración propia

De acuerdo con la gráfica anterior, se puede verificar que el costo unitario diario (real) es mayor al costo unitario meta (línea base), ante tal situación se debe realizar la búsqueda de la causa raíz.

Para identificar la causa raíz, se realizó el diagrama Ishikawa (ver figura 5.4) en la cual se ha detectado los problemas diversos que están conllevando a incurrir en un alto costo unitario en la partida colocación de micropavimento.

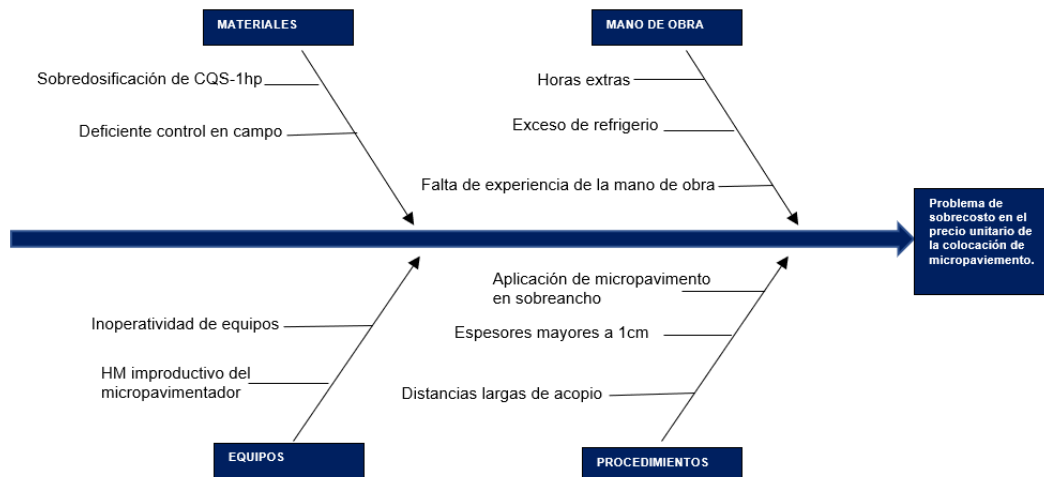


Figura 5.4 Diagrama Ishikawa para la partida colocación de micropavimento.
Fuente: Elaboración propia

Una vez detectado los problemas se debe implementar mejoras en cada una de las causas o problemas identificados, tal como se muestra en la tabla 5.2

Propuestas de mejora.

Tabla 5.2 Propuestas de mejora

PROBLEMAS IDENTIFICADOS	ACCIONES A IMPLEMENTAR
Sobredosificación de materiales	Control permanente para evitar una sobredosificación de la emulsión, arena y el aditivo. Realizar la calibración del micro pavimentador con el fin de evitar la colocación espesores superiores a 1.0cm.
Horas extras	Se de optimizar los tiempos durante la jornada de trabajo y así evitar sobretiempos.
Falta de experiencia de la mano de obra	En los frentes de trabajo se debe asignar un personal con experiencia y pueda capacitar al personal no calificado.
Largas distancias (D=7.0 km) de transporte del micropavimentador	Se debe implementar acopios temporales cada 3.0 km, con el fin de evitar demoras y transporte innecesario del equipo micro pavimentador.
Aplicación de micropavimento en anchos mayores.	Dimensionar los anchos en función a las planillas para la colocación de micropavimento.

Fuente: Elaboración propia

5.3 ANÁLISIS DE TENDENCIA

En la medida que avanza el proyecto, se debe realizar un pronóstico de la estimación a la conclusión (Estimate to Completion – EAC), la cual consiste en determinar el saldo del costo por ejecutar y el saldo del valor ganado. Y tiene por finalidad conocer el costo que se incurriría en el supuesto que el $CPI < 1.0$.

La estimación a la conclusión se calcula empleando la siguiente formula:

$$EAC = \frac{BAC}{CPI}$$

Donde:

EAC: Estimate to Completion (Estimado a la conclusión)

BAC: Budget at Completion (Presupuesto previsto y aprobado para completar el proyecto)

CPI: Cost Performance Index (Índice del desempeño del costo)

En una determinada semana se ha realizado el análisis de tendencia por fase y partida de control y se ha obtenido los resultados que se presenta en el Anexo 5.3.

Del cálculo del EAC (Estimado a la conclusión) presentado en el anexo referido en el párrafo anterior, se puede saber que el proyecto culminará con un sobrecosto de 1.3 millones, esto conlleva replantear estrategias de ejecución y un mejor control de los recursos utilizados.

Una de las estrategias implementados es la realización del control de costo unitario de las partidas más incidentes, a través de ello se busca mejorar el resultado del proyecto.

5.4 RESULTADOS AL CIERRE

Los resultados al cierre del proyecto se presentan en los anexos de la presente Tesis, como sigue:

La variación de costo evaluado en las primeras semanas era desfavorable para el proyecto, puesto que en ese momento el resultado era -S/. 409.114 mil, como se muestra en el Anexo 5.1, sin embargo, para mitigar ello se ha realizado un seguimiento y control mediante análisis de costo unitario y análisis causa raíz mediante Ishikawa y propuestas de mejora, y que finalmente los resultados que se presenta en el Anexo 5.2, corresponde al cierre de proyecto y en ello se puede verificar, que la variación en costo al finalizar el proyecto da un resultado + S/. 50.0 mil, el cual representa 0.45 % respecto al presupuesto venta.

Del mismo modo se verifica, que el presupuesto estimado a la conclusión en las primeras semanas daba un resultado de S/ 12.188 millones, en ese momento el proyecto era antieconómico, pero se ha realizado mejoras en planificación para

un mejor cumplimiento de actividades programados, acompañado del seguimiento y control de costo, el cual ha permitido optimizar el presupuesto, para que finalmente el proyecto culminará con una inversión en costo de S/. 11.167 millones y siendo menor al costo venta que fue de S/. 11.217 millones, los resultados se presentan en el Anexo 5.4 y Anexo 5.5.

5.5 TRAZABILIDAD DE INDICADORES DE VALOR GANADO

Los indicadores de desempeño de costo y cronograma del proyecto se han evaluado durante el periodo de ejecución del mejoramiento, a través de la Figura 5.5 se muestra la trazabilidad del CPI y SPI.

Se puede verificar que en las primeras semanas el CPI ha sido muy bajo, sin embargo, a partir de la cuarta semana en adelante el indicador ha ido mejorando, porque la estrategia de planificación y ejecución ha ido madurando y consolidándose y por ende, ello ha permitido obtener un mejor resultado en el desempeño del proyecto.

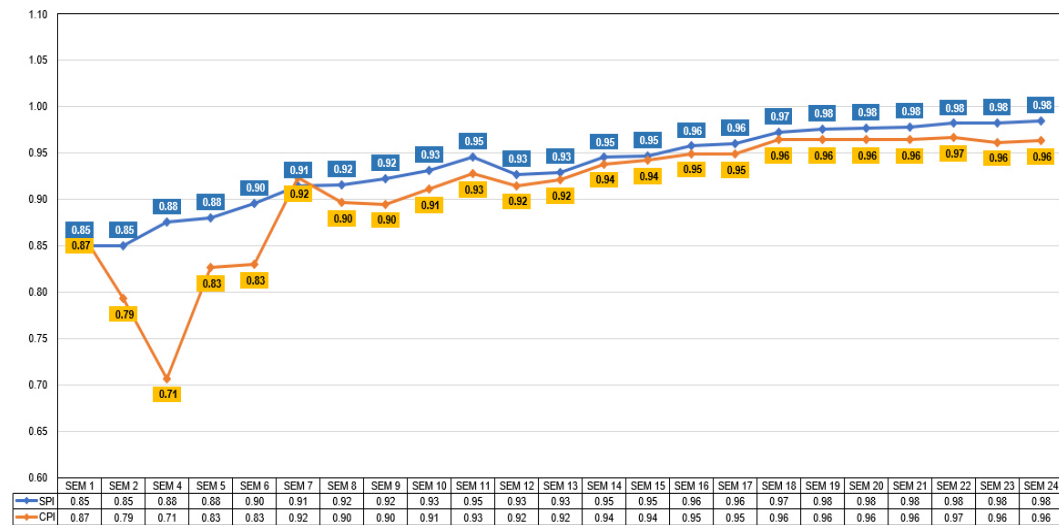


Figura 5.5 Trazabilidad de los indicadores de valor ganado
Fuente: Elaboración propia

5.6 TRAZABILIDAD DE NIVELES DE SERVICIO DE LA CONSERVACION.

En la conservación vial mensualmente se realiza la evaluación de niveles de servicio del corredor vial, mediante la figura 5.6 se presenta los resultados obtenidos de niveles de servicio y porcentaje de la planificación completado en la conservación vial y se verifica que a mayor cumplimiento del programa de trabajo conlleva a obtener un mayor porcentaje de nivel de servicio en el contrato.

Se puede verificar que, en las primeras semanas de proyecto, los valores de cumplimiento de programa tienen un bajo porcentaje y ello conlleva a tener un bajo porcentaje de niveles de servicio, durante la gestión de conservación vial.

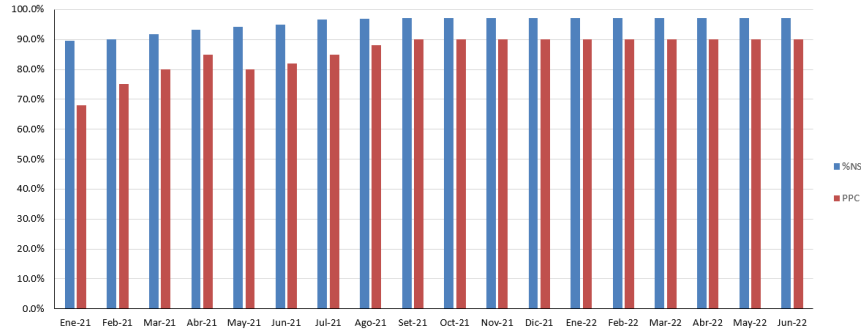


Figura 5.6 Trazabilidad de niveles de servicio
 Fuente: Elaboración propia

CONCLUSIONES

- La gestión de la planificación con metodología Last Planner, mejora el cumplimiento del programa de trabajo, ello se evidenció con el indicador porcentaje de plan completado, ya que, el desempeño en la ejecución del mejoramiento y medido con PPC tenía un valor promedio de 45% en las primeras cinco semanas, sin embargo, con la consolidación de la planificación en niveles y la retroalimentación permanente en reuniones de obra, el desempeño ha ido aumentando obteniéndose valor promedio de 60% desde la sexta semana hasta culminar el plazo, a su vez, en la conservación vial un desempeño superior al 60%, mejora los indicadores de NS (nivel de servicio) obteniéndose valores de NS = 90%.
- El seguimiento y control realizado con método valor ganado durante la ejecución del mejoramiento y la conservación vial, ha permitido identificar permanentemente desviaciones de costo real, costo planificado y valor ganado, es así, la evaluación realizada en una determinada semana permitió conocer un margen acumulado (venta - costo) de -409.11 mil para revertir ello se ha determinado mediante el análisis de costo unitario diario de partida más incidente e Ishikawa los problemas que conllevaban a la pérdida y se ha tenido que implementar mayor control de recursos, y que finalmente al concluir la obra se ha obtenido un margen positivo (utilidad operativa) de + S/. 50 mil, la cual representa 0.45% del presupuesto venta.
- En el estudio realizado con el mapa de flujo de valor para el proceso de colocación de micropavimento durante el mejoramiento y la conservación vial, ha permitido identificar el tiempo efectivo (demanda de tiempo) para cumplir con la meta programada diaria y que fue de 10.28 seg/m², además se ha calculado el tiempo real del ciclo (lead time), obteniendo como resultado 16.59 seg/m² y con ello se ha corroborado que el proceso era demasiado lento, al respecto se ha realizado mejoras para aumentar la rapidez de ejecución del proceso de rotura del micropavimento, después de la colocación, de tal manera que el lead time final calculado fue de 12.34seg/m².

RECOMENDACIONES

- Los tiempos y costos de los proyectos de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio son estimados en el plan de gestión vial, por consiguiente, en ello se debe contemplar un programa y presupuesto acorde a la realidad caso contrario tendrá consecuencias en la etapa de ejecución.
- A lo largo de la ejecución es necesario analizar el desempeño del proyecto a través de los diferentes indicadores con la finalidad de tomar decisiones de cambio en el caso que se prevé una situación desfavorable para el cumplimiento de los objetivos.
- Se debe revisar las tendencias, los pronósticos para comprender algo muy importante respecto a la constante pregunta de los interesados del proyecto ¿cómo terminará el proyecto?
- La administración del tiempo en los procesos es de vital importancia, por ello cuantificarla para realizar una gestión eficiente del mismo, es muy recomendable.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ACERO, H. (2014). Planificación y control de una carretera aplicando valor ganado y utilizando el software Primavera P6 V7.0 (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.
2. ALARCON, L. (1997). Lean Construction, Santiago de Chile, A.A Balkema, Rotterdam.
3. DÍAZ, D. A. (2007). Aplicación del Sistema de Planificación Last Planner a la Construcción de un Edificio Habitacional de Mediana Altura (tesis de pregrado). Universidad de Chile, Facultad de Ingeniería Civil, Santiago, Chile.
4. FLINTSCH G.W (2019). Estado de la Gestión de Activos Viales en América Latina y Caribe, Banco Interamericano de desarrollo. Recuperado de: <https://publications.iadb.org/es/estado-de-la-gestion-de-activos-viales-en-america-latina-y-el-caribe>.
5. FRIAS, C. (2018). Aplicación del Mapa de Flujo de Valor para mejora de la eficiencia de los procesos de una empresa constructora en Varsovia (Polonia), (trabajo de fin de master) Universidad Politécnica de Valencia, Escuela Técnica Superior de Ingenieros de caminos Canales y Puertos, Valencia, España. Recuperado de: <https://m.riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/116134/MEMORIA.pdf?sequence=3&isAllowed=y>.
6. GHIO, V. (2001). Productividad en obras de construcción, Lima, Perú: Editorial Pontificia Universidad Católica del Perú.
7. HOLWEG, M. (2006). The Genealogy of Lean Production, Judge Business School, University of Cambridge, United Kingdom.
8. LÓPEZ, K. (2015). Impacto de la implementación del sistema del último planificador en la obra "Rehabilitación y Mejoramiento de la Carretera Cajamarca-Celendín" (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú.
9. MALLMA, M. (2011). Planeamiento programación y control aplicado a los procesos constructivos de la estructura de 16 edificios multifamiliares (tesis de pregrado). Universidad Nacional de Ingeniería, Facultad de Ingeniería Civil. Lima, Perú.
10. Manual de Carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (2016). Ministerio de Transportes y comunicaciones, Dirección General de Caminos y

- Ferrocarriles, Lima, Perú. Recuperado de: <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas>
11. OBANDO, W. (2010). La Conservación Vial por Niveles de Servicio, Recuperado de <https://www.academia.edu>.
 12. PONS, J. F. (2019). Lean Construction y la planificación colaborativa metodología de LPS. Recuperado de <http://www.juanfelipepons.com>.
 13. PONS, J. F. (2014). Introducción a Lean Construcción. Recuperado de <http://www.juanfelipepons.com>.
 14. PORRAS, H., SÁNCHEZ, O.G. y GALVIS, J.A. (2014). Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual, Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/320818662_Filosofia_Lean_Construction_para_la_gestion_de_proyectos_de_construccion_una_revision_actual.
 15. Real Academia Española (2021). Conservación. En Diccionario de la lengua española. Recuperado de <https://dle.rae.es/>.
 16. RAMOS, M.C. (2014). Experiencias y Actividades en los Servicios de Gestión y Conservación por Niveles de Servicio de una Carretera en el Perú, (tesis de postgrado) Universidad de Piura, Facultad de Ingeniería Civil, Lima, Perú, 2014. Recuperado de: <https://pirhua.udep.pe/handle/11042/2017>
 17. RODRÍGUEZ, W. (2013). Gerencia de construcción y del Tiempo – costo, Lima, Perú: Editorial Macro.
 18. ROMERO, D. (2020). Introducción al Resultado Operativo (Webinar). AB Escuela. Recuperado de: <https://www.youtube.com/watch?v=2DAd3sbvQN4&t>
 19. ROSENBAUM, S. (2012). Aplicación de Mapeo de Cadenas de Valor para la Detección de Pérdidas Productivas y Medioambientales en la Construcción: Estudio de Caso en Obra "Clínica Universidad de Los Andes", Universidad de Chile, Santiago, Chile.
 20. ROTHER, M. y SHOOK, J. (1999). Learning To See – Value Stream Mapping to Creat Value and Eliminate Muda, Brookline, Massachusetts, USA: www.lean.org.
 21. SANCHIS, I. (2013). Last Planner System, Recuperado de <http://hdl.handle.net/10251/29693>.
 22. SÁNCHEZ, L., BLANCO, B. y PÉREZ. C.A. (2012). Lean Management. Un estudio bibliométrico, Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/257866449_Lean_Management_Un_Estudio_Bibliométrico.

23. SAYER, N. J, WILLIAN, B (2012), Lean for Dummies, New Jersey, EE. UU: Editorial John Wiley & Sons, Inc.
24. SERPELL, A. (2002). Administración de Operaciones de Construcción, Bogotá, Colombia: Editorial Alfaomega.
25. SERPELL, A. y ALARCON, L. F. (2019). Planificación y Control de Proyectos, Bogotá, Colombia: Editorial Alfaomega.
26. THOMPSON, A. y STRICKLAND III (2001). Administración Estratégica, Editorial McGraw Hill, México.
27. WOMACK, J., JONES, D., y ROOS, D. (1991). La Máquina que Cambio el Mundo, Recuperado de: <https://docer.com.ar/doc/exn5cee>

ANEXOS

Los anexos son numerados de acuerdo a cada capítulo.

ANEXO 1.1 Matriz de consistencia .

ANEXO 2.1 Formato de Gestión de Restricciones.

ANEXO 2.2 Formato de plan de trabajo semanal.

ANEXO 4.1 Calendario de Avance de OBRA para el mejoramiento del Tramo II.

ANEXO 4.2 Curva S del calendario de avance de obra.

ANEXO 4.3 Plan de Hitos del mejoramiento TRAMO -2.

ANEXO 4.4 Gestión de restricciones para la partida SB5-220.

ANEXO 4.5- Gestión de restricciones para la partida SB5-250

ANEXO 4.6- Gestión de restricciones para la partida SB5-260

ANEXO 5.1- Variación de costo y cronograma en primeras 8 semanas.

ANEXO 5.2- Variación de costo y cronograma al cierre del proyecto.

ANEXO 5.3- Indicadores de costo y cronograma (SPI y CPI) en las primeras 8
semanas.

ANEXO 5.4- Cálculo del EAC (Estimado a la conclusión) en una determinada
semana.

ANEXO 5.5- Resultados del Costo Real Valor Ganado al cierre del proyecto.

ANEXO 1.1 Matriz de consistencia

Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variables
¿Cómo implementar la planificación Last Planner y la gestión del control de costo operativo, con el fin de mejorar el cumplimiento del plazo y optimizar el presupuesto; en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio?	Implementar la planificación Last Planner, y la gestión del seguimiento y control de costo operativo, para mejorar el cumplimiento del plazo y optimizar el presupuesto; en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.	Implementando la planificación Last Planner y la gestión del seguimiento y control de costo operativo, mejorará significativamente el cumplimiento del plazo, el cual tendrá como efecto la optimización del presupuesto del proyecto, en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.	VI: Planificación Last Planner, y la gestión del control de costo operativo. VD: Indicadores de cumplimiento de plazo y optimización de presupuesto
Problema específico	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variables
¿Cómo implementar la planificación Last Planner, con el fin de medir el cumplimiento del plazo con el indicador "porcentaje de plan completado" en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio?	Implementar la planificación Last Planner, con la finalidad de medir el nivel de cumplimiento del plazo con el indicador "porcentaje de plan completado" en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.	Implementando la planificación Last Planner mejorará el nivel de cumplimiento del plazo en la ejecución del proyecto y la cual será verificado con el indicador "porcentaje de plan completado" en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.	VI: Planificación Last Planner, VD: Nivel de cumplimiento con porcentaje de plan completado.
¿Cómo implementar la gestión del seguimiento y control con método del valor ganado, con la finalidad de optimizar el presupuesto en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio?	Implementar la gestión de seguimiento y control del costo planeado y costo real, con método de valor ganado, para optimizar el presupuesto en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.	Implementando la gestión del seguimiento y control del costo planeado y costo real con método valor ganado, permitirá conocer desviaciones de costo y con ello se optimizará el presupuesto en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.	VI: Gestión de seguimiento y control de costo planeado y costo real VD: Desviaciones de costo planeado, costo real y valor ganado
¿Cómo identificar el "mapa de flujo de valor" VSM para mejorar la eficiencia de procesos en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio?	Identificar el "mapa de flujo de valor" (VSM) para mejorar la eficiencia de procesos en la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.	La identificación del mapa de flujo de valor, ayudará a mejorar la eficiencia de procesos mediante el estudio de tiempos, durante la ejecución de un proyecto de mejoramiento y conservación vial por niveles de servicio.	VI: "Mapa de flujo de valor" (VSM) VD: Eficiencia de procesos mediante el estudio del tiempo efectivo de ejecución y tiempo de ciclo

ANEXO 2.1- Formato de gestión de restricciones

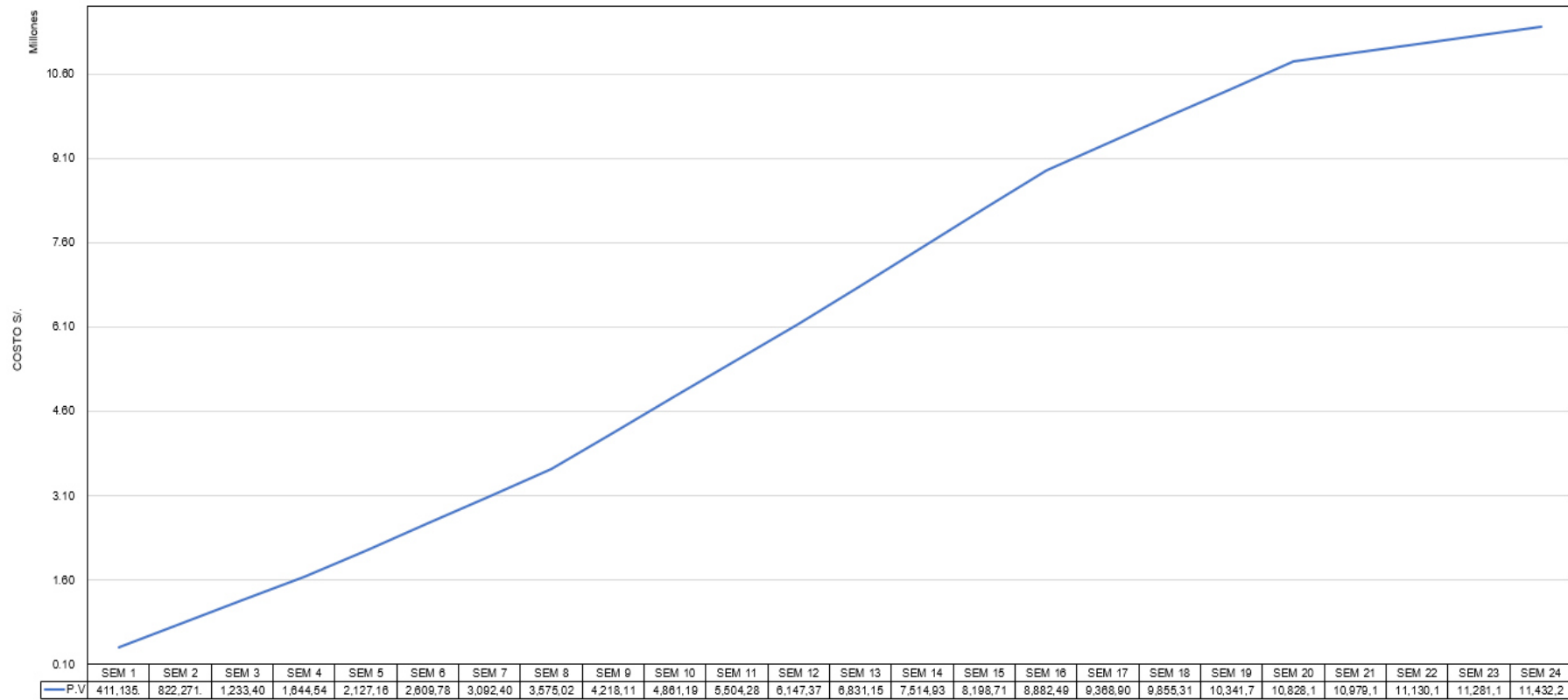
Item	Descripción de las Restricciones	Actividad Afectada	Prioridad	Clasificación		N° Semana	Fecha de Identificación	Fecha Liberación	Fecha de cumplimiento	Demora (días)	Responsable	Status
				Tipo	Área							
1	MEJORAMIENTO TRAMO 2											
2	Problemas sociales por afectación	Explanación no Clasificada	ALTA	SOCIAL	Asuntos sociales	22	28/05/2018	20/06/2018	20/06/2018	-	JENNY G.	LEVANTADA
3												
4												
5												
6												
7												
8												
9												
10												
11												
12												
13												
14												
15												

ANEXO 2.2- Formato de plan de trabajo semanal

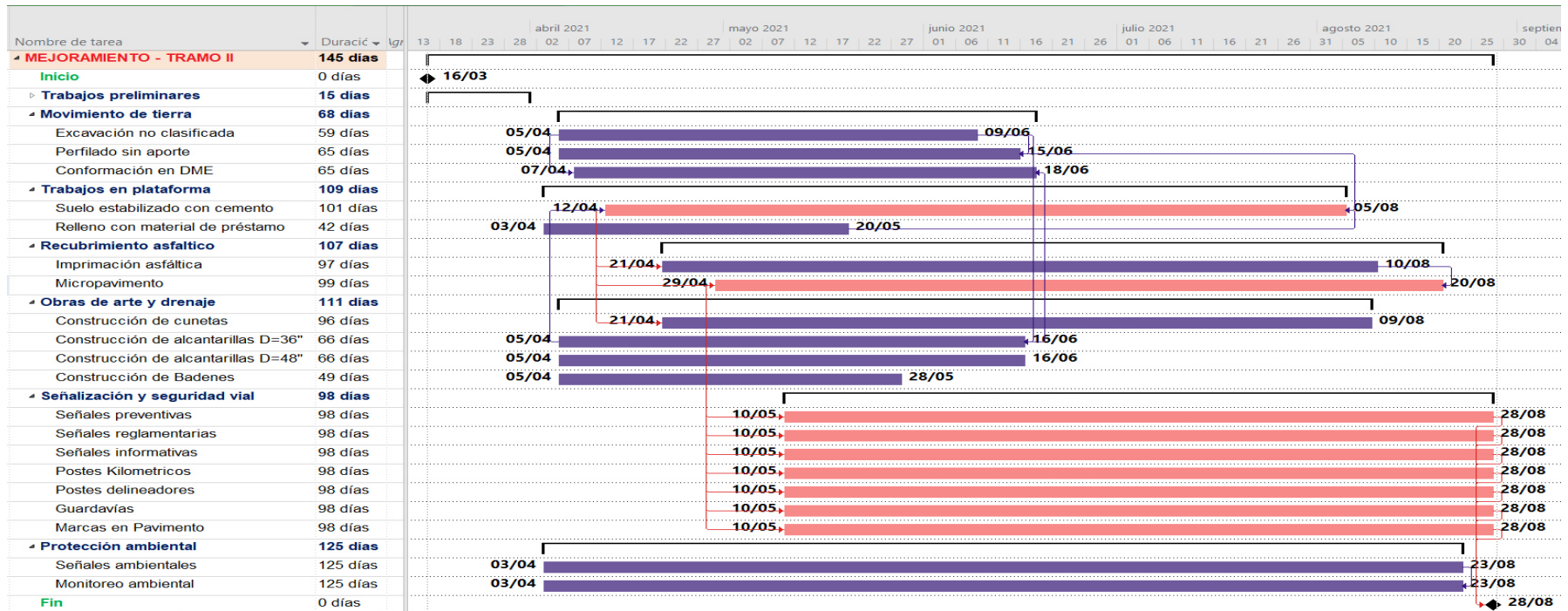
EDC	Descripción de la Actividad	Und	Progr. de Inicio	Progr. Final	Met. Planeado	Met. Real	Ejec. Real	% cumpl.	SEMANA 26 (PROGRAMADO)						
									L	M	M	J	V	S	
									2	3	4	5	6	7	
	ACTIVIDADES PROGRAMADOS														

METRADOS A EJECUTAR LA SEMANA

ANEXO 4.2- Curva S del calendario de avance de Obra.



ANEXO 4.3- Plan de Hitos del mejoramiento TRAMO -2



ANEXO 4.4- Gestión de restricciones para la partida SB5-220

Item	Descripción de Restricción	Actividad Afectada	Prioridad	Clasificación		N° Sem.	Fecha de creación	Fecha Requerida	Fecha de cumplimiento	Demor. (días)	Responsable	STATUS
				Tipo	Área							
SB5220	PROCESAMIENTO DE MATERIAL											
SB5220	MOVIMIENTO DE TIERRAS											
1	Asegurar llegada de excavadora para el 29 de marzo	Explicación no Clasificada	ALTA	EQUIPOS	EQUIPOS	2	22/03/2021	29/03/2021	30/03/2021	✓ 1	OMAR. T	LEVANTADA
2	Evaluar tramo angosto para rodar excavadora Km 527+000-Km 51+000	Explicación no Clasificada	ALTA	EQUIPOS	EQUIPOS	2	22/03/2021	26/03/2021	23/03/2021	✓ 0	OMAR. T	LEVANTADA
3	Asegurar llegada de 06 volquetes para el frente de explanaciones	Explicación no Clasificada	ALTA	EQUIPOS	EQUIPOS	2	22/03/2021	30/03/2021	03/04/2021	✗ 4	OMAR. T	LEVANTADA
4	Aumentar alojamiento para operdores de excavadora y volquete	Explicación no Clasificada	ALTA	MATERIALES	ADMINISTRACI	2	22/03/2021	03/04/2021	03/04/2021	✓ 0	XIE SONG	LEVANTADA
5	Asegurar llegada de cisterna de combustible	Explicación no Clasificada	ALTA	MATERIALES	LOGISTICO	2	22/03/2021	26/03/2021	03/04/2021	✗ 8	WALDO G.	LEVANTADA
6	Coaster para el transporte de personal debe llegar el 02º abril	Explicación no Clasificada	ALTA	EQUIPOS	EQUIPOS	2	22/03/2021	02/04/2021	03/04/2021	✓ 1	OMAR. T	LEVANTADA
7	Cerrar contrato con proveedor de vigilancia	Explicación no Clasificada	ALTA	PROCESOS	O.T	2	22/03/2021	31/03/2021	03/04/2021	⚠ 3	HECTOR. C	LEVANTADA
8	Implementar plan de cierre vehicular	Explicación no Clasificada	ALTA	PROCESOS	SSOMA	2	22/03/2021	24/03/2021	24/03/2021	✓ 0	WALTER. A	LEVANTADA
9	Difusión en diferentes medios el plan de cierre vehicular	Explicación no Clasificada	ALTA	PROCESOS	SSOMA	2	22/03/2021	24/03/2021	24/03/2021	✓ 0	WALTER. A	LEVANTADA
10	Confirmar llegada de materiales de seguridad	Explicación no Clasificada	ALTA	LOGÍSTICO	ADMINISTRACI	2	22/03/2021	24/03/2021	24/03/2021	✓ 0	XIE SONG	LEVANTADA
11	Cerrar contrato con proveedor de baños químicos	Explicación no Clasificada	ALTA	PROCESOS	O.T	2	22/03/2021	30/03/2021	30/03/2021	✓ 0	HECTOR. C	LEVANTADA
12	Culminar con la afiliación de personal	Explicación no Clasificada	ALTA	MANO DE OB	RR.HH	2	22/03/2021	30/03/2021	30/03/2021	✓ 0	CARLOS C.	LEVANTADA
13	Culminar con la inducción al personal afiliado	Explicación no Clasificada	ALTA	PROCESOS	SSOMA	2	22/03/2021	03/04/2021	03/04/2021	✓ 0	WALTER. A	LEVANTADA
14	Instalar carpa con mesas y sillas para el frente de explanaciones	Explicación no Clasificada	ALTA	PROCESOS	SSOMA	2	22/03/2021	03/04/2021	05/04/2021	⚠ 2	WALTER. A	LEVANTADA

ANEXO 4.5- Gestión de restricciones para la partida SB5-250

Item	Descripción de Restricción	Actividad Afectada	Prioridad	Clasificación		Nº Sem.	Fecha de creación	Fecha Requerida	Fecha de cumplimiento	Demor. (días)	Responsable	STATUS
				Tipo	Área							
SB5250 OBRAS DE ARTE Y DRENAJE												
1	Contratación de subcontrata para obras de arte - alcantarilla	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	O.T	2	08/03/2021	22/03/2021	20/03/2021	✓ 0	HECTOR. C	LEVANTADA
2	Afiliar personal para 01 cuadrilla de obras de arte- ALC	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	RR.HH	2	08/03/2021	25/03/2021	25/03/2021	✓ 0	CARLOS C	LEVANTADA
3	Contratar alojamiento para personal de cuadrilla O.A	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Administración	2	08/03/2021	25/03/2021	25/03/2021	✓ 0	XIE SONG	LEVANTADA
4	Contratación de personal local de la zona - coordinar con autoridades de comunidad	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Relaciones Sociales	2	08/03/2021	22/03/2021	22/03/2021	✓ 0	JENNY G.	LEVANTADA
5	Verificar los certificados de descarte covid-del personal de subcontrata	Obras de arte	ALTA	PROCESOS	SSOMA	2	15/03/2021	25/03/2021	26/03/2021	✓ 1	WALTER. A	LEVANTADA
6	Definir alquiler de prensa de rotura de probeta de concreto	Obras de arte	ALTA	PROCESOS	GERENCIA	1	15/03/2021	18/03/2021	17/03/2021	✓ 0	XIA LIREN	LEVANTADA
7	Gestionar fabricación de zaranda 2"x2", para cudrilla propia	Construcción de ALC.	ALTA	MATERIALES	Logística	2	08/03/2021	22/03/2021	29/03/2021	✗ 7	WALDO G.	LEVANTADA
8	Gestionar compr de zaranda 1/2"x1/2" para procesar arena fina	Construcción de ALC.	ALTA	MATERIALES	Logística	2	08/03/2021	22/03/2021	28/03/2021	✗ 6	WALDO G.	LEVANTADA
9	Aprobar pago derecho de cantera a la comunidad de Chipa	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Administración	1	08/03/2021	15/03/2021	14/03/2021	✓ 0	XIE SONG	LEVANTADA
10	Aprobar orden de compra de cemento	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	GERENCIA	1	08/03/2021	15/03/2021	14/03/2021	✓ 0	JANET S.	LEVANTADA
11	Aprobar orden de compra de SIKAGROUT	Construcción de ALC.	ALTA	MATERIALES	Logística	1	08/03/2021	15/03/2021	14/03/2021	✓ 0	JANET S.	LEVANTADA
12	Compra de Trompo mezclador	Construcción de ALC.	ALTA	EQUIPOS	Logística	1	08/03/2021	20/03/2021	23/03/2021	⚠ 3	WALDO G.	LEVANTADA
13	Enviar planos de replanteo al supervisor	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	1	08/03/2021	20/03/2021	20/03/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
14	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 60+550	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	7	19/04/2021	26/04/2021	26/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
15	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 61+668	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	7	19/04/2021	26/04/2021	26/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
16	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 61+668	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	7	19/04/2021	26/04/2021	26/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
17	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 58+400	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	7	19/04/2021	26/04/2021	26/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
18	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 57+930	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	7	19/04/2021	26/04/2021	26/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
19	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 57+065	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	7	19/04/2021	26/04/2021	26/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
20	Aprobacion de la supervisión de los planos de replanteo.	Construcción de ALC.	ALTA	PROCESOS	Supervisión	8	30/03/2021	05/05/2021	06/05/2021	✓ 1	DIEGO. C	LEVANTADA
Construcción de Badenes												
1	Contratación de subcontrata para obras de arte - badenes	Construcción de badenes	ALTA	PROCESOS	O.T	2	08/03/2021	22/03/2021	20/03/2021	✓ 0	HECTOR. C	LEVANTADA
2	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 44+670	Construcción de badenes	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	6	15/03/2021	22/04/2021	22/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
3	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 74+450	Construcción de badenes	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	6	15/03/2021	22/04/2021	22/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA
4	Enviar planos de replanteo al supervisor KM 71+345	Construcción de badenes	ALTA	PROCESOS	Ingeniería	6	15/03/2021	22/04/2021	22/04/2021	✓ 0	WILGE A.	LEVANTADA

ANEXO 4.6- Gestión de restricciones para la partida SB5-260

Item	Descripción de Restricción	Actividad Afectada	Prioridad	Clasificación		Nº Sem.	Fecha de creación	Fecha Requerida	Fecha de cumplimiento	Demora (días)	Responsable	STATUS
				Tipo	Área							
SB5260 SEÑALIZACIÓN Y SEGURIDAD VIAL												
Señales vertical												
1	Solicitar cotización de señalización vertical	Señalización	ALTA	PROCESO	LOGÍSTICA	4	05/04/2021	10/04/2021	10/04/2021	✓ 0	WALDO G.	LEVANTADA
2	Definir proveedor	Señalización	ALTA	PROCESO	O.T	5	10/04/2021	11/04/2021	11/04/2021	✓ 0	HECTOR. C	LEVANTADA
3	Aprobar orden de compra para el proceso de fabricación	Señalización	ALTA	PROCESO	GERENCIA	5	10/04/2021	11/04/2021	11/04/2021	✓ 0	JANET S.	LEVANTADA
4	Aprobar 20% de adelanto a proveedor de señales verticales	Señalización	ALTA	PROCESO	GERENCIA	5	10/04/2021	11/04/2021	11/04/2021	✓ 0	JANET S.	LEVANTADA
5	Desembolsar adelanto al proveedor	Señalización	ALTA	PROCESO	CONTABILIDAD	5	10/04/2021	11/04/2021	11/04/2021	✓ 0	ELY V.	LEVANTADA
6	Cotización de camión baranda para caudrilla de señalización	Señalización	ALTA	EQUIPOS	EQUIPOS	7	19/04/2021	26/04/2021	26/04/2021	✓ 0	OMAR. T	LEVANTADA
7	Asegurar llegada de señales verticales	Señalización	ALTA	MATERIALES	LOGÍSTICA	8	26/04/2021	06/05/2021			WALDO G.	EN PROCESO
8	Afiliar Personal para cuadrilla de señalización	Señalización	ALTA	MANO DE OBRA	RR.HH	8	26/04/2021	06/05/2021			CARLOS C.	EN PROCESO
9	Cotizar flete para recojo de señales verticales	Señalización	ALTA	MATERIALES	LOGÍSTICA	7	26/04/2021	28/04/2021			WALDO G.	POR DEFINIR
10	Aprobar flete para recojo de señales verticales	Señalización	ALTA	PROCESO	GERENCIA	7	26/04/2021	29/04/2021			WALDO G.	POR DEFINIR
Señal horizontal												
1	Solicitar cotización de equipo pintarraya	Señalización	ALTA	PROCESO	LOGÍSTICA	8	26/04/2021	03/05/2021			WALDO G.	POR DEFINIR
2	Solicitar cotización de microsferas	Señalización	ALTA	PROCESO	LOGÍSTICA	8	26/04/2021	03/05/2021			WALDO G.	POR DEFINIR
3	Solicitar cotización de pintura de tráfico blanco	Señalización	ALTA	PROCESO	LOGÍSTICA	8	26/04/2021	03/05/2021			WALDO G.	POR DEFINIR
4	Solicitar cotización de pintura de tráfico amarillo	Señalización	ALTA	PROCESO	LOGÍSTICA	8	26/04/2021	03/05/2021			WALDO G.	POR DEFINIR
5	Aprobar orden de compra para la compra de microsfera	Señalización	ALTA	PROCESO	GERENCIA	8	26/04/2021	03/05/2021			JANET S.	POR DEFINIR
6	Aprobar orden de compra de microsfera	Señalización	ALTA	PROCESO	GERENCIA	8	26/04/2021	03/05/2021			JANET S.	POR DEFINIR
7	Aprobar orden de compra de pintura de tráfico blanco	Señalización	ALTA	PROCESO	GERENCIA	8	26/04/2021	03/05/2021			JANET S.	POR DEFINIR
8	Aprobar orden de compra de pintura de tráfico amarillo	Señalización	ALTA	PROCESO	GERENCIA	8	26/04/2021	03/05/2021			JANET S.	POR DEFINIR

ANEXO 5.1- Variación de costo y cronograma en primeras 8 semanas

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION	PPTO LINEA BASE	% Inc.	P.V (S/.) Acum.	A.C (S/.) Acum.	E.V (S/.) Acum.	SPI	CPI	S.V (S/.) (E.V - P.V)	C.V (S/.) (E.V - A.C)
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	31,032.53	0.29%	31,032.53	33,066.09	21,722.77	0.70	0.66	(9,309.76)	(11,343.32)
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	232,120.00	2.15%	174,090.00	112,852.40	164,805.20	0.95	1.46	(9,284.80)	51,952.80
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	89,954.00	0.83%	89,954.00	56,212.15	40,479.30	0.45	0.72	(49,474.70)	(15,732.85)
PRODUCCION DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	376,444.59	3.49%	161,700.00	169,534.75	165,635.62	1.02	0.98	3,935.62	(3,899.13)
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA	68,444.47	0.63%	34,650.00	34,410.00	30,115.57	0.87	0.88	(4,534.43)	(4,294.43)
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	243,354.32	2.25%	123,198.08	125,758.04	107,075.90	0.87	0.85	(16,122.17)	(18,682.13)
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	612,976.34	5.68%	299,376.00	302,743.98	300,971.38	1.01	0.99	1,595.38	(1,772.60)
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	819,172.20	7.59%	404,544.00	422,242.80	360,435.77	0.89	0.85	(44,108.23)	(61,807.03)
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	373,572.08	3.46%	111,720.00	116,678.80	124,025.93	1.11	1.06	12,305.93	7,347.13
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	175,528.86	1.63%	48,608.00	52,259.48	75,652.94	1.56	1.45	27,044.94	23,393.46
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	752,914.16	6.97%	295,226.25	316,695.15	255,990.82	0.87	0.81	(39,235.43)	(60,704.33)
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	212,009.69	1.96%	127,749.60	123,363.50	120,845.52	0.95	0.98	(6,904.08)	(2,517.98)
		SB5221-(2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	145,484.50	1.35%	33,760.00	32,409.60	39,280.82	1.16	1.21	5,520.82	6,871.22
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	217,182.66	2.01%	92,220.00	88,080.00	80,357.58	0.87	0.91	(11,862.42)	(7,722.42)
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	97,037.26	0.90%	51,417.00	49,645.10	50,459.38	0.98	1.02	(957.62)	814.28
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	1,347,936.66	12.48%	336,200.03	289,912.79	296,546.07	0.88	1.02	(39,653.96)	6,633.28
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	292,794.66	2.71%	96,079.20	64,732.69	122,973.76	1.28	1.90	26,894.56	58,241.06
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	348,940.14	3.23%	74,444.90	150,450.10	73,277.43	0.98	0.49	(1,167.47)	(77,172.67)
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	1,546,340.54	14.32%	153,364.80	201,981.76	131,438.95	0.86	0.65	(21,925.85)	(70,542.81)
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO	1,196,005.38	11.08%	285,081.60	300,613.63	233,221.05	0.82	0.78	(51,860.55)	(67,392.58)
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	228,000.00	2.11%	177,600.00	184,905.03	139,080.00	0.78	0.75	(38,520.00)	(45,825.03)
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	195,000.00	1.81%	105,000.00	105,810.00	89,700.00	0.85	0.85	(15,300.00)	(16,110.00)
		SB5254	M	BADENES	145,325.88	1.35%	113,031.24	126,971.76	98,821.60	0.87	0.78	(14,209.64)	(28,150.16)
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	21,330.12	0.20%	61,871.43	102,412.74	10,665.06	0.17	0.10	(51,206.37)	(91,747.68)
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	140,000.00	1.30%	28,000.00	20,950.45	42,000.00	1.50	2.00	14,000.00	21,049.55
PRESUPUESTO TOTAL (BAC)=					10,797,417.64	100.00%	3,509,918.65	3,584,692.79	3,175,578.40	0.90	0.89	(334,340.26)	(409,114.39)

ANEXO 5.2- Variación de costo y cronograma al cierre del proyecto

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION	PPTO LINEA BASE	% Inc.	P.V (S/.) Acum.	A.C (S/.) Acum.	E.V (S/.) Acum.	C.V (S/.) (E.V - A.C)	S.V (S/.) (E.V - P.V)
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	31,032.53	0.29%	31,032.53	33,066.09	46,364.87	13,298.78	15,332.34
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	232,120.00	2.15%	232,120.00	193,355.96	232,120.00	38,764.04	-
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	89,954.00	0.83%	89,954.00	78,259.98	89,954.00	11,694.02	-
PRODUCCION DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	376,444.59	3.49%	376,444.59	304,577.90	376,444.59	71,866.70	-
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA	68,444.47	0.63%	68,444.47	34,222.24	68,444.47	34,222.24	-
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	243,354.32	2.25%	243,354.32	231,787.20	243,354.32	11,567.12	-
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	612,976.34	5.68%	612,976.34	621,251.52	612,976.34	(8,275.18)	-
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	819,172.20	7.59%	819,172.20	830,231.02	858,876.98	28,645.95	39,704.78
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	373,572.08	3.46%	373,572.08	407,193.57	375,478.06	(31,715.51)	1,905.98
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	175,528.86	1.63%	175,528.86	131,646.64	175,528.86	43,882.21	-
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	752,914.16	6.97%	752,914.16	828,205.58	636,668.51	(191,537.07)	(116,245.65)
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	212,009.69	1.96%	212,009.69	243,811.14	212,009.69	(31,801.45)	-
		SB5221-(2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	145,484.50	1.35%	145,484.50	171,671.71	145,484.50	(26,187.21)	-
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	217,182.66	2.01%	217,182.66	141,168.73	217,182.66	76,013.93	-
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	97,037.26	0.90%	97,037.26	104,315.06	97,037.26	(7,277.79)	-
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	1,347,936.66	12.48%	1,347,936.66	1,240,842.96	1,433,130.30	192,287.34	85,193.64
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	292,794.66	2.71%	292,794.66	248,875.46	288,601.39	39,725.93	(4,193.27)
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	348,940.14	3.23%	348,940.14	353,650.83	359,075.33	5,424.50	10,135.19
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	1,546,340.54	14.32%	1,546,340.54	1,875,010.30	1,607,151.68	(267,858.61)	60,811.14
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO	1,196,005.38	11.08%	1,196,005.38	1,279,725.75	1,226,372.70	(53,353.05)	30,367.32
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	228,000.00	2.11%	228,000.00	207,480.00	228,000.00	20,520.00	-
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	195,000.00	1.81%	195,000.00	197,632.50	195,000.00	(2,632.50)	-
		SB5254	M	BADENES	145,325.88	1.35%	145,325.88	127,160.15	172,800.00	45,639.86	27,474.12
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	21,330.12	0.20%	21,330.12	48,300.00	21,330.12	(26,969.88)	-
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	140,000.00	1.30%	140,000.00	105,000.00	140,000.00	35,000.00	-
PRESUPUESTO TOTAL (BAC)=					10,797,417.64	100.00%	10,797,417.64	11,167,532.45	11,217,573.62	50,041.17	420,155.97

ANEXO 5.3- Indicadores de costo y cronograma (SPI y CPI) en las primeras 8 semanas

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION	PPTO LINEA BASE	% Inc.	P.V (S./) Acum.	A.C (S./) Acum.	E.V (S./) Acum.	SPI	CPI
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	31,032.53	0.29%	31,032.53	33,066.09	21,722.77	0.70	0.66
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	232,120.00	2.15%	174,090.00	112,852.40	164,805.20	0.95	1.46
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	89,954.00	0.83%	89,954.00	56,212.15	40,479.30	0.45	0.72
PRODUCCCIÓN DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	376,444.59	3.49%	161,700.00	169,534.75	165,635.62	1.02	0.98
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA	68,444.47	0.63%	34,650.00	34,410.00	30,115.57	0.87	0.88
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	243,354.32	2.25%	123,198.08	125,758.04	107,075.90	0.87	0.85
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	612,976.34	5.68%	299,376.00	302,743.98	300,971.38	1.01	0.99
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	819,172.20	7.59%	404,544.00	422,242.80	360,435.77	0.89	0.85
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	373,572.08	2we %	111,720.00	116,678.80	124,025.93	1.11	1.06
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	175,528.86	1.63%	48,608.00	52,259.48	75,652.94	1.56	1.45
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	752,914.16	6.97%	295,226.25	316,695.15	255,990.82	0.87	0.81
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	212,009.69	1.96%	127,749.60	123,363.50	120,845.52	0.95	0.98
		SB5221-(2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	145,484.50	1.35%	33,760.00	32,409.60	39,280.82	1.16	1.21
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	217,182.66	2.01%	92,220.00	88,080.00	80,357.58	0.87	0.91
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	97,037.26	0.90%	51,417.00	49,645.10	50,459.38	0.98	1.02
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	1,347,936.66	12.48%	336,200.03	289,912.79	296,546.07	0.88	1.02
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	292,794.66	2.71%	96,079.20	64,732.69	122,973.76	1.28	1.90
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	348,940.14	3.23%	74,444.90	150,450.10	73,277.43	0.98	0.49
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	1,546,340.54	14.32%	153,364.80	201,981.76	131,438.95	0.86	0.65
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	1,196,005.38	11.08%	285,081.60	300,613.63	233,221.05	0.82	0.78
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	228,000.00	2.11%	177,600.00	184,905.03	139,080.00	0.78	0.75
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	195,000.00	1.81%	105,000.00	105,810.00	89,700.00	0.85	0.85
		SB5254	M	BADENES	145,325.88	1.35%	113,031.24	126,971.76	98,821.60	0.87	0.78
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	21,330.12	0.20%	61,871.43	102,412.74	10,665.06	0.17	0.10
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	140,000.00	1.30%	28,000.00	20,950.45	42,000.00	1.50	2.00
PRESUPUESTO TOTAL (BAC)=					10,797,417.64	100.00%	3,509,918.65	3,584,692.79	3,175,578.40	0.90	0.89

ANEXO 5.4- Cálculo del EAC (Estimado a la conclusión) en una determinada semana

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION	PPTO LINEA BASE	% Inc.	P.V (S./) Acum.	A.C (S./) Acum.	E.V (S./) Acum.	SPI	CPI	EAC
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	31,032.53	0.29%	31,032.53	33,066.09	21,722.77	⊗ 0.70	⊗ 0.66	47,237.28
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	232,120.00	2.15%	174,090.00	112,852.40	164,805.20	⊙ 0.95	⊙ 1.46	158,947.04
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	89,954.00	0.83%	89,954.00	56,212.15	40,479.30	⊗ 0.45	⊗ 0.72	124,915.89
PRODUCCCIÓN DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	376,444.59	3.49%	161,700.00	169,534.75	165,635.62	⊙ 1.02	⊙ 0.98	385,306.25
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA	68,444.47	0.63%	34,650.00	34,410.00	30,115.57	⊗ 0.87	⊗ 0.88	78,204.55
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	243,354.32	2.25%	123,198.08	125,758.04	107,075.90	⊗ 0.87	⊗ 0.85	285,813.72
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	612,976.34	5.68%	299,376.00	302,743.98	300,971.38	⊙ 1.01	⊙ 0.99	616,586.52
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	819,172.20	7.59%	404,544.00	422,242.80	360,435.77	⊗ 0.89	⊗ 0.85	959,642.73
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	373,572.08	2we %	111,720.00	116,678.80	124,025.93	⊙ 1.11	⊙ 1.06	351,442.17
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	175,528.86	1.63%	48,608.00	52,259.48	75,652.94	⊙ 1.56	⊙ 1.45	121,251.69
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	752,914.16	6.97%	295,226.25	316,695.15	255,990.82	⊗ 0.87	⊗ 0.81	931,456.31
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	212,009.69	1.96%	127,749.60	123,363.50	120,845.52	⊙ 0.95	⊙ 0.98	216,427.20
		SB5221-(2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	145,484.50	1.35%	33,760.00	32,409.60	39,280.82	⊙ 1.16	⊙ 1.21	120,035.56
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	217,182.66	2.01%	92,220.00	88,080.00	80,357.58	⊗ 0.87	⊙ 0.91	238,054.05
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	97,037.26	0.90%	51,417.00	49,645.10	50,459.38	⊙ 0.98	⊙ 1.02	95,471.35
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	1,347,936.66	12.48%	336,200.03	289,912.79	296,546.07	⊗ 0.88	⊙ 1.02	1,317,785.41
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	292,794.66	2.71%	96,079.20	64,732.69	122,973.76	⊙ 1.28	⊙ 1.90	154,125.46
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	348,940.14	3.23%	74,444.90	150,450.10	73,277.43	⊙ 0.98	⊗ 0.49	716,429.02
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	1,546,340.54	14.32%	153,364.80	201,981.76	131,438.95	⊗ 0.86	⊗ 0.65	2,376,256.00
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETA REVESTIDA DE CONCRETO	1,196,005.38	11.08%	285,081.60	300,613.63	233,221.05	⊗ 0.82	⊗ 0.78	1,541,608.37
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	228,000.00	2.11%	177,600.00	184,905.03	139,080.00	⊗ 0.78	⊗ 0.75	303,123.00
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	195,000.00	1.81%	105,000.00	105,810.00	89,700.00	⊗ 0.85	⊗ 0.85	230,021.74
		SB5254	M	BADENES	145,325.88	1.35%	113,031.24	126,971.76	98,821.60	⊗ 0.87	⊗ 0.78	186,723.18
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	21,330.12	0.20%	61,871.43	102,412.74	10,665.06	⊗ 0.17	⊗ 0.10	204,825.48
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	140,000.00	1.30%	28,000.00	20,950.45	42,000.00	⊙ 1.50	⊙ 2.00	69,834.83
PRESUPUESTO TOTAL (BAC)=					10,797,417.64	100.00%	3,509,918.65	3,584,692.79	3,175,578.40	⊙ 0.90	⊗ 0.89	12,188,464.68

ANEXO 5.5- Resultados del Costo Real y Valor Ganado al cierre del proyecto.

PROCESO	FASE	EDC	UND.	DESCRIPCION	PPTO LINEA BASE	% Inc.	P.V (S/.) Acum.	A.C (S/.) Acum.	E.V (S/.) Acum.	SPI	CPI
OBRAS PRELIMINARES	CD2-OP	SB5211	KM	TRAZO Y REPLANTEO	31,032.53	0.29%	31,032.53	33,066.09	46,364.87	1.49	1.40
		SB5212	GLB	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION	232,120.00	2.15%	232,120.00	193,355.96	232,120.00	1.00	1.20
		SB5213	GLB	CONSTRUCCIÓN DE ACCESOS TEMPORALES	89,954.00	0.83%	89,954.00	78,259.98	89,954.00	1.00	1.15
PRODUCCION DE AGREGADOS	CD2-PA	SB5-PA	M3	EXTRACCIÓN DE MATERIAL	376,444.59	3.49%	376,444.59	304,577.90	376,444.59	1.00	1.24
		SB5-DEC	M3	DERECHO DE EXTRACCION EN CANTERA	68,444.47	0.63%	68,444.47	34,222.24	68,444.47	1.00	2.00
		SB5-PM	M3	PROCESAMIENTO DE MATERIAL	243,354.32	2.25%	243,354.32	231,787.20	243,354.32	1.00	1.05
		SB5-PAF	M3	PRODUCCIÓN DE ARENA FINA PARA MPV	612,976.34	5.68%	612,976.34	621,251.52	612,976.34	1.00	0.99
TRANSPORTE	CD2-TR	SB5-TBG	M3-KM	TRANSP. DE BASE GRANULAR	819,172.20	7.59%	819,172.20	830,231.02	858,876.98	1.05	1.03
		SB5-TMM	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RECUBRIMIENTO	373,572.08	3.46%	373,572.08	407,193.57	375,478.06	1.01	0.92
		SB5-TMR	M3-KM	TRANSP. DE MATERIAL PARA RELLENO	175,528.86	1.63%	175,528.86	131,646.64	175,528.86	1.00	1.33
		SB5-TDME	M3-KM	TRANSPORTE A DME DE LAS EXC. NO CLASIF.	752,914.16	6.97%	752,914.16	828,205.58	636,668.51	0.85	0.77
MOVIMIENTO DE TIERRA	CD4-MT	SB5221	M3	CORTE EN MATERIAL SUELTO	212,009.69	1.96%	212,009.69	243,811.14	212,009.69	1.00	0.87
		SB5221-(2)	M3	PERFORACIÓN Y VOLADURA	145,484.50	1.35%	145,484.50	171,671.71	145,484.50	1.00	0.85
		SB5222	M2	PERFILADO SIN APORTE	217,182.66	2.01%	217,182.66	141,168.73	217,182.66	1.00	1.54
		SB5223	M3	COMFORMACIÓN Y ACOMODO EN DME	97,037.26	0.90%	97,037.26	104,315.06	97,037.26	1.00	0.93
TRABAJOS EN PLATAFORMA	CD2-TP	SB5231	M3	ESTABILIZADO CON CEMENTO PORTLAND	1,347,936.66	12.48%	1,347,936.66	1,240,842.96	1,433,130.30	1.06	1.15
		SB5232	M3	RELLENO CON MATERIAL DE PRESTAMO	292,794.66	2.71%	292,794.66	248,875.46	288,601.39	0.99	1.16
		SB5241	M2	IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA	348,940.14	3.23%	348,940.14	353,650.83	359,075.33	1.03	1.02
		SB5242	M2	MICROPAVIMENTO	1,546,340.54	14.32%	1,546,340.54	1,875,010.30	1,607,151.68	1.04	0.86
OBRAS DE ARTE	CD2-OA	SB5251	M	CUNETAS REVESTIDAS DE CONCRETO	1,196,005.38	11.08%	1,196,005.38	1,279,725.75	1,226,372.70	1.03	0.96
		SB5252	UND	ALCANTARILLA TMC Ø36"	228,000.00	2.11%	228,000.00	207,480.00	228,000.00	1.00	1.10
		SB5253	UND	ALCANTARILLA TMC Ø48"	195,000.00	1.81%	195,000.00	197,632.50	195,000.00	1.00	0.99
		SB5254	M	BADENES	145,325.88	1.35%	145,325.88	127,160.15	172,800.00	1.19	1.36
SEÑALIZACIÓN	CD2-SÑ	SB5261	UND	SEÑALES PREVENTIVAS	116,622.00	1.08%	116,622.00	221,581.80	170,500.00	1.46	0.77
		SB5262	UND	SEÑALES REGLAMENTARIAS	27,324.00	0.25%	27,324.00	30,981.00	34,500.00	1.26	1.11
		SB5263	M2	SEÑALES INFORMATIVAS	21,842.88	0.20%	21,842.88	16,113.60	23,275.20	1.07	1.44
		SB5264	UND	POSTES DE KILOMETRICO	5,016.00	0.05%	5,016.00	4,826.00	6,080.00	1.21	1.26
		SB5265	UND	POSTES DELINEADORES	77,226.00	0.72%	77,226.00	53,805.00	82,290.00	1.07	1.53
		SB5266	M	GUARDAVIAS	437,723.84	4.05%	437,723.84	527,805.00	507,225.60	1.16	0.96
		SB5267	UND	TERMINAL DE INICIO; CURVOS	4,152.96	0.04%	4,152.96	58,141.44	68,796.21	16.57	1.18
		SB5268	UND	TERMINAL DE FIN; RECTOS	3,287.76	0.03%	3,287.76	46,028.64	68,796.21	20.92	1.49
		SB5269	M2	MARCAS EN EL PAVIMENTO	75,800.00	0.70%	75,800.00	76,823.30	75,800.00	1.00	0.99
		SB5270	UND	TACHAS RETROREFLECTIVAS	63,680.00	0.59%	63,680.00	64,539.68	63,680.00	1.00	0.99
		SB5271	UND	CAPTAFAROS	7,921.76	0.07%	7,921.76	8,028.70	9,324.36	1.18	1.16
SB5272	UND	REDUCTOR DE VELOCIDAD TIPO RESALTO	47,919.41	0.44%	47,919.41	20,416.00	47,919.41	1.00	2.35		
AMBIENTE	CD2-AMB	SB5274	UND	SEÑALES AMBIENTALES TEMPORALES	21,330.12	0.20%	21,330.12	48,300.00	21,330.12	1.00	0.44
		SB5275	GLB	PROGRAMA DE MONITOREO AMBIENTAL T2	140,000.00	1.30%	140,000.00	105,000.00	140,000.00	1.00	1.33
PRESUPUESTO TOTAL (BAC)=					10,797,417.64	100.00%	10,797,417.64	11,167,532.45	11,217,573.62	1.04	1.00