



FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

**LAST PLANNER SYSTEM CON HERRAMIENTAS DE  
GESTIÓN VISUAL PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL  
DE LA PRODUCCIÓN DEL PROYECTO VÍA ANTIGUA  
PANAMERICANA SUR KM. 0+000 AL KM. 15+600 –  
PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA**

**PRESENTADA POR  
JEAN PIERRE CHACON CHENG  
JUAN MIGUEL VERASTEGUI ALTAMIRANO**

**ASESORES  
ERNESTO ANTONIO VILLAR GALLARDO  
JUAN MANUEL OBLITAS SANTA MARÍA**

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

**LIMA – PERÚ**

**2021**



**CC BY-NC**

**Reconocimiento – No comercial**

El autor permite transformar (traducir, adaptar o compilar) a partir de esta obra con fines no comerciales, y aunque en las nuevas creaciones deban reconocerse la autoría y no puedan ser utilizadas de manera comercial, no tienen que estar bajo una licencia con los mismos términos.

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/>



**USMP**  
UNIVERSIDAD DE  
SAN MARTIN DE PORRES

**FACULTAD DE  
INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**LAST PLANNER SYSTEM CON HERRAMIENTAS DE GESTIÓN  
VISUAL PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA  
PRODUCCIÓN DEL PROYECTO VÍA ANTIGUA PANAMERICANA  
SUR KM. 0+000 AL KM. 15+600 – PROVINCIA Y DEPARTAMENTO  
DE LIMA**

**TESIS**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADA POR:**

**CHACON CHENG, JEAN PIERRE**

**VERASTEGUI ALTAMIRANO, JUAN MIGUEL**

**LIMA – PERÚ**

**2021**



Esta investigación se la dedico a mi madre, ya que es el soporte y ejemplo a seguir y apoyarme a realizar mis objetivos en la vida, a mi padre por ayudarme en mis malos momentos y sus buenos consejos, a mi hermano por ese temple que admiro, a Dios por la hermosa familia que tengo.

Este logro es el fruto del esfuerzo, apoyo y confianza, que siempre me ha brindado mi padre Wilfredo Mesías Verastegui Torres, mi madre, Carmen Luisa Altamirano Miranda por su amor, atención y cariño.

A mis hermanos por sus consejos, su compañía, sus palabras de motivación y su respaldo absoluto en cada escalón de mi carrera.

A toda mi familia por creer en mi para cumplir esta meta y sueño profesional.

Nuestro agradecimiento y gratitud a los que contribuyeron en la resolución de la tesis.

A nuestras familias, por su muestra de apoyo y amor para desarrollarnos en lo académico como en lo profesional.

## RESUMEN

La presente investigación surge como guía para el uso de Last Planner System con herramientas de gestión visual en el ámbito de mejoramiento de obras viales, construcción de carreteras, habilitaciones urbanas la cual brindara una mejora en la planificación y control de la producción, hoy en día habiendo más exigencias respecto a una planificación confiable, tiempos de ejecución, reducción de costos y un mejor control de la producción.

En el informe de investigación aplica Last Planner System con herramientas de Gestión visual para la Planificación y control de la producción del proyecto vía antigua panamericana sur Km. 0+000 al Km. 15+600. Cuyo objetivo fue a través de sus 05 partes que componen esta metodología como el Master Plan, Phase Schedule, Lookahead Planning, Weekly plan visual y el Daily plan con ayuda de herramientas de gestión visual como Vuelo Dron, Esquema de Avance Longitudinal de obra, Pull Planning para tener un mayor control en la planificación y producción.

Como resultado de la aplicación de los métodos propuestos, se obtuvo cuadros comparativos en % entre avance programado contra avance ejecutado de la fase de infraestructura vial además se obtuvo cuadros de análisis de % PPC y % CNC tanto por mes como por semana y se obtuvo un cuadro de costos por partida de la fase.

Se concluye que con la utilización del Last Planner System con las herramientas de gestión visual reduce los plazos de entrega en la Fase de infraestructura vial en más del 5% generando un ahorro de S/. 1,070,913.04, en lo que respecta al PPC aumento progresivamente del 84.20% al 87.38% arrojando un valor promedio de 85.7%.

**Palabras claves:** Last Planner System, gestión visual, causas de no cumplimiento (CNC), porcentaje de plan cumplido (PPC), indicadores de producción, obras viales.



## ABSTRACT

The present investigation arises as a guide for the use of Last Planner System with visual management tools in the field of improvement of road works, road construction, urban habitations which will provide an improvement in the planning and control of production, nowadays there are more demands regarding a reliable planning, execution times, cost reduction and a better control of production.

In the research report, Last Planner System is applied with visual management tools for the planning and production control of the project "Via antigua panamericana sur Km. 0+000 to Km. 15+600". The objective was through its 05 parts that compose this methodology as the Master Plan, Phase Schedule, Lookahead Planning, Weekly visual plan and Daily plan with the help of visual management tools as Drone Flight, Longitudinal Advance Scheme of work, Pull Planning to have a better control in the planning and production.

As a result of the application of the proposed methods, comparative tables were obtained in % between programmed and executed progress of the road infrastructure phase, in addition to analysis tables of % PPC and % CNC both per month and per week, and a table of costs per item of the phase was obtained.

It is concluded that the use of the Last Planner System with the visual management tools reduces the delivery times in the road infrastructure phase by more than 5%, generating a saving of S/. 1,070,913.04, with regard to the PPC, it progressively increased from 84.20% to 87.38%, resulting in an average value of 85.7%.

**Key words:** Last Planner System, visual management, causes of non-compliance (CNC), percentage of plan complied with (PPC), production indicators, road works.

## INTRODUCCIÓN

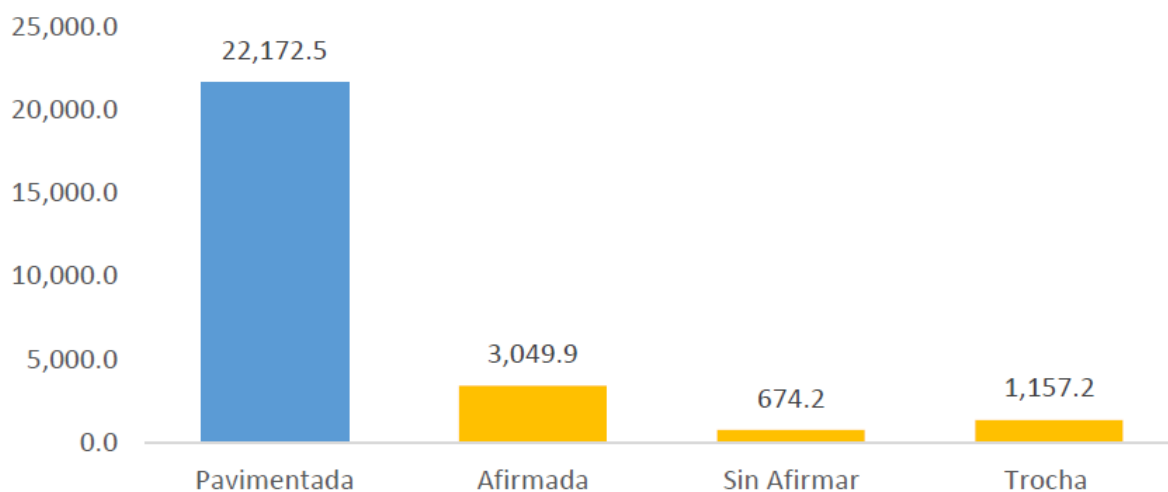
Actualmente en nuestro país la Infraestructura Vial cada día es más importante, al tener una carencia de ella conlleva que el comercio sea difícil dando como resultado un estancamiento en la economía. En cambio, una infraestructura competente, bien ensamblada y acorde con las necesidades incrementa la capacidad potencial local para el tránsito comercial reduciendo los costos de entrega, habiendo una mejora en la economía del país.

La red Vial nacional actualmente está compuesta de 27,053.7 Km. de vías (con proyección al 2024 a ser de 28,858.9 Km.), de las cuales 22,172.0 Km. corresponde a vías pavimentadas representando el 82% del total mientras que las vías no pavimentadas representan 4,881.2 Km. representando el 18%. En cambio, en la red Vial departamental compuesta por 27,639.6 Km. (con Proyección al 2024 a ser de 32,230.40 Km.) solo 4,261.3 Km. se encuentra pavimentado y 23,378. Km. no se encuentra pavimentado.

SUPERFICIE DE RODADURA	SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS						TOTAL	
	Nacional		Departamental		Vecinal			
<b>TOTAL</b>	<b>28,858.9</b>	<b>16.4%</b>	<b>32,230.4</b>	<b>18.4%</b>	<b>114,376.2</b>	<b>65.2%</b>	<b>175,465.5</b>	<b>100%</b>
<b>1. RED VIAL EXISTENTE:</b>	<b>27,053.7</b>	<b>16.01%</b>	<b>27,639.6</b>	<b>16.36%</b>	<b>114,260.5</b>	<b>67.63%</b>	<b>168,953.9</b>	<b>96.3%</b>
Pavimentada	22,172.0	82%	4,261.3	15%	2,335.8	2%	28,770.0	17%
No Pavimentada	4,881.2	18%	23,378.3	85%	111,924.7	98%	140,184.2	83%
<b>2. PROYECTADA</b>	<b>1,805.2</b>	<b>27.72%</b>	<b>4,590.8</b>	<b>70.50%</b>	<b>115.7</b>	<b>1.78%</b>	<b>6,511.7</b>	<b>3.7%</b>

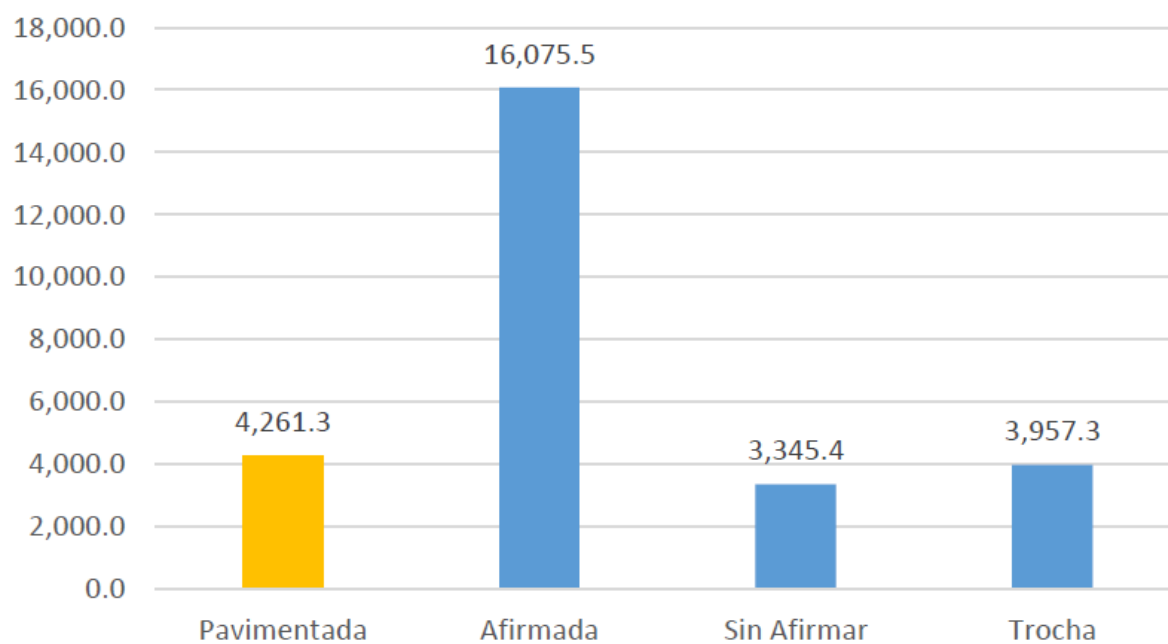
**Figura 1.** Brechas de Infraestructura Vial o de Acceso a Servicios

**Fuente:** Programación Multianual de Inversiones 2022 – 2024 – MTC



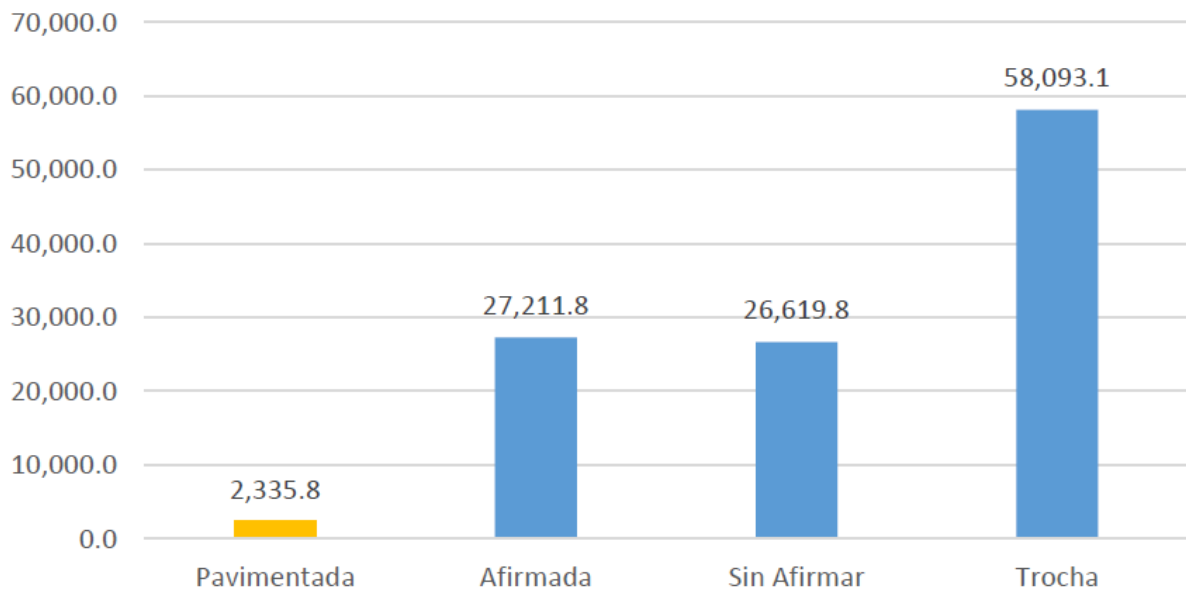
**Figura 2.** Tipo de Superficie de Rodadura de la Red Vial Nacional

**Fuente:** Programación Multianual de Inversiones 2022 – 2024 – MTC



**Figura 3.** Tipo de Superficie de Rodadura de la Red Vial Departamental

**Fuente:** Programación Multianual de Inversiones 2022 – 2024 – MTC



**Figura 4.** Tipo de Superficie de Rodadura de la Red Vial Vecinal o Rural

**Fuente:** Programación Multianual de Inversiones 2022 – 2024 – MTC

Como se ve en los gráficos existe una brecha muy importante en Infraestructura Vial y una proyección de nuevas vías por lo cual esta Investigación es importante ya que servirá como fuente de información para implementar estas metodologías de la filosofía Lean Construction en Obras de Mejoramiento Vial, Construcción de Carreteras, Pistas en Habilitaciones Urbanas representando una oportunidad tanto para las Constructoras que se dedican a este rubro como también una oportunidad de Implementar Last Planner System con Herramientas de Gestión Visual en este tipo de Proyectos.

La presente investigación fomenta implementar la metodología Last Planner System apoyados con Herramientas de Gestión Visual como: Pull Planning, Vuelos Dron, Formato de Control de Avance Longitudinal, caminatas gemba, reporte diario de producción, Big Room para llevar mejor la planificación y control de la producción.

El objetivo de la presente investigación es determinar la importancia del Last Planner System con Herramientas de gestión visual en la Planificación y control de la producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600

- Provincia y Departamento de Lima. En los objetivos específicos tenemos: Aplicar el Master Plan, Phase Schedule, Lookahead Planning, Weekly Plan Visual, y Daily plan para mejorar la planificación y control de la producción.

La estructura de tesis está organizada de seis (6) capítulos. En el capítulo I aborda el planteamiento del problema, objetivos, justificación, alcances y limitaciones, viabilidad e impacto potencial de la investigación. En el capítulo II se trata de los antecedentes de la investigación, bases teóricas, definición de términos básicos e hipótesis. En el capítulo III se describe la metodología, enfoque, tipos, nivel, diseño y método de la investigación se definieron las variables, población, muestra, técnicas e instrumentos.

En el capítulo IV y V abarca desarrollo y resultados, se analizará como Last Planner System con Herramientas de Gestión visual mejora la planificación y control de la producción.

En el capítulo VI, se establece la discusión de resultados, contrastación de hipótesis en comparación con los antecedentes nacionales e internacionales y finalmente se establece conclusiones, recomendaciones, anexos y fuentes de información.

## ÍNDICE GENERAL

	<b>Página</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>INTRODUCCIÓN</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>xi</b>
<b>ÍNDICE DE GRÁFICOS</b>	<b>xiii</b>
<b>CAPITULO I</b>	
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA</b>	
1.1 Descripción de la situación problemática	1
1.2 Formulación del Problema	2
1.3 Objetivos de la investigación	3
1.4 Justificación de la investigación	
1.5 Delimitación de la investigación	4
1.6 Limitaciones de la investigación	
1.7 Viabilidad de la investigación	
1.8 Impacto de la investigación	5
<b>CAPITULO II</b>	
<b>MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL</b>	
2.1 Antecedentes	6
2.2 Bases teóricas	10
2.3 Definición de términos básicos	35
2.4 Hipótesis	37
<b>CAPITULO III</b>	
<b>METODOLOGÍA</b>	
3.1 Diseño	38
3.2 Muestra	39
3.3 Instrumentos	48
3.4 Variables	49
<b>CAPITULO IV</b>	
<b>DESARROLLO Y APLICACIÓN</b>	
4.1 Datos generales del Proyecto	50

4.2	Last Planner System y Herramientas de Gestión Visual	77
<b>CAPITULO V</b>		
<b>RESULTADOS</b>		
5.1	Master Plan	114
5.2	Phase Schedule	124
5.3	Lookahead Planning	134
5.4	Weekly Plan Visual	140
5.5	Daily Plan	170
<b>CAPITULO VI</b>		
<b>DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b>		
6.1	Discusión de Hipótesis	187
<b>CONCLUSIONES</b>		
<b>RECOMENDACIONES</b>		
<b>ANEXOS</b>		
<b>FUENTES DE INFORMACION</b>		

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

<b>TABLAS</b>	<b>Página</b>
<b>Tabla 1.</b> Coordenadas UTM WGS 84 – ZONA 18S	40
<b>Tabla 2.</b> Cuadro de anchos por Progresiva	42
<b>Tabla 3.</b> Partidas muéstrales	44
<b>Tabla 4.</b> Variables	49
<b>Tabla 5.</b> Excavación no clasificada para explanaciones	114
<b>Tabla 6.</b> Conformación y compactación de Subrasante	116
<b>Tabla 7.</b> Mejoramiento de subrasante con material de cantera	118
<b>Tabla 8.</b> Sub base granular e=0.15 m	120
<b>Tabla 9.</b> Colocación y acabado de concreto premezclado	122
<b>Tabla 10.</b> Excavación no clasificada para explanaciones	124
<b>Tabla 11.</b> Conformación y compactación de subrasante	126
<b>Tabla 12.</b> Mejoramiento de subrasante con material de cantera	128
<b>Tabla 13.</b> Sub base granular e=0.15 m	130
<b>Tabla 14.</b> Colocación y acabado de concreto premezclado	132
<b>Tabla 15.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - noviembre	134
<b>Tabla 16.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - diciembre	135
<b>Tabla 17.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - enero	136
<b>Tabla 18.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - febrero	137
<b>Tabla 19.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - marzo	138
<b>Tabla 20.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - abril	139
<b>Tabla 21.</b> PPC Semana 05	140
<b>Tabla 22.</b> CNC Semana 05 - Movimiento de Tierras MD	141
<b>Tabla 23.</b> PPC Semana 07	142
<b>Tabla 24.</b> CNC Semana 07 – Mov. de Tierras MD	143
<b>Tabla 25.</b> PPC Semana 09	144
<b>Tabla 26.</b> CNC Semana 09 – Pavimento Rígido MD	145
<b>Tabla 27.</b> PPC semana 11	146
<b>Tabla 28.</b> CNC semana 11 – Movimiento de Tierras MI	147
<b>Tabla 29.</b> PPC Semana 13	148
<b>Tabla 30.</b> CNC Semana 13 - Pavimento Rígido MD	149
<b>Tabla 31.</b> PPC Semana 15	150



	<b>Página</b>
<b>Tabla 32.</b> CNC Semana 15 - Movimiento de Tierras MI-MD	151
<b>Tabla 33.</b> PPC Semana 17	152
<b>Tabla 34.</b> CNC Semana 17 - Movimiento de tierra MI	153
<b>Tabla 35.</b> PPC Semana 19	154
<b>Tabla 36.</b> CNC Semana 19 –Pavimento Rígido - MI	155
<b>Tabla 37.</b> PPC Semana 21	156
<b>Tabla 38.</b> CNC Semana 21 –Mov. tierra – Pav. Rígido MI	157
<b>Tabla 39.</b> PPC Semana 23	158
<b>Tabla 40.</b> CNC Semana 23 – Mov. Tierra – Pav. Rígido MI	159
<b>Tabla 41.</b> PPC Semana 25	160
<b>Tabla 42.</b> CNC Semana 25 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD	161
<b>Tabla 43.</b> PPC Semana 27	162
<b>Tabla 44.</b> CNC Semana 27 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MI	163
<b>Tabla 45.</b> PPC Semana 29	164
<b>Tabla 46.</b> CNC Semana 29 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD	165
<b>Tabla 47.</b> PPC Semana 31	166
<b>Tabla 48.</b> CNC Semana 31 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MI	167
<b>Tabla 49.</b> PPC Semana 32 – Mov. Tierra – Pav. Rígido MI	168
<b>Tabla 50.</b> CNC Semana 32 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD	169
<b>Tabla 51.</b> ISP-Excavación no clasificada para explanaciones	170
<b>Tabla 52.</b> ISP-Excavación no clasificada para explanaciones	171
<b>Tabla 53.</b> ISP-Conformación de Subrasante	172
<b>Tabla 54.</b> ISP- Conformación de Subrasante	173
<b>Tabla 55.</b> ISP - Compactación de Subrasante	174
<b>Tabla 56.</b> ISP - Compactación de Subrasante	175
<b>Tabla 57.</b> ISP- Conformación de Capa Mejoramiento de Sub	176
<b>Tabla 58.</b> ISP-Conformación de Capa Mejoramiento de Sub	177
<b>Tabla 59.</b> ISP – Compactación de Mejoramiento de Subrasante	178
<b>Tabla 60.</b> ISP – Compactación de Mejoramiento de Subrasante	179
<b>Tabla 61.</b> ISP – Conformación Sub base Granular e=0.15 m	180
<b>Tabla 62.</b> ISP – Conformación Sub Base Granular e=0.15 m	181
<b>Tabla 63.</b> ISP- Compactación Sub base Granular e=0.15 m	182

	<b>Página</b>
<b>Tabla 64.</b> ISP- Compactación Sub base Granular e=0.15 m	183
<b>Tabla 65.</b> ISP – Colocación y Acabado de Concreto	184
<b>Tabla 66.</b> ISP- Colocación y Acabado de Concreto Premezclado	185
<b>Tabla 67.</b> Comparativo Cronograma versus el ejecutado	188
<b>Tabla 68.</b> Comparativo Proyectado versus el ejecutado	189
<b>Tabla 69.</b> Resumen costos Discusión Antecedentes	193

## **FIGURAS**

<b>Figura 1.</b> Brechas de Infraestructura Vial o de Acceso a Servicios	vii
<b>Figura 2.</b> Tipo de Superficie de Rodadura de la Red Vial Nacional	viii
<b>Figura 3.</b> Tipo de Superficie de Rodadura de la Red Vial	viii
<b>Figura 4.</b> Tipo de Superficie de Rodadura de la Red Vial Vecinal	ix
<b>Figura 5.</b> Los 3 ejes a tener en cuenta para una implantación	12
<b>Figura 6.</b> Cadena de valor extendida	13
<b>Figura 7.</b> Las 5S	14
<b>Figura 8.</b> Caminata Gemba	15
<b>Figura 9.</b> Esquema del DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE	19
<b>Figura 10.</b> Etapas de Last Planner System	20
<b>Figura 11.</b> Master Plan	21
<b>Figura 12.</b> Planificación de fases	22
<b>Figura 13.</b> Grafico adaptado de la tesis doctoral de Glenn Ballard	23
<b>Figura 14.</b> Análisis de restricciones	24
<b>Figura 15.</b> Ejemplo de planificación semanal a corto plazo	26
<b>Figura 16.</b> Porcentaje de plan cumplido	27
<b>Figura 17.</b> Matriz de Ishikawa – encuesta a expertos	28
<b>Figura 18.</b> Ejemplo de 5 Porqués	29
<b>Figura 19.</b> Diagrama de Pareto – CNC	30
<b>Figura 20.</b> Vuelo dron – progresiva 9+600 – 9+900 – Tramo II	31
<b>Figura 21.</b> Áreas de un panel de planificación Pull	32
<b>Figura 22.</b> Componentes de la infraestructura del camino	33
<b>Figura 23.</b> Estructura de un pavimento flexible	34
<b>Figura 24.</b> Estructura de un pavimento rígido	34

	<b>Página</b>
<b>Figura 25.</b> Ubicación regional y distrital – Antigua Panamericana	39
<b>Figura 26.</b> Plano Ubicación General – Antigua Panamericana	41
<b>Figura 27.</b> Secciones transversal típica I	42
<b>Figura 28.</b> Secciones transversal típica I	43
<b>Figura 29.</b> Proceso Constructivo MT	45
<b>Figura 30.</b> Proceso Constructivo MT	46
<b>Figura 31.</b> Proceso Constructivo MT	47
<b>Figura 32.</b> Ubicación del área de Proyecto	50
<b>Figura 33.</b> Plano Construcción Vía entre las Progresivas	51
<b>Figura 34.</b> Plano Construcción Vía entre las Progresivas	52
<b>Figura 35.</b> Plano Construcción Vía entre la Progresivas	53
<b>Figura 36.</b> Plano Construcción Vía Progresivas	54
<b>Figura 37.</b> Plano Construcción de Vía - Progresivas	55
<b>Figura 38.</b> Plano Construcción de Vía - Progresivas	56
<b>Figura 39.</b> Plano Construcción de Vía - Progresivas	57
<b>Figura 40.</b> Plano Construcción de Vía - Progresivas	58
<b>Figura 41.</b> Plano Construcción de Vía - Progresivas	59
<b>Figura 42.</b> Pavimento flexible – Progresiva 0+820 – 1+200	60
<b>Figura 43.</b> Pavimento flexible – Progresiva 1+300 – 1+600	61
<b>Figura 44.</b> Pavimento flexible – Progresiva 2+000 – 2+400	61
<b>Figura 45.</b> Pavimento flexible – Progresiva 3+300 – 4+000	61
<b>Figura 46.</b> Pavimento flexible – Progresiva 4+400 – 4+900	62
<b>Figura 47.</b> Pavimento flexible – Progresiva 5+250 – 5+900	62
<b>Figura 48.</b> Pavimento flexible – Progresiva 6+100 – 6+250	62
<b>Figura 49.</b> Pavimento flexible – Progresiva – 7+100 – 7+450	63
<b>Figura 50.</b> Pavimento flexible – Progresiva – 7+100 – 7+820	63
<b>Figura 51.</b> Pavimento flexible – Progresiva – 9+400 – 10+120	63
<b>Figura 52.</b> Pavimento flexible – Progresiva 11+400 – 12+300	64
<b>Figura 53.</b> Pavimento flexible – Progresiva 12+300 – 12+800	64
<b>Figura 54.</b> Pavimento flexible – Progresiva 14+200 – 14+600	64
<b>Figura 55.</b> Pavimento flexible – Progresiva 15+300 – 15+601	65
<b>Figura 56.</b> Secciones Transversal Típica 1-1	66

	<b>Página</b>
<b>Figura 57.</b> Secciones Transversal Típica 2-2	66
<b>Figura 58.</b> Sec. Transversal (3+980 – 6+060)	67
<b>Figura 59.</b> Sec. Transversal del Proyecto Típica 4-4	67
<b>Figura 60.</b> Sec. Transversal del Proyecto Típica 2-2	68
<b>Figura 61.</b> Sec. Transversal Típica 6-6 y 7-7	68
<b>Figura 62.</b> Secciones Transversal de estructura de pavimento	69
<b>Figura 63.</b> Isométrico Paño de Pavimento Rígido 3.60 x 3.60 m.	70
<b>Figura 64.</b> Secciones Transversal de Vía	71
<b>Figura 65.</b> Secciones Transversal de Vereda en Viviendas	71
<b>Figura 66.</b> Secciones Transversal vereda en Paradero	72
<b>Figura 67.</b> Secciones Transversal Ciclovía	72
<b>Figura 68.</b> Secciones Transversal Sardinell Peraltado	73
<b>Figura 69.</b> Secciones Transversal Muro Contención	73
<b>Figura 70.</b> Vista en Planta de Paradero y Vereda	74
<b>Figura 71.</b> Vista en Planta de Paradero y Vereda	75
<b>Figura 72.</b> Vista en Planta de Paradero y Vereda	75
<b>Figura 73.</b> Vista en Planta de Paradero y Vereda	75
<b>Figura 74.</b> Vista en Planta de Paradero y Vereda	76
<b>Figura 75.</b> Isométrico Barrera de Seguridad	76
<b>Figura 76.</b> Cronograma Gantt Margen derecho	78
<b>Figura 77.</b> Cronograma Gantt Margen Izquierdo	79
<b>Figura 78.</b> Cronograma Margen Derecho y Margen Izquierdo	80
<b>Figura 79.</b> Ejecución de Excavación de Vía Prog.	81
<b>Figura 80.</b> Ejecución de Excavación de Vía Prog.	81
<b>Figura 81.</b> Ejecución de Excavación de Vía Prog.	82
<b>Figura 82.</b> Trazo de Vías MD e MI Prog. 8+300 – 8+700	82
<b>Figura 83.</b> Descarga de Material en lugar inadecuado	83
<b>Figura 84.</b> Descarga de Material en lugar inadecuado	83
<b>Figura 85.</b> Excavación incompleta Prog. 4+400 – 4+425	84
<b>Figura 86.</b> Equipos esperando frente de Trabajo Prog. 9+500	85
<b>Figura 87.</b> Ruta de Volquetes a DME-3	85
<b>Figura 88.</b> Avance Valorizado de Obra	86

	<b>Página</b>
<b>Figura 89.</b> Cuadro comparativo	87
<b>Figura 90.</b> Cuadro de montos Valorizados	87
<b>Figura 91.</b> Plan Maestro – Hitos Principales	89
<b>Figura 92.</b> Gestión Visual - Tren de trabajo	90
<b>Figura 93.</b> Gestión Visual - Tren de trabajo	91
<b>Figura 94.</b> Tren de trabajo Pav. Rígido –	91
<b>Figura 95.</b> Secciones Transversales – Progresiva 0+520	92
<b>Figura 96.</b> Secciones Transversales - Progresiva 3+160	93
<b>Figura 97.</b> Secciones Transversales - Progresiva 7+740	93
<b>Figura 98.</b> EDT – Mejoramiento de Infraestructura Vial	94
<b>Figura 99.</b> Sectorización Tramo I	95
<b>Figura 100.</b> Sectorización Tramo II	95
<b>Figura 101.</b> Sectorización Tramo III	95
<b>Figura 102.</b> Cuadro Análisis de restricciones Macro	97
<b>Figura 103.</b> Pull Planning – Tramo I	98
<b>Figura 104.</b> Pull Planning – Tramo I	99
<b>Figura 105.</b> Formato Pull Planning Tramo I	99
<b>Figura 106.</b> Plan de Fases	100
<b>Figura 107.</b> Desglose Plan de Fases a Lookahead noviembre	102
<b>Figura 108.</b> Gestión Visual – Avance Semana 08	102
<b>Figura 109.</b> Gestión Visual – Avance Semana 13	103
<b>Figura 110.</b> Lookahead 01 – noviembre 2018	104
<b>Figura 111.</b> Lookahead 02 – diciembre 2018	105
<b>Figura 112.</b> Lookahead 02 – enero 2019	106
<b>Figura 113.</b> Sectorización Tramo I – 1+100 – 2+000	107
<b>Figura 114.</b> Sectorización Tramo I – 2+000 – 3+000	108
<b>Figura 115.</b> Sectorización Tramo III – 14+400 – 13+500	109
<b>Figura 116.</b> Control de Avance Longitudinal – 5+100	110
<b>Figura 117.</b> Planificación Visual mediante vuelo dron	112
<b>Figura 118.</b> Plan Semanal 05 – Movimiento de Tierras	112
<b>Figura 119.</b> Plan Semanal 05 - T1-A	113
<b>Figura 120.</b> Plan Semanal 05 - T3-A	113

	<b>Página</b>
<b>Figura 121.</b> Plan Semanal 05 - T3-A Visual	113
<b>Figura 122.</b> Excavación no clasificada para explanaciones	115
<b>Figura 123.</b> Conformación y compactación de subrasante	117
<b>Figura 124.</b> Mejoramiento de subrasante	119
<b>Figura 125.</b> Sub base granular e=0.15 m	121
<b>Figura 126.</b> Colocación y acabado de concreto premezclado	123
<b>Figura 127.</b> Excavación no clasificada para explanaciones	125
<b>Figura 128.</b> Conformación y compactación de subrasante	127
<b>Figura 129.</b> Mejoramiento de subrasante	129
<b>Figura 130.</b> Sub base granular	131
<b>Figura 131.</b> Colocación y acabado de concreto premezclado	133
<b>Figura 132.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - noviembre	134
<b>Figura 133.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - diciembre	135
<b>Figura 134.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - enero	136
<b>Figura 135.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - febrero	137
<b>Figura 136.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - marzo	138
<b>Figura 137.</b> Porcentaje de Plan Cumplido - abril	139
<b>Figura 138.</b> Porcentaje promedio real en la semana 05	140
<b>Figura 139.</b> CNC Semana 05 - Movimiento de Tierras MD	141
<b>Figura 140.</b> Porcentaje promedio real en la semana 07	142
<b>Figura 141.</b> CNC Semana 07 – Mov. de Tierras MD	143
<b>Figura 142.</b> Porcentaje promedio real en la semana 09	144
<b>Figura 143.</b> CNC Semana 09 – Pavimento Rígido MD	145
<b>Figura 144.</b> Porcentaje promedio real en la semana 11	146
<b>Figura 145.</b> CNC semana 11 – Movimiento de Tierras MI	147
<b>Figura 146.</b> Porcentaje promedio real en la semana 13	148
<b>Figura 147.</b> CNC Semana 13 – Pavimento Rígido MD	149
<b>Figura 148.</b> Porcentaje promedio real en la semana 15	150
<b>Figura 149.</b> CNC Semana 15 – Movimiento de Tierras MI-MD	151
<b>Figura 150.</b> Porcentaje promedio real en la semana 17	152
<b>Figura 151.</b> CNC Semana 17 – Movimiento de tierra MI	153
<b>Figura 152.</b> Porcentaje promedio real en la semana 19	154

	<b>Página</b>
<b>Figura 153.</b> CNC PPC Semana 19 –Pavimento Rígido - MI	155
<b>Figura 154.</b> Porcentaje promedio real en la semana 21	156
<b>Figura 155.</b> CNC Semana 21 –Mov. tierra – Pav. Rígido MI	157
<b>Figura 156.</b> Porcentaje promedio real en la semana 23	158
<b>Figura 157.</b> CNC Semana 23 – Mov. Tierra – Pav. Rígido MI	159
<b>Figura 158.</b> Porcentaje promedio real en la semana 25	160
<b>Figura 159.</b> CNC Semana 25 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD	161
<b>Figura 160.</b> Porcentaje promedio real en la semana 27	162
<b>Figura 161.</b> CNC Semana 27 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MI	163
<b>Figura 162.</b> Porcentaje promedio real en la semana 29	164
<b>Figura 163.</b> CNC Semana 29 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD	165
<b>Figura 164.</b> Porcentaje promedio real en la semana 31	166
<b>Figura 165.</b> CNC Semana 31 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MI	167
<b>Figura 166.</b> Porcentaje promedio real en la semana 32	168
<b>Figura 167.</b> Mov. Tierra – Pav. Rígido MD	169
<b>Figura 168.</b> Curva de rendimiento – Exc No Clasificada	171
<b>Figura 169.</b> Curva de Rendimiento – Conf de subrasante	173
<b>Figura 170.</b> Curva de Rendimiento – Comp de Subrasante	175
<b>Figura 171.</b> Curva Rendimiento– Conf Mejoramiento	177
<b>Figura 172.</b> Curva Rendimiento – Com de Mejoramiento	179
<b>Figura 173.</b> Curva Rendimiento – Conf Sub Base Granular	181
<b>Figura 174.</b> Curva Rendimiento – Comp Sub Base Granular	183
<b>Figura 175.</b> Curva Rendimiento – Colocación y acabado	186
<b>Figura 176.</b> Diagrama de barras – proyectado vs ejecutado	189
<b>Figura 177.</b> Porcentajes de PPC mensuales	190
<b>Figura 178.</b> Porcentajes de PPC semanales	191

# CAPITULO I

## PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

### 1.1 Descripción de la situación problemática

En la actualidad uno de los más importantes inconvenientes que se muestran en proyectos de obras públicas en nuestro caso obras viales viene a ser el incumplimiento de plazo, esto se debería a una incorrecta planificación y uso de recursos.

En los proyectos de construcción en general la planificación y el control de la producción muchas veces se perjudica por retrasos en la falta de cruce de información, trabajos terminados mal ejecutados que generan retrabajos, esto genera retraso y pérdida de hh y hm.

Frente a esta situación, se lleva a cabo la utilización de la metodología del último planificador para mejorar el tiempo y producir valor sin pérdidas, a través de las herramientas de planificación, control y cumplimiento como son el Master Plan, Lookahead, Weekly Planning, Daily Plan, para minimizar la variabilidad en los proyectos y generar flujos continuos de trabajo.

A partir de la situación problemática antes descrita, la implementación Last Planner System y las Herramientas de la gestión visual propone una metodología estructurada y como solución a la baja confiabilidad en la planificación y control de la producción que afecta a las empresas.

En este proyecto mejoramiento de la Antigua Panamericana sur, este proyecto cuenta con el desafío que se planifico para los juegos panamericanos 2019, los problemas se dieron desde el inicio desde la falta de coordinación de la topografía para su liberación para comenzar con la conformación y compactación de la subrasante, como los ensayos de granulometría y Proctor modificado para su liberación con supervisión.

Esto generaría que las siguientes actividades no estén alineadas como la llegada de material de mejoramiento ocasionando que, en lugar de descargarlo en



el sector adecuado para seguir continuamente con los trabajos, se coloquen en cualquier punto ocasionando gasto de hh y hm.

No solo estaba los trabajos que no se daban en continuidad si no también estaban las restricciones que no se habían analizado, la falta de la planificación y el control de la producción hicieron un atraso respecto al avance ejecutado frente al avance programado.

Con la presente investigación se quiere mejorar la planificación y el control de la producción con la implementación de la metodología Last Planner System con las herramientas de gestión visual, brindando información de los beneficios que esta metodología lleva a proyectos de infraestructura viales.

## **1.2 Formulación del Problema**

### **1.2.1 Problemas generales:**

¿De qué manera influye Last Planner System con Herramientas de Gestión Visual en la Planificación y Control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km. 0+000 al Km. 15+600?

### **1.2.2 Problemas específicos:**

¿De qué manera el Master Plan influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600?

¿De qué manera el Phase Schedule influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600?

¿De qué manera el Lookahead Planning influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600?

¿De qué manera el Weekly Plan Visual influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600?

¿De qué manera el Daily Plan influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600?

### **1.3 Objetivos de la investigación**

#### **1.3.1 Objetivo general:**

Determinar la influencia del Last Planner System con Herramientas de Gestión Visual en la Planificación y Control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al KM.15+600.

#### **1.3.2 Objetivos específicos:**

Aplicar el Master Plan para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km. 0+000 al Km.15+600.

Aplicar el Phase Schedule para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600.

Aplicar el Lookahead Planning para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600.

Aplicar el Weekly Plan Visual para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600.

Aplicar el Daily plan para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600.

### **1.4 Justificación de la investigación**

#### **1.4.1 Justificación económica**

Al aumentar la confiabilidad de la planificación como también el control de la producción se acortarían los plazos de ejecución y por ende los costos en el

proyecto, pudiendo ver una utilidad más alta, tendríamos proyectos viales más rentables, evitando los costos de adicionales por retrabajos.

#### **1.4.2 Justificación social**

Con la utilización de la metodología Last Planner System con herramientas de gestión visual para la planificación y control en la parte de producción, se busca que las personas involucradas en el proyecto entiendan que lograría un mejor orden, eficiencia y lograr un correcto proceso constructivo.

#### **1.5 Delimitación de la investigación**

La presente investigación tiene como alcance la utilización de la metodología Last Planner System con herramientas de gestión visual en los procesos constructivos para un mejor control de la planificación y la producción.

#### **1.6 Limitaciones de la investigación**

El tiempo reducido la cual dispusimos para llevar a cabo los análisis en campo con respecto a la ejecución de las partidas analizadas en la presente tesis fue una de las principales limitaciones; así como también para su evaluación y desarrollo del informe de tesis.

#### **1.7 Viabilidad de la investigación**

La presente investigación analiza los procesos en campo, a nivel profesional se cuenta con las herramientas intelectuales y el tiempo necesario que requiere el proceso de investigación, así mismo se cuenta con los recursos económicos e información requerida para la realización de la investigación.

## **1.8 Impacto de la investigación**

### **1.8.1 Impacto teórico**

Se puso en práctica cada herramienta de Last Planner System como las causas de no cumplimiento, porcentaje de plan cumplido como un medio de control progresivo, con la aplicación de Lookahead, se logró una mejor planificación, el Phase Schedule, logramos definir siete grandes fases, el Master plan, se identificó los hitos más importantes, con ayuda del vuelo dron de logro identificar las restricciones posibles. Esta metodología ya se aplica a nivel internacional con buenos resultados en el sector edificación, por ello, se requiere poner en práctica la metodología del Last Planner System en obras viales a nivel nacional.

### **1.8.2 Impacto práctico**

Los resultados de la investigación beneficiaran a toda obra de construcción vial, como guía en la aplicación del Last Planner System. Estos resultados hicieron que disminuyera la incertidumbre en las actividades programadas aumentando la confiabilidad, se aplicó el Master Plan con la finalidad cuidar los plazos de entrega con la aplicación de buffer de tiempo, con la aplicación correcta del plan de hitos se puso fechas límites y lograr la reducción de plazos en varias partidas. También se logró un aumento progresivo del porcentaje de plan cumplido.

## CAPITULO II

### MARCO TEÓRICO Y CONCEPTUAL

#### 2.1 Antecedentes

##### 2.1.1 Antecedentes Nacionales

**Araujo, A.& Ávila, K. (2019).** En su tesis “Implementación de herramientas Lean Construction en proyectos multifamiliares de densidad media. Caso Proyecto Precusores en Surco” cuyo objetivo general fue Implementar herramientas de gestión basadas en la metodología Lean Construction que ayuden a cumplir con los objetivos de plazo, costo y calidad para aplicar en edificios multifamiliares de densidad media.

Finalmente, concluyen, que la implementación de las herramientas Lean Construction se puede obtener un ahorro en los procesos de construcción, en el suceso de análisis (proyectado) llegó a un 6.55%, en esta manera habiendo una mejora de 1.68% en margen real del proyecto. muy cercano a la meta inicialmente propuesta.

**Campos, C. & Guadaña, O. (2019).** En su Tesis “Implementación del sistema Last Planner en construcción de puentes metálicos caso: construcción de puente Muyuna” cuyo objetivo general Implementación del Sistema Last Planner en la construcción del puente Muyuna (puente metálico tipo arco), utilizando la información y datos obtenidos de la construcción tradicional del puente Ñaña, tomando como caso de estudio ambos proyectos de la constructora. El puente Ñaña y el puente Muyuna

Concluyen, que respecto a la utilización de la presente tesis se puede decretar según la tabla V.1, Precio de utilización Last Planner System y la tabla V.3, comparativo construcción con y sin Last Planner System, que al hacer la utilización del Sistema Last Planner System, el precio que implicaría podría ser de 52,864.00 soles; y el costo que se podría optimizar subsiguiente a la utilización podría llegar a los 520,344.22 soles teniendo presente que se llegará a consumir con los tiempos establecidos y generando 2.89% de ganancias extras.

**Iturrizaga, J & Camacho, S. (2021).** En su tesis “Implementación del sistema Last Planner en la construcción de la ampliación de la Clínica Médica Cayetano Heredia.” Cuyo objetivo general Implementación del sistema Last Planner en la parte de estructuras en la obra de construcción de la ampliación de la clínica médica Cayetano Heredia en la ciudad de Lima.

Finalmente, que según el gráfico de tendencia en el tiempo del Porcentaje de Actividades Cumplidas, se puede apreciar que las primeras 10 semanas se lograba cumplir con el 50 % de las tareas completadas correspondiente a la etapa de aprendizaje y a la aplicación de acciones correctivas en los planes de ejecución, a partir de la semana 11 hacia adelante se ve una considerable mejora llegando a cumplir con nuestro porcentaje meta del 80 % y generándose un crecimiento por encima del PAC meta debido a la estandarización de nuestros procesos de ejecución de trabajos, lo que en la gráfica se puede apreciar desde la semana 12 hasta el término del proyecto.

**Velásquez H. (2020).** En su tesis “Planificación y programación para la construcción de una estación del tren subterránea de la línea 2 del metro de Lima y Callao. Aplicando la metodología Lean Construction para el control y ejecución del proyecto” cuyo objetivo general aplicar la filosofía Lean en el proyecto para alcanzar objetivos en el tiempo de ejecución y generar valor sin pérdidas.

Concluye, que según el análisis de causa raíz en uno de los frentes conseguimos en las Causas de No Cumplimiento, 26 actividades en 03 semanas que no lograron ser terminadas con consecuencia del 46% del área de producción por falta de seguimiento, planificación intuitiva y un 38% por temas logísticos; con la utilización del sistema Last Planner System disminuimos de manera sostenible 19 actividades que no pudieron ser completadas sin embargo esta vez en 37 semanas.

**Mendoza S. (2019).** En su tesis “Implementación del Last Planner y la metodología del valor ganado en proyectos civiles Construcción de Puentes, Red Vial 5- Huacho” cuyo objetivo general es Evaluar los indicadores del Last Planner y

La Metodología del Valor Ganado en el cumplimiento de los Objetivos de Proyectos Civiles “Construcción de Puentes”, Red Vial 5- Huacho

Concluye, que con la aplicación de los indicadores del Last Planner System y La Metodología del Valor Ganado influyen en el cumplimiento de las metas del proyecto porque al minimizar la variabilidad se optimiza la productividad y eficiencia de uso de los recursos y la estabilización del flujo de trabajo, además se optimiza la planificación (plan maestro), la programación (plan intermedio y plan semanal) y el control y monitoreo de los precios y plazos. El cumplimiento de los metas se debería a los buenos resultados de los indicadores del Proyecto en donde, el Plazo está adelantado en un 8.78% en relación a lo planificado, el Margen de utilidad representa un 11.74% respecto al presupuesto meta, 1.21 en la eficiencia del trabajo y 1.24 en la productividad.

### **2.1.2 Antecedentes Internacionales**

**Álvarez, K & Barbosa, L (2019).** En su tesis “Implementación del sistema Last Planner bajo la filosofía Lean Construction en el proyecto edificio verde en el municipio Ocaña, norte de Santander” cuyo objetivo general Implementar el sistema Last Planner en el proyecto edificio verde en Ocaña, Norte de Santander para incrementar la productividad en la ejecución de las etapas estructural y de mampostería.

Finalmente, concluyen que el PPC supero el 79% durante la utilización del sistema Last Planner System, enfatizando los resultados de las semanas 8, 10 y 12 donde alcanzo el 100%, es decir, la cantidad de actividades previstas ejecutadas igualaron a la cantidad de actividades previstas de cada semana.

**Rodríguez, K. (2017).** En su tesis “Implementación de la metodología de planificación y control Last Planner en el proyecto de construcción: Unidad Productiva San Rafael” cuyo objetivo general fue Implementar la metodología de planificación y control “Last Planner” en el proyecto de construcción: Unidad productiva San Rafael.

Finalmente, concluyen que usando un instrumento de medición conocida como PAC (Porcentaje de Actividades Cumplidas), cuyos resultados aplicados al proyecto generalmente han tenido un comportamiento creciente (de consenso a lo anhelado conforme a la teoría), con un 41% (mal desempeño) para la primera semana y un 83% (buen desempeño) para la última semana con la utilización de Las Planner System, lo que demuestra un avance positivo que se obtuvo durante las 10 semanas de análisis.

**Bonilla, A. (2017).** En su tesis “Estudio de la variabilidad en la implementación del Last Planner System (lps) en proyectos que adoptan la herramienta por primera vez” cuyo objetivo general estudiar la variabilidad en los resultados de la gestión de programación y control en construcción con la implementación del sistema del Último Planificador (Last Planner System, LPS) en proyectos que inician la implementación de la herramienta.

Finalmente, concluye que con la utilización del análisis del CNC, se dan como resultado que la mediana de los 14 proyectos nos señala que el 50% de los datos de los proyectos detectaron un 14.9% de problemas asociados a la mano de obra, un 16.7% de carencia de prerequisite y un 10.5% de carencia de materiales.

**Klein da costa, L. (2014).** En su tesis “o uso do sistema Last Planner como Ferramenta para controle de produção: Aplicabilidade e estudo de caso” cuyo objetivo general Implementar la metodología de planificación, control y programación de obras, con el foco principal en el Sistema Último planificador, buscando comparar y buscar alternativas para mejorar la producción en el caso de estudio.

Señaló, el mal funcionamiento de la estructura de planificación de la construcción, se identificaron: falta de mano de obra con un 31%; tarea anterior no completada con un 29%; problemas con la seguridad con un 8%; y la falta de material con un 7%. Tales causas fueron identificadas en prácticamente todos los meses analizados, como los principales factores de incumplimiento de los planes de trabajo.



**Dahl, M. (2019).** En su tesis “Implementation of Lean and Last Planner System® in the construction industry in Norway” cuyo objetivo general es la implementación de lean y last planner system en proyectos para mejorar su planificación en el futuro.

Señalo, que el control del porcentaje de plan cumplido en los proyectos muestra cómo se está desempeñando un análisis del proyecto Prosent muestra que en la segunda semana de la planificación se alcanzó un 75% del porcentaje de plan cumplido esto indicaría que el proyecto mejoro con la implementación del lean y last planner system.

## **2.2 Bases teóricas**

### **2.2.1 Introducción al Lean**

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021), es un sistema de producción y además una filosofía de trabajo, una cultura e inclusive una forma de pensar y hacer negocios. Además, es un sistema que perjudica a toda la compañía u organización y a su ámbito, a cada una de las zonas, tanto las productivas como las llamadas funcionalidades de soporte, involucra su aplicación diaria, por toda la gente, de todos los rangos jerárquicos, y se prolonga a toda la cadena de abastecimiento, proveedores, aliados y subcontratistas.

Hay una interacción obvia en medio de éstos 3 sistemas productivos y las diferentes revoluciones industriales cuya comprensión nos parece elemental para comprender mejor el entorno y el alcance de Lean, su origen, el porqué de su adopción en cada una de las industrias y tipos de comercio, y la era que va a estar entre nosotros mismos. El siguiente gráfico ilustra las propiedades primordiales de las diversas revoluciones industriales y su interacción temporal con los 3 gigantes sistemas de producción. Todos dichos cambios se han producido en un lapso de 250 años, cada vez de manera más instantánea y con una innovación cada vez más exponencial, que se ha acelerado por las necesidades de cambio y habituación que emergen con cada nueva crisis.

Por todo lo anterior, está claro que Lean no es una moda pasajera, sino una filosofía de comercio y un sistema completo de producción y administración de

compañía que viene de la evolución de los aciertos y errores de los anteriores sistemas. De esta forma, la mayor parte de las organizaciones van a tener que ajustarse y pasar por cualquier grado de implementación más o menos elevado para ser competitivas en su ámbito o área de predominación, y cada una deberá escoger el instante y grado de magnitud que le marquen sus propias necesidades.

### **2.2.2 Lean Production**

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021), como un sistema de negocio, desarrollado al inicio Toyota luego de la Segunda Guerra Mundial, para organizar y gestionar el desarrollo de un producto, las operaciones y las colaboraciones con clientes y proveedores, que necesita menos esfuerzo humano, menos espacio, menos capital y menos tiempo para crear productos con menos deficiencias y según los anhelos exactos del cliente, comparado con el sistema anterior de producción en masa.

El concepto que se adoptó tanto a partir de la perspectiva académico como empresarial para conceptualizar el grupo de técnicas de producción japonesas desarrolladas por la Toyota Motors ha sido Lean Production o producción ajustada. Ha sido acuñado por John Krafcik a fines de la década de los 80, y difundido a un grado global a lo largo de la década de los 90 a raíz de la publicación de los libros *La máquina que ha cambiado el planeta*, de James P. Womack, Daniel T. Jones y Daniel Roos<sup>5</sup> y *Lean Thinking: cómo utilizar el pensamiento Lean para borrar los desechos y producir costo en la compañía* de J. Womack y D. Jones. La publicación *Las claves del triunfo Toyota* de Jeffrey K. Liker (2006) contribuyó de manera enorme a la difusión del sistema de producción Toyota.

### **2.2.3 Lean Construction**

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021). A lo largo de su estancia en la Universidad de Stanford, California, Estados Unidos, en 1992, el finlandés Lauri Koskela redactó el archivo *Aplicación de la nueva filosofía de la producción a la construcción*, en el que estableció los fundamentos teóricos del nuevo sistema de producción aplicado a la construcción. El trabajo pionero de Koskela ha sido un hito clave en el desarrollo de una corriente de indagación sobre la aplicación del sistema de producción Toyota y la filosofía Lean a la industria de la construcción. El

concepto Lean Construction ha sido acuñado por los fundadores del Grupo Internacional de Lean Construction (IGLC) en 1993.

Lean Construction sigue la excelencia por medio de un proceso de optimización continua en la empresa, que radica prácticamente en reducir o borrar cada una de esas ocupaciones y transacciones que no agregan valor, por medio de la mejora de recursos y la maximización de la entrega de valor al cliente, para diseñar y generar a un menor coste, con más calidad, más estabilidad y con plazos de entrega más cortos, en un marco ecológico con el ámbito. Lean Construction trata de conseguir dichos fines en cada una de las etapas del ciclo de vida de un proyecto de edificación, contando con todos los agentes sociales que intervienen en el proceso de diseño y construcción y con toda la gente y empresas que participan en la cadena entera de suministro y en cada flujo de valor, sin dejar a nadie fuera e integrando a todos bajo una meta común según los inicios del sistema Lean.

La aplicación de los principios y herramientas del sistema Lean a lo largo de todo el lapso de vida de un proyecto de construcción se conoce cómo Lean Construction o construcción sin pérdidas. Lean Construction abarca la aplicación de los principios y herramientas Lean al proceso completo de un plan desde su concepción hasta su ejecución y puesta en servicio.



**Figura 5.** Los 3 ejes a tener en cuenta para una implantación Lean

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2021)

### 2.2.3.1 Value Stream Mapping (vsm)

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021), Uno de los principios Lean es hacer que el valor fluya por medio de toda la cadena de valor sin problemas de ningún tipo. Sabemos por flujo de valor cada una de las actividades actualmente necesarias para la transformación de materiales e información en un producto o servicio culminado y entregado al cliente, a partir de la concepción de su diseño hasta su entrega al cliente. Varias de estas actividades aportan valor agregado y otras no. El VSM o mapa del flujo de valor nos muestra la cantidad de unos y otros, y además nos da datos acerca de los indicadores clave del proceso analizado.



**Figura 6.** Cadena de valor extendida

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2021)

El VSM es un mapa de procesos al que le agregamos toda la información que necesitamos para examinar cómo estamos añadiendo valor al cliente, así como dónde permanecen las oportunidades de optimización. Es una de las primeras herramientas que proponemos utilizar al empezar una implantación Lean a nivel de empresa.

### 2.2.3.2 Metodología de las 5S

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021), La metodología de las 5S surgió en Toyota en los años 60 en un ámbito industrial y con el fin de conseguir sitios de trabajo mejor organizados, más ordenados y limpios de manera persistente para lograr una más grande productividad y un mejor ámbito laboral. Las 5S se fundamentan en gestionar de manera sistemática los materiales y recursos de un

área de trabajo de acuerdo según 5 etapas preestablecidas, conceptualmente bastante sencillas, sin embargo, que necesitan esfuerzo y perseverancia para mantenerlas.



**Figura 7.** Las 5S

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2021)

Las 5 etapas o fases son palabras que en japonés comienzan por la letra “S”: Seiri (Organizar), Seiton (Ordenar), Seiso (Limpiar), Seiketsu (Estandarizar) y Shitsuke (Disciplina). Algunas empresas agregan una 6.ª “S” de Safety (Seguridad), aunque otra estrategia es incluirla de forma implícita dentro de cada una de las 5S.

### **2.2.3.3 Gemba Walks**

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021). El Gemba Walk posibilita que los líderes tengan una forma organizada para examinar el rendimiento en el sitio de trabajo. El propósito es que se analicen los indicadores clave del proceso desde el terreno, se identifiquen razones de las desviaciones y se definan actividades específicas conjuntamente con los equipos a pie de obra. Para esto se debe definir:

- La agenda y metas del Gemba Walk.
- Panel de indicadores que debe estar presente en el lugar.
- Quiénes deben participar.

- Planificar el recorrido del paseo Gemba y los puntos de control.
- La frecuencia con la que se realizará.



**Figura 8.** Caminata Gemba

**Elaboración:** Los autores (marzo 2019)

#### **2.2.3.4 El informe A3 de Toyota**

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021). El A3 sigue una metodología subjetivamente simple, simple de enseñar, y promueve dentro de la organización una cultura de resolver el problema y detectar la causa raíz. Sigue un formato estándar común para todos, por consiguiente, se trata además de un instrumento para comunicar el aprendizaje. Consta de 7 secciones que, realizadas de forma sistemática, respaldan que no nos saltamos ningún paso y siguen el periodo PDCA (Plan-Do-Check-Act) de Deming.

#### **2.2.3.5 Takt time planning**

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021). Necesitamos una forma sistemática de mejorar la producción si queremos mejorar a largo plazo. Cuando las actividades se mueven a diferentes ritmos, los proyectos, de forma natural, se vuelven más caóticos. Los flujos estables y sincronizados ayudan a revelar los cuellos de botella de la obra.

Takt Time Planning (TTP) es un método para estructurar las operaciones en un ritmo de trabajo determinado. El objetivo es crear un plan confiable, con el aporte de todo el equipo, que equilibre los flujos de trabajo para las fases específicas de la obra.

Nivelar la carga de trabajo es uno de los principios del TPS. Combinado con Last Planner System, con el TTP se logran mejores sinergias y resultados que usando LPS por sí solo, consiguiendo comprimir todavía más las planificaciones, sobre todo en proyectos que tienen procesos que se repiten en diferentes sectores o áreas de trabajo, como por ejemplo los trenes de trabajo del interior de viviendas.

### **2.2.3.6 Poka Yoke**

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021). Las personas, por lo general no desean cometer errores, pero al mismo tiempo es humano cometerlos. El Poka-Yoke es una herramienta cuyo objetivo es revisar el diseño de los procesos para que sea más fácil lograr la calidad a la primera. De esta forma, cada vez que ocurre un error, en vez de preguntar “¿de quién fue la culpa?” nos preguntamos “¿en qué fase del proceso se permitió a esa persona o máquina cometer el error? Una vez identificada la causa raíz, instalamos un poka-yoke o dispositivo a prueba de errores en fase con el error, antes de que este se materialice en un defecto.

### **2.2.3.7 Estandarización de procesos**

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2021). La estandarización de procesos es un pilar básico para la mejora continua. Desde un punto de vista Lean, consiste en documentar en un formato breve y sencillo la mejor forma que tiene hoy la empresa de realizar un proceso con la menor cantidad de desperdicios posible, en el menor tiempo posible, garantizando la calidad y la seguridad.

De esta manera podemos asegurar la replicabilidad de la ejecución de las tareas y consolidar los ciclos de mejoramiento que se realicen en la empresa.

Una forma de asegurarse que todos utilizarán los estándares es que los trabajadores participen en el desarrollo del estándar y así tengan sentido de propiedad.

Un buen estándar debe ser específico, basado en hechos y análisis, no en costumbres o suposiciones. La hoja del estándar debe ser fácil de entender y a ser posible en una sola página. Debiera incluir: qué hacer, cómo hacerlo, factores

críticos o puntos de control, tiempos o medidas, gráficos, dibujos y fotos para explicar fácilmente las operaciones. Los estándares deben ser comunicados al personal, e idealmente, deben estar visibles para todos y ubicados lo más cerca posible del área de trabajo. Hay que recordar que “lejos de la vista significa lejos de la mente”.

#### **2.2.3.8 Kanban**

Felipe, J. & Rubio, I. (2019). es un mecanismo para gestionar y asegurar la producción justo a tiempo, que autoriza y da instrucciones para la producción o para la retirada de artículos o partes elaboradas o semi-elaboradas dentro de un sistema pull. En la mayoría de los casos, un kanban es un pedazo pequeño de papel plastificado o dentro de una funda de plástico, que tiene toda la información necesaria para la retirada de material o montaje. Cada tarjeta contiene información sobre el proveedor externo o el proceso de suministro interno, cantidad que se necesita (a suministrar o a pedir), ubicación o proceso donde se requiere o donde se ha de realizar el pedido.

#### **2.2.4 Last Planner System**

Felipe, J. & Rubio, I. (2019). Se define como un sistema de planificación y manejo de la producción para proyectos en el sector construcción, inicialmente se desarrolló por Glenn Ballard y Greg Howell a partir de mediados de la década de 1990, y luego teorizado en la Tesis doctoral de Glenn Ballard del año 2000. Con el transcurrir de los años, se convirtió en una herramienta importante para implementar Lean Construction en proyectos de construcción, así como un estándar de la Planificación Colaborativa y la Planificación Pull.

El primordial propósito de Last Planner System es el control de la producción por medio de la reducción de la variabilidad de la producción, comprendiendo el control como las acciones tendientes a posibilitar la ejecución de las actividades de acuerdo al plan, implantando un mecanismo proactivo de dirección de la producción, disminuyendo la brecha entre la producción y lo planificado.



El LPS es una herramienta de planificación e inspección de la producción cuya meta es lograr un flujo continuo de tarea y confiable con la intervención de los últimos Last Planner en el proceso de planificación del proyecto, esta herramienta engloba controles de planificación como el plan maestro, plan de fases, Lookahead Plannig, análisis de restricciones, planificación semanal y la planificación diaria.

Este sistema no busca las diferencias entre lo planeado y lo real, si no causar un futuro deseado que evite diferencias entre lo que se planifica y lo que se ejecuta. De esta manera, se reducen acciones correctivas posteriores que impactan tanto en los costos como en el tiempo para obtener el resultado final.

#### **2.2.4.1 Sin last planner system**

Felipe, J. & Rubio, I. (2019). En la mayoría de los proyectos “lo que puede hacerse” y “lo que se hará” son subconjuntos de “lo que debería hacerse”. Si el plan (lo que se hará) se desarrolla sin saber lo que puede hacerse, el trabajo realmente ejecutado será la intersección de ambos subconjuntos.

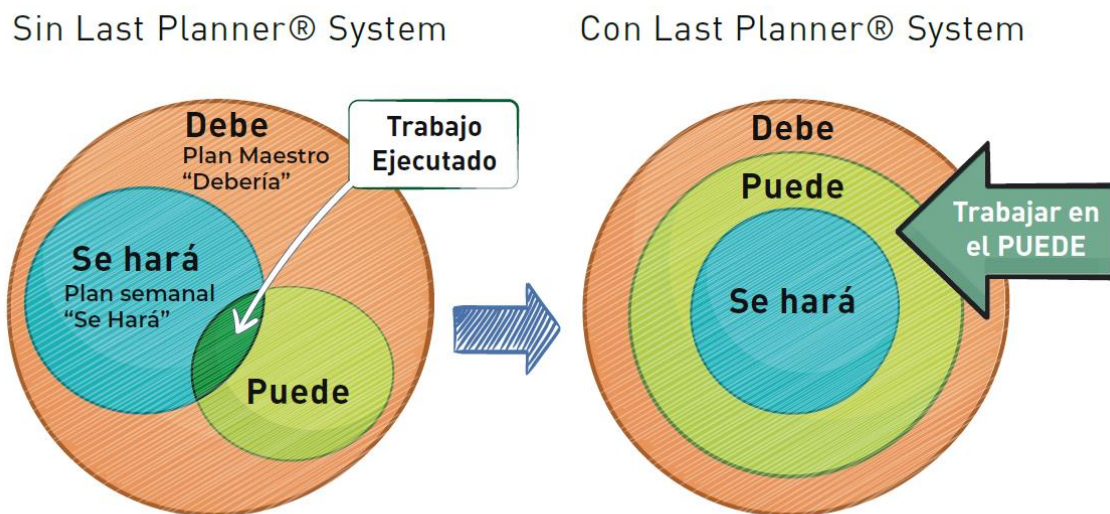
Si planificar consiste en determinar “lo que debería hacerse” para completar un proyecto y decidir “lo que se hará” en un cierto período de tiempo, debe reconocerse que debido a las restricciones que no se van a liberar, no todo puede hacerse, dando lugar a retrasos de forma reiterada.

#### **2.2.4.2 Con last planner system**

Felipe, J. & Rubio, I. (2019). es un método de control de producción diseñado para integrar “lo que debería hacerse”, “lo que se puede hacer”, “lo que se hará” y “lo que se hizo realmente” de la planificación y asignación de tareas. Su objetivo es entregar flujo de trabajo fiable y aprendizaje rápido.

En procesos periódicos de planificación, los planificadores y los ejecutores de las actividades deben primero identificar “lo que puede hacerse” y posteriormente acordar “lo que se hará” durante la semana. De esta manera estaremos evitando que las actividades se detengan por alguna restricción no liberada. Esta situación ayuda notoriamente a la productividad de las tareas ya que evita las molestas interrupciones en el trabajo por falta de materiales, mano de obra, equipos y medios auxiliares; y evita que enviemos recursos innecesarios si sabemos de antemano que alguna restricción o necesidad no quedará resuelta a tiempo.

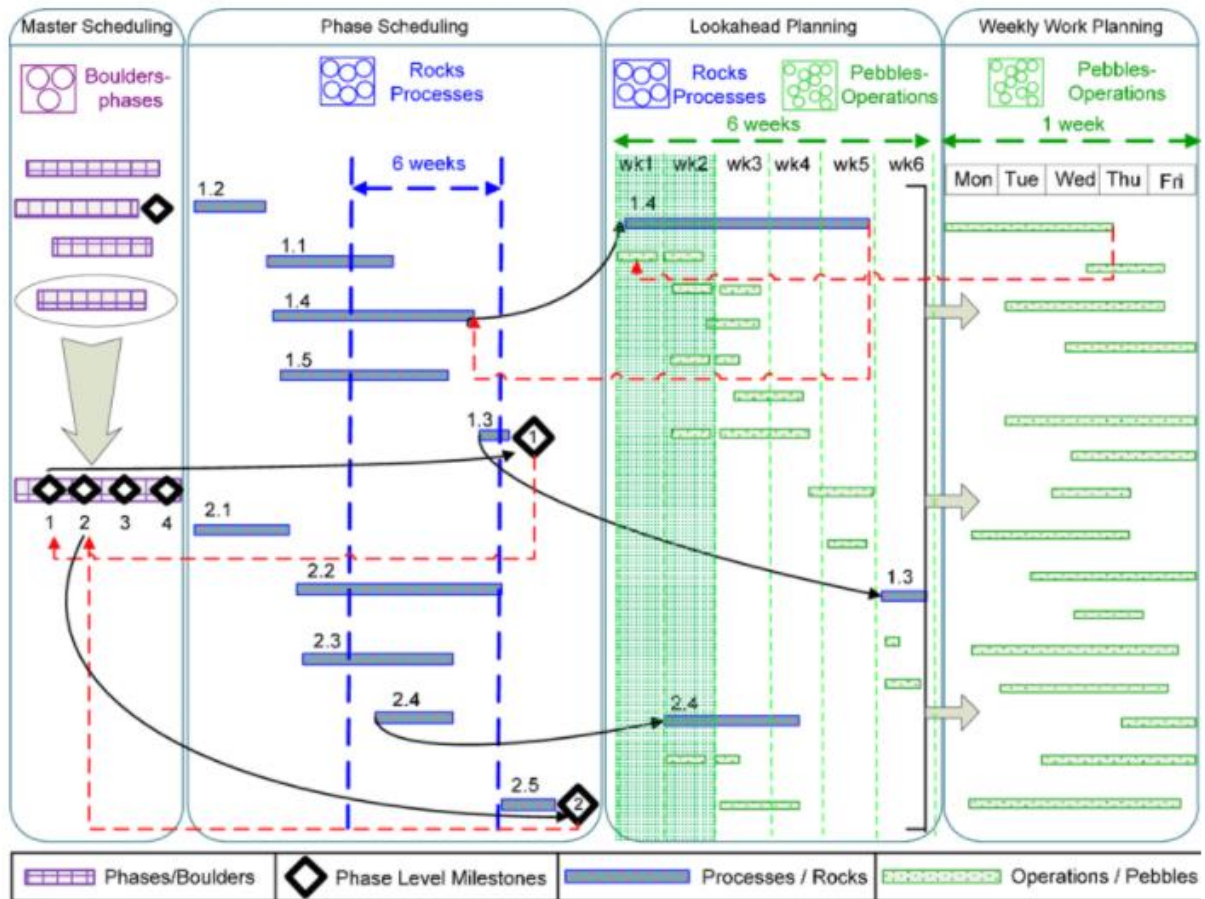
El avance puede verse afectado si la cantidad de actividades que pueden hacerse es baja. Para evitar esto, los planificadores deben concentrar sus esfuerzos en liberar las restricciones que impiden que las tareas puedan iniciarse o continuar. De esta forma estaremos agrandando el conjunto PUEDE aumentando las opciones de avance. Es importante que la gestión se haga sobre la causa raíz del problema ya que no se obtiene nada con solicitar mayor rapidez a los ejecutores de las actividades si no se les entregan los materiales y otras necesidades a tiempo.



**Figura 9.** Esquema del DEBE – SE HARÁ – SE PUEDE

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2019)

En la actualidad la utilización de LPS es una de las praxis más conocidas que describen la introducción de "Lean Construction" en la etapa de ejecución, primordialmente en empresas constructoras, en países como Marruecos, USA, México, Reino Unido, Colombia Dinamarca, Finlandia, España, Indonesia, China, Corea del Sur, Arabia Saudita, Australia, Venezuela, Brasil, Chile, Ecuador y Perú.



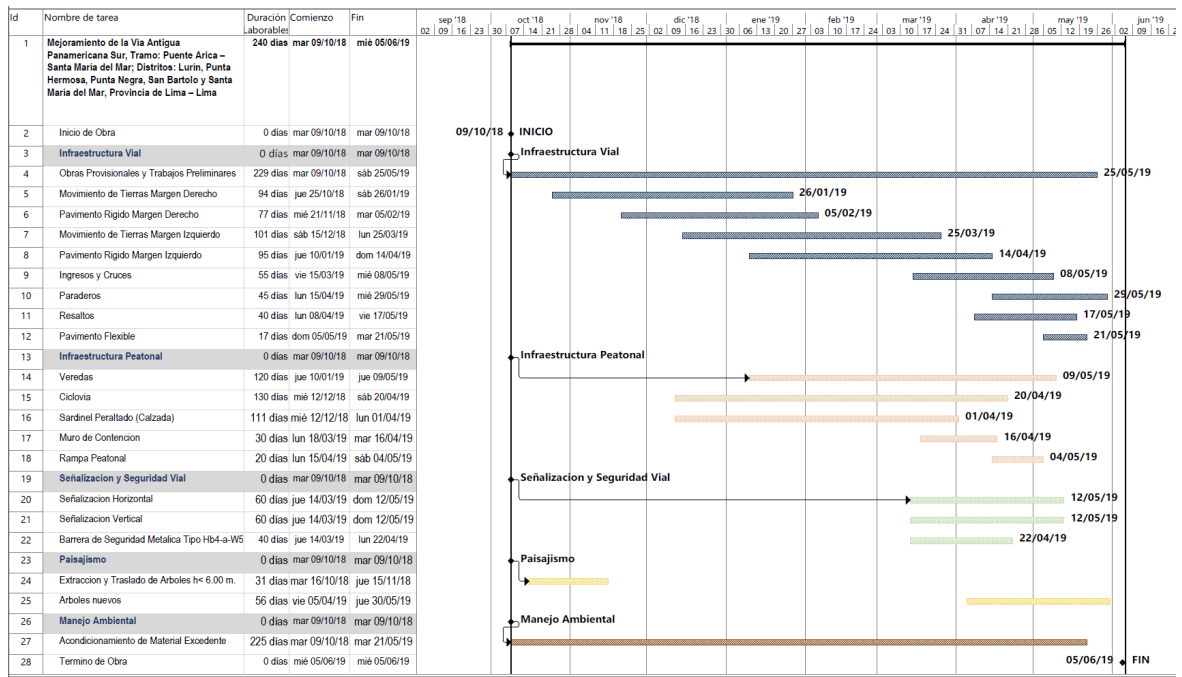
**Figura 10.** Etapas de Last Planner System

**Fuente:** Farook Hamzeh (2012)

### 2.2.4.3 Master Plan

En esta etapa la finalidad es aclarar la importancia del alcance y expectativas del proyecto. Es fundamental afirmar que todo el equipo de trabajo tenga una misma comprensión del plan para afirmar las metas y entregables de la obra estén claros.

Aquí también se define los hitos generales del proyecto a modo de diagrama de Gantt, fijando los periodos de las diversas actividades correctas para terminar la fase de ejecución del proyecto.



**Figura 11. Master Plan**

**Elaboración:** Los autores

### 2.2.4.4 Phase Scheduling

En esta etapa la finalidad es definir y dar validez al trabajo a ejecutar para culminar cada etapa según lo planeado de la obra, es necesario la participación de todos los jefes de grupo de cada partida y áreas funcionales del proyecto para que comprendan y tenga un solo objetivo y estrategias para ejecutar cumpliendo la fase que se está planificando.

En esta clase de organización se aplica la técnica de planificación Pull, que es lo planificado del ultimo hacia el inicio del hito marcado, es decir la programación reversa, esto ayudaría a identificar las secuencias de las actividades principales.

En el proyecto esto se explica en una pizarra el cual nos ayudaremos con “Tarjetas”, donde se apuntan las partidas que tienen que realizar o que otros tienen que llevar a cabo para la culminación de la actividad. Estos son pegados y ordenados de acuerdo a la secuencia de trabajo, luego de esto se mide la duración de la partida.

Propósito del Phase Scheduling:

- Nos permite controlar la entrega de los hitos del proyecto.
- Permite al equipo definir el proceso y coordinar las tareas según prioridades.
- Permite identificar restricciones para su liberación a tiempo.



**Figura 12.** Planificación de fases

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2019)

#### 2.2.4.5 Lookahead Plannig

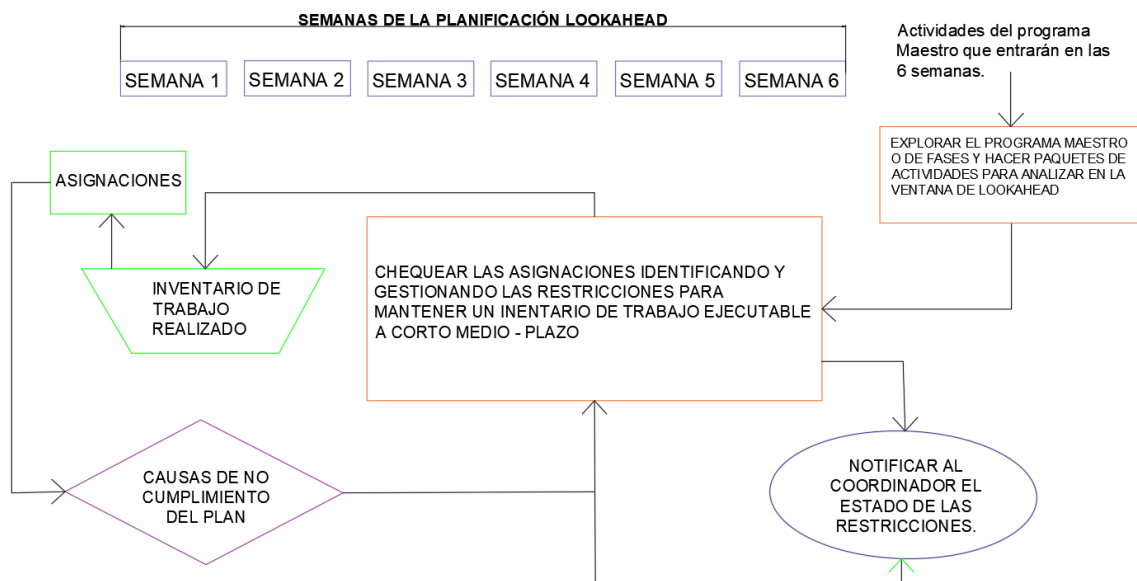
Felipe, J. & Rubio, I. (2019), En esta etapa se reconoce cada tarea concreta que necesita ser finalizada y las tareas que le siguen a esta. Permite identificar y liberar las restricciones para analizar las condiciones necesarias para tener un flujo continuo y ver que tareas pueden ser ejecutadas en su totalidad en el plazo debido.

La fase de Planificación a Medio Plazo del sistema es donde se gestiona el “PUEDE” o en la que se analice el trabajo. La ventana de la Planificación a Medio Plazo normalmente es de seis semanas, pero dependiendo de la experiencia del equipo, duración y circunstancias de cada obra, puede variar entre 3 y 8 semanas. Esta ventana se extrae del plan llevado a cabo en la Pull Session, cuyo objetivo primordial es producir flujo predecible de trabajo a lo largo de la etapa de ejecución.

En el proceso de Planificación a Medio Plazo, se reconocerán nuevas restricciones que puedan impedir la adecuada ejecución del programa maestro y se actualizarán aquellas procedentes de la Pull Session. Estas restricciones gestionadas de forma eficiente y liberadas a tiempo, nos posibilita obtener un

inventario de trabajo ejecutable (ITE) a modo de órdenes de producción específicas.

Se basa desglosar la programación general para evadir pérdidas de tiempo y material; se resaltan las actividades que se deben realizar lo más pronto posible. Aquí se supervisa la coordinación de diseño, los suministradores, recursos humanos, prerequisites para la realización de las tareas e información para que el personal pueda alcanzar sus objetivos en obra.



**Figura 13.** Grafico adaptado de la tesis doctoral de Glenn Ballard

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2019)

#### 2.2.4.6 Análisis de restricciones

Luego de que las actividades sean identificadas, se va hacer un estudio de limitaciones para conocer las condiciones elementales para que una actividad logre ser completada, reconociendo que componentes impiden no realizarla.

Felipe, J. & Rubio, I. (2019), Cada una de las limitaciones deberán ser incorporadas a una Lista o Registro de Restricciones que posibilite el seguimiento del estado de cada uno de los compromisos aceptados. Se aconseja que el formato contenga por lo menos la siguiente información:

- Actividad no completada / Impacto.
- Explicación de la restricción.
- Acción o solución.
- Encargado de liberación.
- Fecha pactada para completar el levantamiento de la restricción.
- Fecha efectiva de liberación.

CONSORCIO VIAL SANTA MARÍA		ANÁLISIS DE RESTRICCIONES										Versión 01	
												Página 1 de 1	
NOMBRE DE PROYECTO:				INGENIERO DE PRODUCCIÓN:				REUNIÓN:		SEMANA:			
MEJORAMIENTO DE LA ANTIGUA PNAmericana SUR - TRAMO IV PROGRESIVA 0+000 - 15+600				Ing. Chacon Cheng Jean				1.00		SEM 05			
CLIENTE:				TIPO DE DOCUMENTO				FECHA:					
OTM - MML				RESTRICCIONES MACRO				1/11/2018					
CÓDIGO	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	RESTRICCIÓN	PRIORIDAD	NIVEL DE RESTRICCIÓN	TIPO DE RESTRICCIÓN	IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO				RESPONSABLE		OBSERVACIÓN	
						FECHA CREACIÓN	FECHA EQ. INICIAL	ESTADO	FECHA LIBERADA	ÁREA	PERSONAL		
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL</b>													
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>													
	Acondicionamiento de Material Excedente en DME.	Cerrar Irato con propietario C&M - BPA-IVA para DME 02	ALTA	MACRO	EXTERNO	11/12/2018	21/12/2018	X	10/11/2018	Gerencia de Proyectos	Ing. Cesar Vasquez		
	Acondicionamiento de Material Excedente en DME.	Cerrar Irato con propietario para DME 01	ALTA	MACRO	EXTERNO	11/12/2018	21/12/2018	X	10/11/2018	Gerencia de Proyectos	Ing. Cesar Vasquez		
	Sub Base Granular e=0.15 m.	Muestreo de Material para Sub Base de Carretera Doris	ALTA	MACRO	MATERIALES	11/12/2018	21/12/2018	X	15/11/2018	Laboratorio de Suelos	Ing. Peñaloza Iazo		
	Conformación de Sub rasante	Llevar muestra de Terreno natural Laboratorio de la UNJ (Prueba de Sales)	MEDIO	INTERMEDI	MATERIALES	11/12/2018	21/12/2018	X	10/12/2018	Laboratorio de Suelos	Ing. Berrósqui calm Elmer		
<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>													
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr= 48 kg/cm <sup>2</sup> con Cemento Tipo HS (Incluye fibra)	Aprobación de Diseño de Mezcla de Concreto Premezclado Mr= 48 Kg/cm <sup>2</sup> por Supervisión	ALTA	MACRO	MATERIALES	11/12/2018	5/12/2018	X	12/11/2018	Produccion	Ing. Juan Manuel Leveau		
	Suministro y Colocación de Dowells-Liso-114". L=45cm @ 30 cm (Incluye canastilla)	Compra de 1er Lote de Dowells a PRODACC	ALTA	MACRO	MATERIALES	11/12/2018	15/12/2018	X	12/11/2018	Oficina tecnica	Ing. Gonzales Maza		
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr= 48 kg/cm <sup>2</sup> con Cemento Tipo HS (Incluye fibra)	Acondicionamiento de Laboratorio para Ensayos de rotura y Deflexion de testigos cilindricos y rectangulares	ALTA	MACRO	EQUIPOS	11/12/2018	3/12/2018	X	12/11/2018	Calidad	Ing. Calle velazquez		
	Ensayos de Deflectometría	Llegada de Camion Viga - Campamento T	ALTA	MACRO	EQUIPOS	11/12/2018	10/11/2018	X	12/11/2018	Oficina tecnica	Ing. Yesenia Calle velazquez		
	Suministro y Colocación de Dowells-Liso-114". L=45cm @ 30 cm (Incluye canastilla)	Diseño de Dowells y traslapes en Ingresos y Cruces de Pavimento Rígido	MEDIO	MACRO	MATERIALES	11/12/2018	12/01/2019	X	12/04/2019	Calidad	Ing. Cesar Vasquez		
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr= 48 kg/cm <sup>2</sup> con Cemento Tipo HS (Incluye fibra)	Pietro de Postes de Alumbrado Publico Proa. 3+000 - 4+000 Interferencias (LUZ	ALTA	MACRO	EXTERNO	11/12/2018	5/12/2018	X	01/12/2018	Gerencia de Proyectos	Ing. Cesar Vasquez		
<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>													
	Pecapeo de Carpeta Asfáltica en Caliente e = 2"	Aprobación cambio de Superficie de Rodadura de Asfalto a Pavimento Rígido	MEDIO	MACRO	DISEÑO	11/12/2018	15/03/2019	X	08/09/2019	Produccion	Ing. Residente Roberto Mejia		
	Pecapeo de Carpeta Asfáltica en Caliente e = 2"	Muestreo de Material Subrasante Prog. 14+400 - 15+601	MEDIO	MACRO	MATERIALES	11/12/2018	5/03/2019	X	22/03/2019	Laboratorio de Suelos	Ing. Peñaloza Iazo		

Figura 14. Análisis de restricciones

**Elaboración:** Los autores

Confiabilidad de la liberación de restricciones: Restricciones liberadas en la fecha o antes de la fecha comprometida dividido entre el n° total de restricciones que deberían haber sido liberadas a la fecha.

Cantidad de restricciones identificadas por semana (proporciona información de si el equipo está analizando las actividades a conciencia o no).

Días de anticipación: Es la fecha necesaria de liberación menos la fecha de identificación (muestra cual es la anticipación real de los equipos).

Capacidad de gestión de equipo: Es la fecha de identificación menos la fecha real de liberación (muestra cuantos días requiere el equipo para liberar una restricción desde que se identifica).

#### **2.2.4.7 Weekly plan**

Felipe, J. & Rubio, I. (2019). Es importante que cada “último planificador” asuma sus compromisos de producción y exponga la responsabilidad que está asumiendo. Él es quien está asumiendo el compromiso con su equipo, no está diciendo que “sí” a lo que le están solicitando las jefaturas. Ahora bien, el Sistema del Último Planificador tampoco se trata de escuchar y aceptar los compromisos del equipo sin cuestionarlos. No podemos olvidar que tenemos un contrato que cumplir con fechas, costes y calidad comprometida. Es una junta en la que todos los últimos planificadores se reúnen para coordinar actividades y plasmar los compromisos de la siguiente semana, esto genera que cada contratista se comprometa con lo que está planeado. Esta junta se lleva a cabo con base a las restricciones liberadas.

Uno de los cambios de mentalidad que propone LEAN, es que es mejor el compromiso de los que saben “que se va hacer” que ordenar “lo que se tiene que hacer” es parte del trabajo colaborativo del sistema.

Para una gestión eficaz, se recomienda utilizar formatos en los que quede claro el plan a corto plazo comprometido por el equipo. En este formato se debe incluir al menos:

- Actividad a ejecutar.
- Responsable de la actividad.
- Compromiso asumido (cantidad de obra ya sea en cantidad o porcentaje).
- Avance real.
- Diagrama de Gantt (si es necesario).



PLAN SEMANAL																						
ID.	ACTIVIDAD	FECHAS		UD.	RESPONSABLE	META		COMPLETADA	SEMANA	Junio												
		INICIO	TERMINO			Comprometida	Alcanzada			V	L	M	M	J								
		1	4			5	6			7												
	EDIFICIO																					
	Ciclo 1 Muros																					
	Enfierradura	31/05	02/06		JP	100%	100%	1														
	Encofrado	04/06	05/06	m2	IR	100%	95%	0														
	Hormigón	05/06	05/06	m3	MA	100%	0%	0														
	Descimbre y Limpieza	06/06	06/06		IR	100%	0%	0														
	Ciclo 2 Muros																					
	Enfierradura	31/05	04/06		JP	100%	100%	1														
	Moldaje	05/06	06/06	m2	IR	100%	100%	1														
	Hormigón	06/06	06/06	m3	MA	100%	100%	1														
	Descimbre y Limpieza	07/06	07/06		IR	100%	0%	0														
	Ciclo 3 Muros																					
	Enfierradura	31/05	05/06		JP	50%	30%	0														
RESUMEN: Total Cumplidas (4) / Total Actividades (8) = 50%																						

**Figura 15.** Ejemplo de planificación semanal a corto plazo

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2019)

#### 2.2.4.8 Daily plan

Es una junta la cual se hace todos los días al iniciar el día de trabajo en donde se reúnen los últimos planificadores para revisar los compromisos del día anterior y coordinar las actividades a realizar en el día.

Felipe, J. & Rubio, I. (2019). En general, una buena agenda para la stand-up meeting del LPS puede ser dirigida por el encargado de obra o jefe de producción y basarse en una puesta al día del equipo para:

- Revisar los progresos de ayer.
- Revisar los Compromisos de hoy.
- Identificar los obstáculos o problemas.

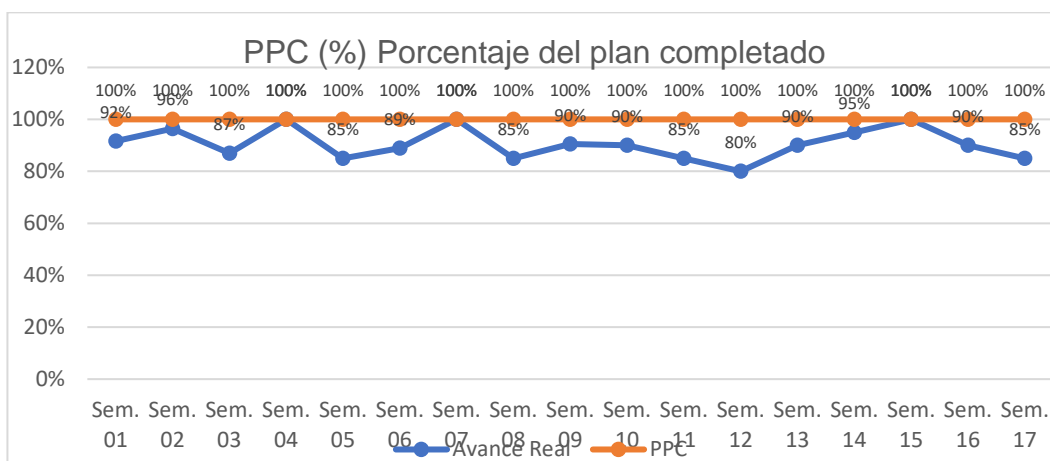
#### 2.2.4.9 Porcentaje de Plan Cumplido

Felipe, J. & Rubio, I. (2019). El porcentaje del plan completado, a veces llamado porcentaje de promesas cumplidas es un indicador clave para medir la confiabilidad del equipo planificando. Se calcula como el “número de tareas comprometidas completadas” dividido por el “número total de tareas comprometidas planificadas para la semana” en curso. Mide el porcentaje de

asignaciones que se completan al 100% tal y como se había previsto, y se usan criterios binarios de SI/ NO, de manera que una tarea terminada al 90% sería un NO. Por ejemplo, si se han planificado 4 tareas y se han finalizado solo 3, aunque la cuarta tarea esté terminada a medias, el PPC será el resultado de dividir 3 entre 4, es decir, el 75%.

Aquí se mide que tan confiable somos como equipo cuando asumimos los compromisos, al terminar la semana se evalúa si el trabajo se culminó según lo prometido.

$$PPC = \frac{(\text{Total actividades cumplidas})}{(\text{Total actividades programadas})} \times 100$$



**Figura 16.** Porcentaje de plan cumplido

**Elaboración:** Los autores

### 2.2.4.10 Causas de No Cumplimiento

Felipe, J. & Rubio, I. (2019). Una vez ha pasado el periodo de corto plazo comprometido y se analiza el cumplimiento de los compromisos, para cada compromiso 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 el por qué no se pudo ejecutar lo comprometido de manera que se tomen acciones correctivas en base a la causa raíz identificada. Es importante utilizar metodologías que permitan identificar la causa raíz para tomar acciones en el proceso correcto y

generar los impactos deseados, así como disponer de un listado de las causas de no cumplimiento más frecuentes que nos permita aprender de los errores.

Factores que impidieron que una tarea se completara como se había prometido, se debe de identificar cual fue la causa raíz de ese no cumplimiento, al identificar la causa se busca tomar acciones correctivas para que el flujo de trabajo sea fluido.



**Figura 17.** Matriz de Ishikawa – encuesta a expertos

**Elaboración:** Los autores

### 2.2.4.11 Metodología de los 5 porqués

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2019). Los 5 porqués es una técnica de resolución de problemas para descubrir la causa raíz de un problema, no conformidad o desviación de la norma. Si se mira el ejemplo de la figura XX, se observa que en cada causa identificada se apunta a mejorar un proceso diferente. En este caso si mejoramos cualquier proceso que no sea el de Diseño, no se obtendrá el impacto de rendimiento que se espera en la obra.

Es deseable que cada empresa tenga una lista acotada de unas 10 o 15 Causas de No Cumplimiento (ver tabla 6) que facilite la homogeneización en su identificación para posteriormente clasificar las más repetitivas mediante un

diagrama de Pareto, de manera que sea fácil ver qué es lo que más está afectando a la obra y poder enfocar los esfuerzos de mejoramiento, entendiendo que los recursos en obras son limitados y no se tiene el tiempo ni los recursos requeridos para mejorar cada uno de los problemas identificados

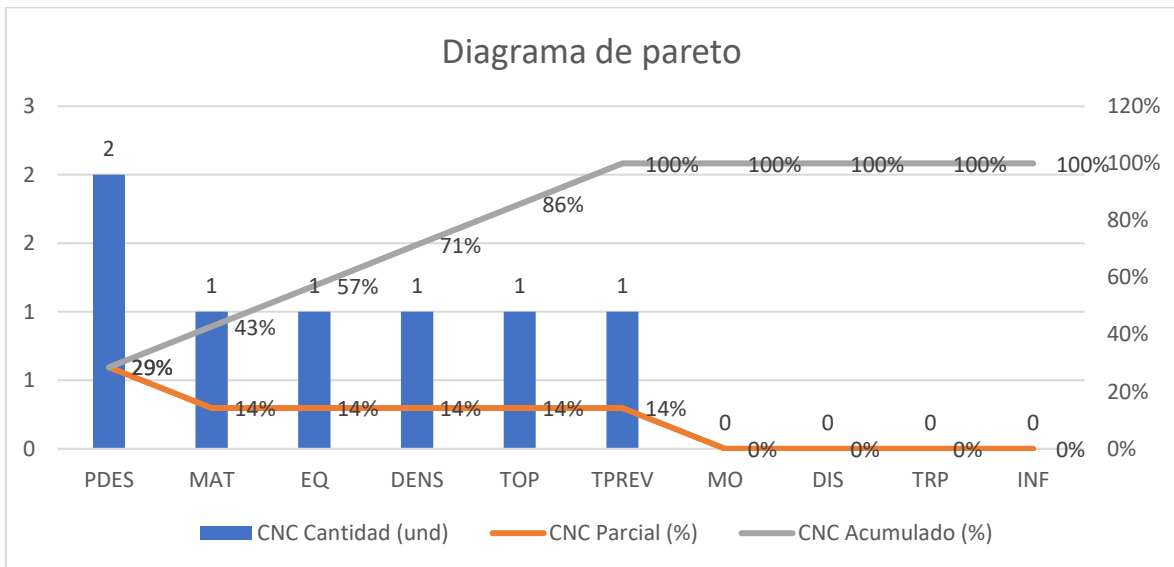


**Figura 18.** Ejemplo de 5 Porqués

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2019)

#### 2.2.4.12 El diagrama de Pareto

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2019). El principio de Pareto es también conocido como la regla 80-20, posteriormente generalizada por Joseph M. Juran. Pareto (1848-1923), estudió que la gente en su sociedad se dividía naturalmente entre los «pocos de mucho» y los «muchos de poco»; se establecían así dos grupos de proporciones 80-20 tales que el grupo minoritario, formado por un 20% de población, ostentaba el 80% de algo y el grupo mayoritario, formado por un 80% de población, el 20% de ese mismo algo. En concreto, Pareto estudió la propiedad de la tierra en Italia y lo que descubrió fue que el 20% de los propietarios poseían el 80% de las tierras, mientras que el restante 20% de los terrenos pertenecía al 80% de la población restante. Hoy en día, el principio de Pareto se aplica a campos tan variados como la política, economía, logística, control de calidad, ingeniería del software, redes informáticas, análisis y resolución de problemas, etc.



**Figura 19.** Diagrama de Pareto – CNC

**Elaboración:** Los autores

## 2.2.5 Gestion visual del Last Planner System

### 2.2.5.1 Paneles de Planificación diaria visual

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2019). Conjunto de paneles semanales en los cuales colocaremos las tarjetas de colores (una fila por subcontratista o especialidad) día a día hasta completar la planificación. Las tarjetas que se colocan en este panel son órdenes de producción diarias, con información de la tarea que se ejecutará ese día y dónde se ejecutará. Adicionalmente se puede colocar más información. Estas tareas contienen información procedente de las tarjetas de la Pull Session, pero descompuesta de forma más detallada en actividades diarias. Los subcontratistas o ejecutores finales escribirán las tareas en las tarjetas correspondientes y las colocarán en los paneles semanales correspondientes. Así, estas tarjetas se convierten en compromisos, en órdenes de producción y permite a los subcontratistas ver las dependencias y los solapes reales que habrá cada semana.

### 2.2.5.2 Avance longitudinal por vuelo dron

En la actualidad estos vehículos aéreos sin tripulación permiten al usuario captar imágenes fotográficas y videos con un panorama general de toda la obra. Este proceso continuo de inspección y supervisión permite conocer el impacto visual de la obra. También facilita el seguimiento durante todas las fases, lo que posibilita reconocer problemas y plantear soluciones oportunas.



**Figura 20.** Vuelo dron – progresiva 9+600 – 9+900 – Tramo II

**Elaboración:** Los autores

### 2.2.5.3 Big Room

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2019). El Big Room como la habitación o el lugar donde se reúnen los planificadores para la aplicación de esta metodología, que básicamente es el conjunto del Last Planner como el: Master Plan, Lookahead Planning, Pull Session, Weekly plan y Daily plan. La ubicación de la habitación variara de acuerdo a como avanza el proyecto.

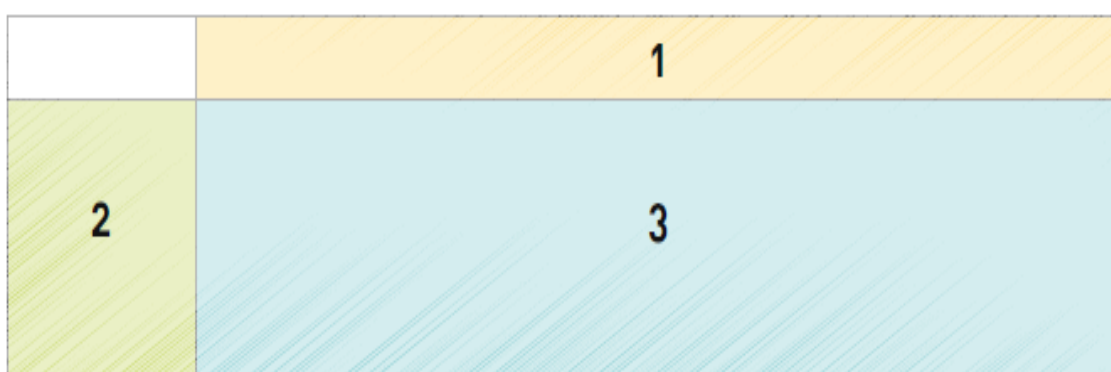
Respecto a la viabilidad de una Big Room para el LPS, la pregunta correcta seria ¿cuánto dinero le cuesta al proyecto no hacerlo? ¿hasta cuánto podemos estirar nuestro presupuesto para hacerlo posible? ¿cuánto beneficio podemos obtener con los medios disponibles? En el contexto de Last Planner® System, la Big Room no requiere de soluciones costosas ni complejas y las empresas realmente interesadas han encontrado soluciones económicas e ingeniosas que les han permitido maximizar el valor de esta sala y rentabilizar su inversión

#### 2.2.5.4 Paneles de Pull Session

Según Felipe, J. & Rubio, I. (2019). Para la ejecución de la Planificación Pull hay ciertas definiciones y acciones que debe tomar el equipo. En esta sección se realizarán algunas recomendaciones, pero cada equipo debe tomar las consideraciones que tengan más sentido para ellos en base a las características de la obra y la fase a planificar, de manera que, al finalizar el proceso, todo el equipo entienda y se adhiera a las decisiones tomadas y al plan realizado.

Entre las decisiones a tomar, se debe considerar cómo se conformará el panel de la Planificación Pull. En éste se reconocerán 3 sectores principales:

- En el sector 1 por lo general se considera el tiempo. Se debe definir si será en días, semanas, quincenas o meses, Se verá principalmente a partir de la duración de la fase y el tipo del proyecto.
- En el sector 2, generalmente se consideran las áreas, secciones, agrupación de la obra o de los subcontratistas.
- Y el sector 3, por lo general se consideran principalmente las actividades, tareas e hitos de la fase.



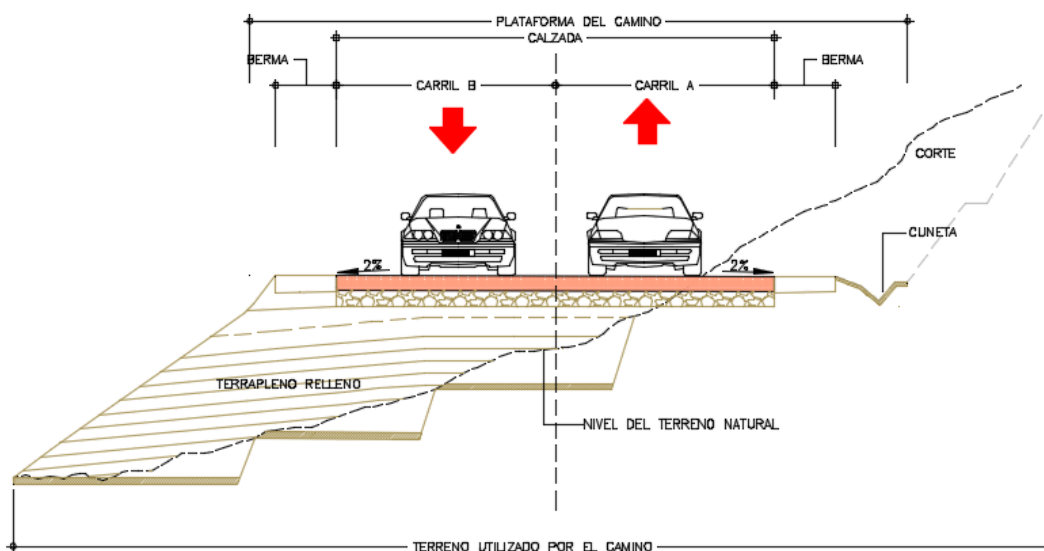
**Figura 21.** Áreas de un panel de planificación Pull

**Fuente:** Felipe, J. & Rubio, I. (2019)

#### 2.2.6 Concepto inicial de caminos

### 2.2.6.1 Componentes de la infraestructura de un camino

En esta parte se tratan los conceptos y criterios básicos que lleven a una más grande comprensión sobre la realidad de los pavimentos accesibles en el país, así como su ámbito de aplicación.



**Figura 22.** Componentes de la infraestructura del camino

**Fuente:** MTC – Sistema nacional de inversión pública

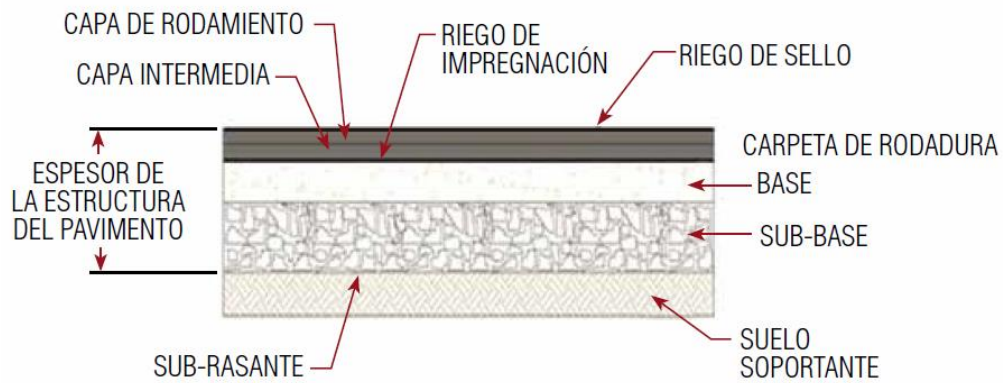
### 2.2.6.2 Pavimento

Composición de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y repartir esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de estabilidad y tranquilidad para el tránsito. Generalmente, está constituida por la sub base, base y capa de rodadura.

#### 2.2.6.2.1 Pavimento flexible

Es una estructura compuesta de capas granulares (sub base, capa base) y como capa de rodadura una carpeta conformada con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y, de ser la situación, aditivos. Primordialmente se estima como capa de rodadura asfáltica sobre capas granulares: mortero asfáltico, procedimiento superficial bicapa, micro pavimentación, macadam asfáltico, mezclas asfálticas fría y mezclas asfálticas caliente.





**Figura 23.** Estructura de un pavimento flexible

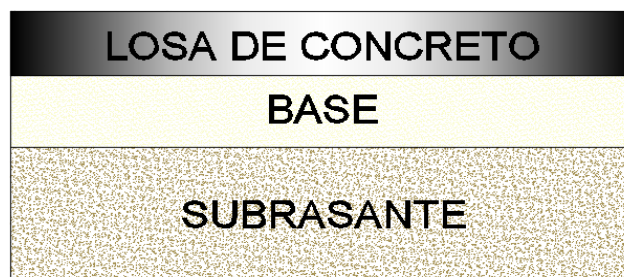
**Fuente:** MTC – Sistema nacional de inversión pública

### 2.2.6.2.2 El pavimento semirrígido

Es una estructura de pavimento compuesta prácticamente por capas asfálticas con un espesor total bituminoso (carpeta asfáltica en caliente sobre base tratada con asfalto); además se estima como pavimento semirrígido la composición compuesta por carpeta asfáltica sobre base tratada con cemento o sobre base tratada con cal. Dentro del tipo de pavimento semirrígido se integró los pavimentos adoquinados.

### 2.2.6.2.3 El pavimento rígido

Es una estructura de pavimento compuesta especialmente por una capa de sub base granular, sin embargo, esta capa podría ser de base granular, o podría ser estabilizada con cemento, asfalto o cal, y una capa de rodadura de losa de concreto de cemento hidráulico como aglomerante, agregados y de ser la situación aditivo.



**Figura 24.** Estructura de un pavimento rígido

**Fuente:** MTC – Sistema nacional de inversión pública

## 2.3 Definición de términos básicos

**Afirmado:** El afirmado se apoya en una capa compactada de material granular natural o procesada, con gradación específica que aguanta de manera directa las cargas y esfuerzos del tránsito. Tiene que poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que posibilite conversar aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en caminos y carreteras no pavimentadas.

**Análisis de restricciones:** Conocer las condiciones necesarias para que la actividad pueda ser completada, identificando que problemas impiden su realización.

**Calzada:** Parte de una vía dispuesta para la transito de vehículos.

**Carril:** Parte de la calzada dedicada al tránsito de una fila de vehículos en una misma dirección de tránsito.

**Corte:** El corte es el fragmento de la explanación conformada por la excavación del lote natural hasta conseguir el nivel de la subrasante del camino.

**Cuneta:** Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, destinados a conducir los escurrimientos superficiales y sub superficiales que proceden de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, con la intención de defender la composición del pavimento.

**Base:** Capa de material selecto y procesado que se sitúa entre la parte preeminente de una sub base o de la subrasante y la capa de rodadura. Esta capa podría ser además de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la composición de un pavimento.

**Berma:** Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se usa como zona de seguridad para el estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.

**CNC:** Causas de no cumplimiento, factores que impidieron completar la tarea según lo planificado.

**Daily Plan:** Reuniones al frente de un panel de gestión visual del equipo, normalmente duran de cinco a diez minutos, uno de los propósitos es revisar los compromisos y restricciones del día a trabajar.

**Derecho de vía:** Faja de terreno de ancha variable dentro de la cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad

para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

**Explanación:** Se denomina explanación al movimiento de tierras conformado por cortes y rellenos (terraplén) para obtener la plataforma de la carretera hasta el nivel de la subrasante del camino.

**Last Planner System:** Es una herramienta de la filosofía Lean Construction que se encuentra en el interior del LPDS (Lean Project Delivery System) en la etapa de control de la producción.

**Lookahead Plannig:** Se reconoce cada tarea concreta que necesita ser finalizada y las tareas que le siguen a esta. Permite identificar y liberar las restricciones.

**Master Plan:** Es un cronograma para la identificación de los principales eventos o hitos para proyecto.

**Pavimento:** Estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por capa de rodadura, base y sub base.

**Phase Scheduling:** Etapa del sistema es definir y validar el trabajo a realizar para cumplir cada fase de la obra que tiene una duración entre 3 y 6 meses.

**PPC:** Porcentaje de partidas completas, es un indicador para medir la confiabilidad de lo planificado.

**Rasante del camino:** Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía.

**Sub base:** Capa que forma parte de la estructura de un pavimento que se encuentra inmediatamente por debajo de la capa de base.

**Sub drenaje:** Obra de drenaje que tiene por finalidad deprimir la napa freática que afecta la vía por efectos de capilaridad.

**Sub rasante del camino:** La subrasante es la superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte y relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado. La subrasante es el asiento directo de la estructura del pavimento y forma parte del prisma de la carretera, que se construye entre el terreno natural allanado o explanada y la estructura del pavimento.

**Superficie de rodadura:** Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

**Terraplén:** El terraplén es la parte de la explanación situada sobre el terreno preparado. También se le conoce como relleno.

**Weekly plan:** Compromisos de objetivos específicos en tareas productivas, utilizando formatos como: actividad a realizar, persona responsable de la actividad, compromiso asumido, progreso real y diagrama Gantt.

## **2.4 Hipótesis**

### **2.4.1 Hipótesis general:**

La Aplicación del Last Planner System con las Herramientas de Gestión Visual, mejora los procesos de Planificación y Control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima.

### **2.4.2 Hipótesis específicas:**

Al aplicar el Master Plan, reduce los Plazos de entrega en la fase infraestructura vial entre un 5% a 10 % del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y departamento de Lima.

Al aplicar el Phase Schedule, reduce los Plazos de entrega en la fase de infraestructura vial entre un 5% a 10% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la provincia y departamento de Lima.

Al aplicar el Lookahead Planning, aumenta el porcentaje de plan cumplido por mes en la fase de infraestructura vial en más del 85% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la provincia y departamento de Lima.

Al aplicar el Weekly Plan Visual, aumenta el porcentaje de plan cumplido por semana en la fase de infraestructura vial en más del 85% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la provincia y departamento de Lima.

Al aplicar el Daily Plan, reduce los costos Hm por actividad en la fase de infraestructura vial entre un 5% a 10% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la provincia y departamento de Lima.

## **CAPITULO III METODOLOGÍA**

### **3.1 Diseño**

#### **3.1.1 Tipo de Investigación**

El presente trabajo se trata de una investigación aplicada, porque se investiga sobre el control de la producción para mejorar las obras viales proponiendo uso de metodologías. Es decir, tiene como objetivo incrementar la fiabilidad en la planificación y la producción en los proyectos de obras viales.

#### **3.1.2 Enfoque de la investigación**

La investigación cuenta con un enfoque cuantitativo, pues este es el que mejor se acomoda a las propiedades y necesidades de la indagación. El enfoque cuantitativo usa la recopilación y el análisis de datos para contestar cuestiones de investigación y probar hipótesis fundada anteriormente.

#### **3.1.3 Nivel de Investigación**

La categoría en esta investigación será descriptiva, porque describe los problemas asociados al proyecto que luego se presentaran como es el uso de diagramas, tablas, etc., con los cuales se obtendrá el enfoque de estos problemas. Estos datos estadísticos se obtendrán a partir de la supervisión de las actividades del proyecto.

#### **3.1.4 Diseño de Investigación**

El diseño de la investigación será no experimental, porque se hace la investigación sin recurrir a tocar intencionalmente las variables. Lo que se hace es el análisis de las variables observando como desarrollan las actividades.

Longitudinal, porque se examina de manera permanente el avance durante el día, semana, mes, para la recolección de datos estadísticos.

Prospectivo, porque se centra en datos por medio de uso de indicadores con la meta de alcanzar las hipótesis y objetivos planteados.

### 3.2 Muestra

#### 3.2.1 Población

En esta investigación se utilizará la población de la Obra de Mejoramiento de la Vía Antigua Panamericana Sur, Tramo: Puente Arica – Santa María del Mar; Distritos: Lurín, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar, Provincia de Lima – Lima.

El Proyecto se encuentra ubicado a la altura del Km. 40 al Km. 56 de la Nueva Panamericana Sur



**Figura 25.** Ubicación regional y distrital – Antigua Panamericana Sur

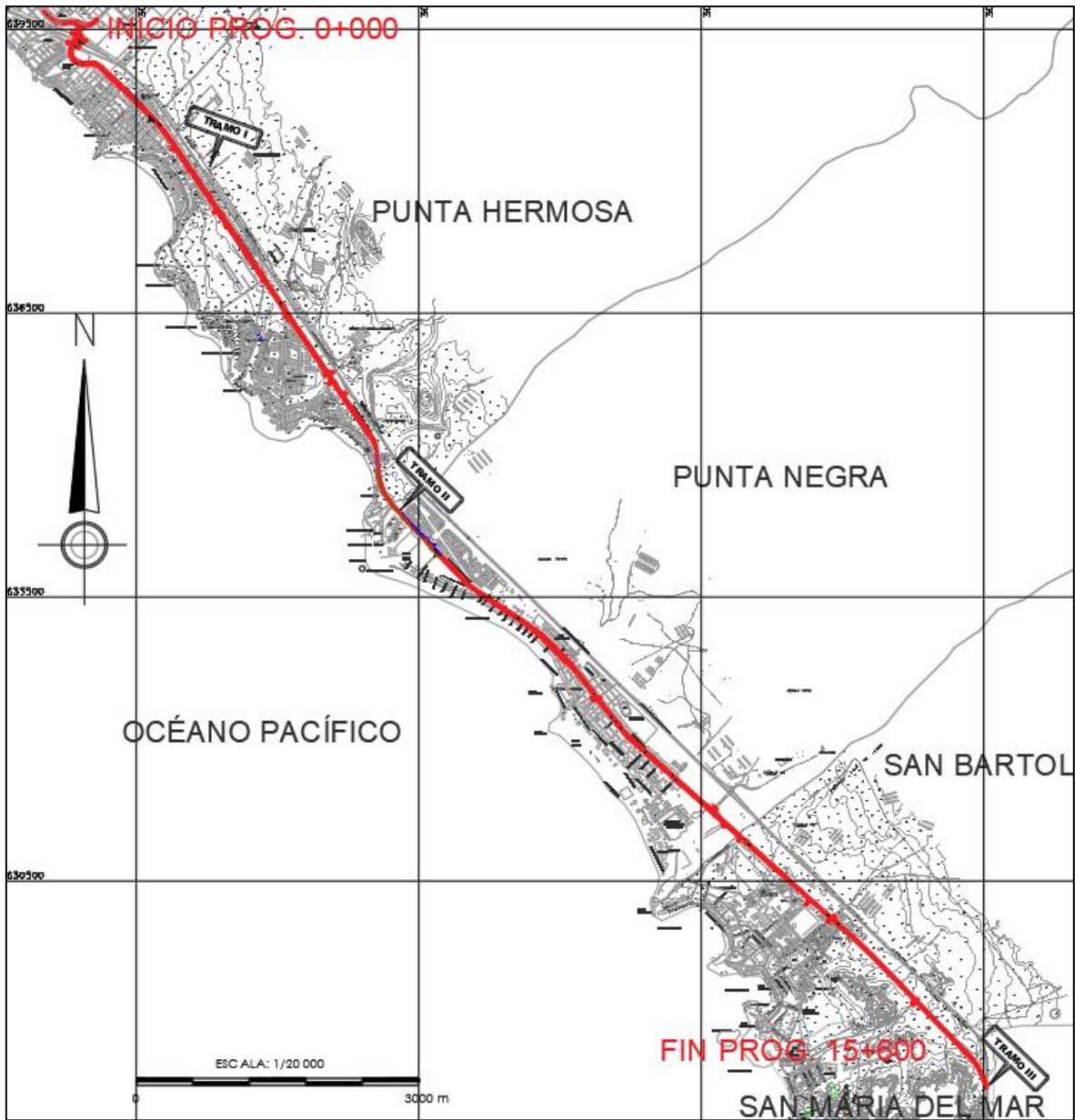
**Elaboración:** Los autores

**Tabla 1.** Coordenadas UTM WGS 84 – ZONA 18S

<b>ESTE</b>	<b>NORTE</b>
299,087.309	8,639,633.062
299,356.763	8,639,458.599
300,883.133	8,637,536.880
301,357.459	8,636,886.786
302,093.232	8,635,733.927
302,579.812	8,634,943.334
304,228.715	8,633,174.014
304,856.013	8,632,496.629
305,818.484	8,631,481.422
306,743.378	8,630,680.878
307,780.863	8,629,750.337
308,940.143	8,628,549.666
299,575.381	8,639,141.977
277,148.236	8,663,289.536

**Elaboración:** Los autores

El Proyecto tiene como Progresiva inicial 0+000 la cual se encuentra a la Altura del Km. 40 de la Panamericana Sur en el distrito de Lurín y como Progresiva final 15+600 la cual se encuentra en el distrito de Santa María del Mar.



**Figura 26.** Plano Ubicación General – Antigua Panamericana Sur

**Elaboración:** Los autores



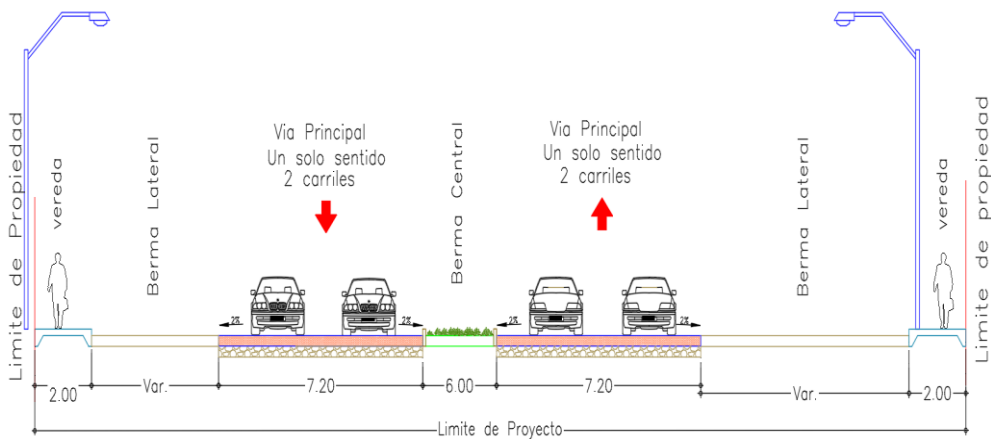
### 3.2.2 Muestra

La muestra comprende 02 calzadas con dos tipos de anchos (7.20 m. y 6.90 m.) de 02 carriles cada uno, cuenta con una longitud de 14.4 Km. con una carpeta de rodadura en Pavimento Rígido con una resistencia de  $F'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$  con macrofibras y microfibras y una longitud de 1.2 Km. en Pavimento flexible.

**Tabla 2.** Cuadro de anchos por Progresiva

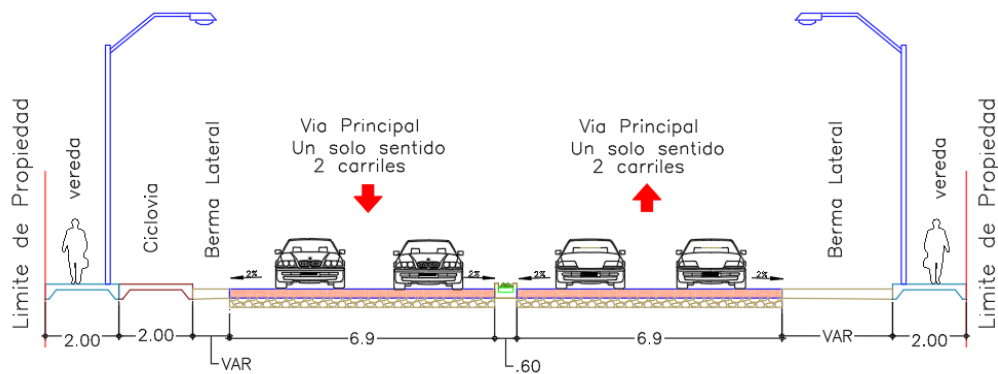
SECCIONES TÍPICAS - VÍA AUXILIAR ANTIGUA PANAMERICANA SUR - TRAMO IV						
PROGRESIVAS	PAV	BERMA	PAV	ANCH. TOTAL	ST	
0+000.00	0+517.20	7.2	6.0	7.2	20.4	1
0+517.20	0+632.71	7.2	6.0	7.2	20.4	1
0+632.71	3+980.00	7.2	2.6	7.2	17.0	2
3+980.00	6+060.00	6.9	0.6	6.9	14.4	3
6+060.00	6+960.00	3.6	-	3.6	7.2	4
6+960.00	8+700.00	6.9	0.6	6.9	14.4	3
8+700.00	9+365.00	7.2	VAR	7.2	VAR	5
9+365.00	12+600.00	6.9	0.6	6.9	14.4	3
12+600.00	14+400.00	3.6	-	3.6	7.2	6
14+400.00	15+601.00	3.6	-	3.6	7.2	7

**Elaboración:** Los autores



**Figura 27.** Secciones transversal típica I

**Elaboración:** Los autores



**Figura 28.** Secciones transversal típica I

**Elaboración:** Los autores

Como parte de la muestra comprende la Fase de Mejoramiento de Infraestructura vial compuesto por las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento Rígido en donde se tiene las siguientes actividades para su aplicación:

- La capa de Rodadura tiene un espesor de 26 centímetros, con un concreto  $M_r = 48 \text{ Kg/cm}^2$  o su equivalente a  $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ , con cemento tipo HS y macro fibras de polipropileno.
- Espaciamiento entre juntas transversales de 3.60 metros.
- Pasadores en las juntas transversales de acero liso de 1 1/4 pulgadas de 40 centímetros de largo @ 30 centímetros.
- Barras de amarre en las juntas longitudinales de acero corrugado de 5/8" de 80 centímetros de largo @ 0.90 m.
- Conformación y compactación de Subrasante existente.
- Capa de Mejoramiento de Subrasante con material de cantera con espesores que oscilan de la Progresiva 0+000 – 3+000 de 30 centímetros: de la Progresiva 3+000 – 4+000 de 75 centímetros: de la Progresiva 4+000 – 14+400 de 45 centímetros.
- Capa Sub base Granular de un espesor de 15 centímetros.

**Tabla 3. Partidas muestrales**

<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>		
Excavación no Clasificada para Explanaciones (Incluye transporte)	m3	147,574.03
Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera (Incluye transporte)	m3	77,531.00
Conformación de Subrasante	m2	204,497.79
Sub Base Granular e = 15 cm (Incluye transporte)	m3	26,672.80
<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>		
Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr = 48 kg/cm2	m2	204,497.79

**Elaboración:** Los autores

<p align="center"><b>PROCESO CONSTRUCTIVO - MOVIMIENTO DE TIERRAS Y PAVIMENTO RIGIDO</b></p> <p align="center"><b>OBRA: Mejoramiento de la Vía Antigua Panamericana Sur, Tramo: Puente Arica – Santa María del Mar; Distritos: Lurín, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar, Provincia de Lima – Lima.</b></p>			
Nº	ESTRUCTURA	PARTIDA	ACTIVIDAD
1.00	CALZADA	TRAZO Y REPLANTEO	 
2.00	CALZADA	FRESADO Y ELIMINACION DE ASFALTO	 
3.00	CALZADA	EXCAVACION NO CLASIFICADA PARA EXPLANACIONES	 

**Figura 29.** Proceso Constructivo MT

**Elaboración:** Los autores

4.00	CALZADA	CONFORMACION Y COMPACTACION DE SUBRASANTE		
5.00	CALZADA	LIBERACION COTAS POR TOPOGRAFIA Y DENSIDAD DE CAMPO EN SUBRASANTE		
6.00	CALZADA	CONFORMACION Y COMPACTACION DE MEJORAMIENTO DE CAPA SUBRASANTE		
7.00	CALZADA	LIBERACION COTAS POR TOPOGRAFIA- MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE		
8.00	CALZADA	LIBERACION DENSIDAD DE CAMPO MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE		

**Figura 30.** Proceso Constructivo MT

**Elaboración:** Los autores

9.00	CALZADA	CONFORMACION Y COMPACTACION SUB BASE GRANULAR		
10.00	CALZADA	LIBERACION COTAS POR TOPOGRAFIA- SUB BASE GRANULAR		
11.00	CALZADA	LIBERACION ENSAYO DE DEFLECTOMETR IA		
12.00	CALZADA	COLOCACION DE LINEAS GUIAS Y BALIZAS - DOWELS DE 1 1/4"		

**Figura 31.** Proceso Constructivo MT

**Elaboración:** Los autores

### **3.2.3 Descripción del caso de estudio**

## **3.3 Instrumentos**

### **3.3.1 Técnica**

Esta investigación tiene como base la metodología Last Planner system con las herramientas de gestión visual, en la cual se obtiene como resultado una mejor confiabilidad y un mejor control de la producción. Teniendo toda la información de las partidas a ejecutarse bajo la implementación de la metodología Last Planner system, tuvimos formatos para el llenado de la información en campo:

- Master Plan
- Phase schedule
- Lookahead Planning
- Weekly plan
- Daily plan
- Porcentaje de plan cumplido
- Causas de no cumplimiento

### **3.3.2 Instrumentó para la recolección**

La presente investigación conto con formatos para el control de los avances, para la planificación semanal, planificación mensual, para el control de los porcentajes de plan cumplidos y las causas de no cumplimiento.

### **3.3.3 Instrumentó de procesamiento**

La recopilación de datos se utilizaron los diferentes formatos de control en campo y su representación de los datos obtenidos serán en gráficos, tablas y figuras que explicara los datos recogidos en cada partida ejecutada de la investigación.

Los datos que se obtuvieron fueron procesados mediante los siguientes instrumentos:

- Microsoft Project
- Microsoft Excel
- Microsoft Word

### 3.4 Variables

#### 3.4.1 Variable dependiente.

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó la variable dependiente es la Planificación y control de la producción, es de tipo de enfoque cuantitativo ordinal

#### 3.4.2 Variable independiente.

Para el desarrollo de la investigación, se utilizó la variable independiente es Last Planner System con Herramientas de Gestión Visual, es de tipo de enfoque cuantitativo ordinal.

#### 3.4.3 Operacionalización de variables.

**Tabla 4.** Variables

OPERACIONALIZACION DE VARIABLES			
Variable Independiente	Dimensiones	Indicadores	Instrumentos
<b>Last Planner System con Herramientas de Gestión Visual</b>	1. Master Plan	Hitos de Proyecto Estrategias de Proyecto y Tecnologías Secuencia de Trabajo Macro Sectorización Macro Restricciones Principales (Largo Plazo)	Como Inputs tenemos los Alcances del Proyecto, Presupuesto, Contrato, Cronograma de Avance. La técnica utilizada es la observación y como instrumento de registro será mediante caminatas gemba, vuelos dron, Reportes de Control diario de Producción, Registro de avance físico, Registro de restricciones, rendimientos, Informes de Producción Semanal, Curvas de Producción. Los resultados serán procesados mediante Cuadros Excel y serán analizados a través de Tablas, Gráficos,
	2. Phase Schedule	Sectorización por Fase Programación Pull (Secuencia de Trabajo) Situación actual por vuelo dron	
	3. Lookahead Planing	Programación 05 semanas Gráfico Longitudinal de Avance Situación Actual por Vuelo Dron Análisis de restricciones	
	4. Weekly Plan Visual	Actividades Libre de restricciones Programación 01 Semana Tren de Actividad Programación Semanal Gráfica	
	5. Daily Plan	Distribución de Personal, Equipos, Actividades Volumenes de Trabajo	
<b>Variable Dependiente</b>	<b>Dimensiones</b>	<b>Indicadores</b>	
<b>Planificación y Control de la Producción</b>	Planificación	Curva de Avance Programado vs Ejecutado	
	Control de la Producción	Reporte de Control diario de Producción Indicadores Movimiento de Tierras Indicadores Pavimento Rígido Indicadores PPC Indicadores CNC ISP	

**Elaboración:** Los autores



## CAPITULO IV DESARROLLO Y APLICACIÓN

### 4.1 Datos generales del Proyecto

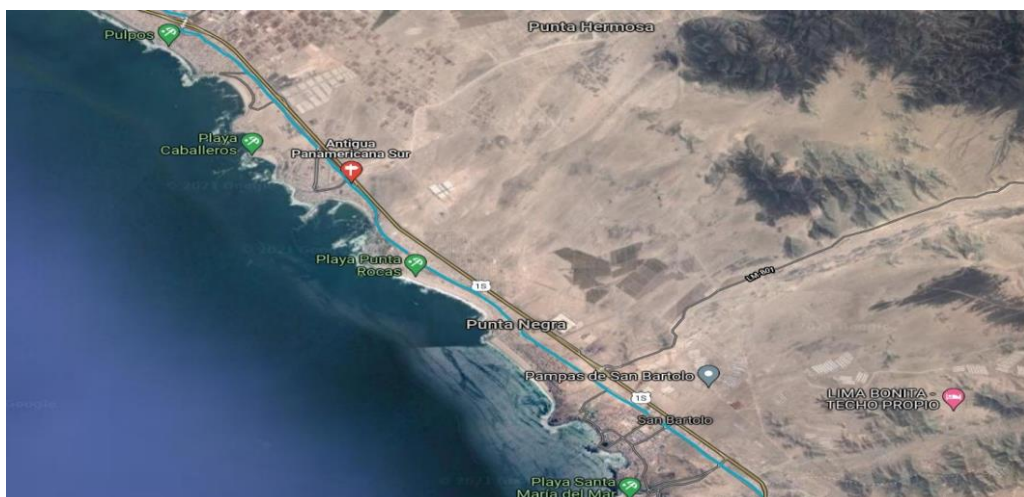
#### 4.1.1 Descripción del Proyecto

El Proyecto en el cual se realizó la presente investigación es la Obra de Mejoramiento de la Vía Antigua Panamericana Sur, Tramo: Puente Arica – Santa María del Mar; Distritos: Lurín, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar, Provincia de Lima – Lima.

#### 4.1.2 Ubicación y Accesibilidad

El área del Proyecto de la presente investigación comprende un tramo de la Antigua Panamericana Sur iniciando a la Altura del Km. 40 de la Carretera Sur y terminando a la Salida del Balneario de Santa María atravesando los distritos de Lurín, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar Provincia de Lima y Departamento de Lima.

La vía a mejorar comprende una Longitud de 15.6 Km y forma parte del plan de Proyectos: Obras Viales para la Accesibilidad de los Juegos Panamericanos y Para panamericanos Lima 2019.



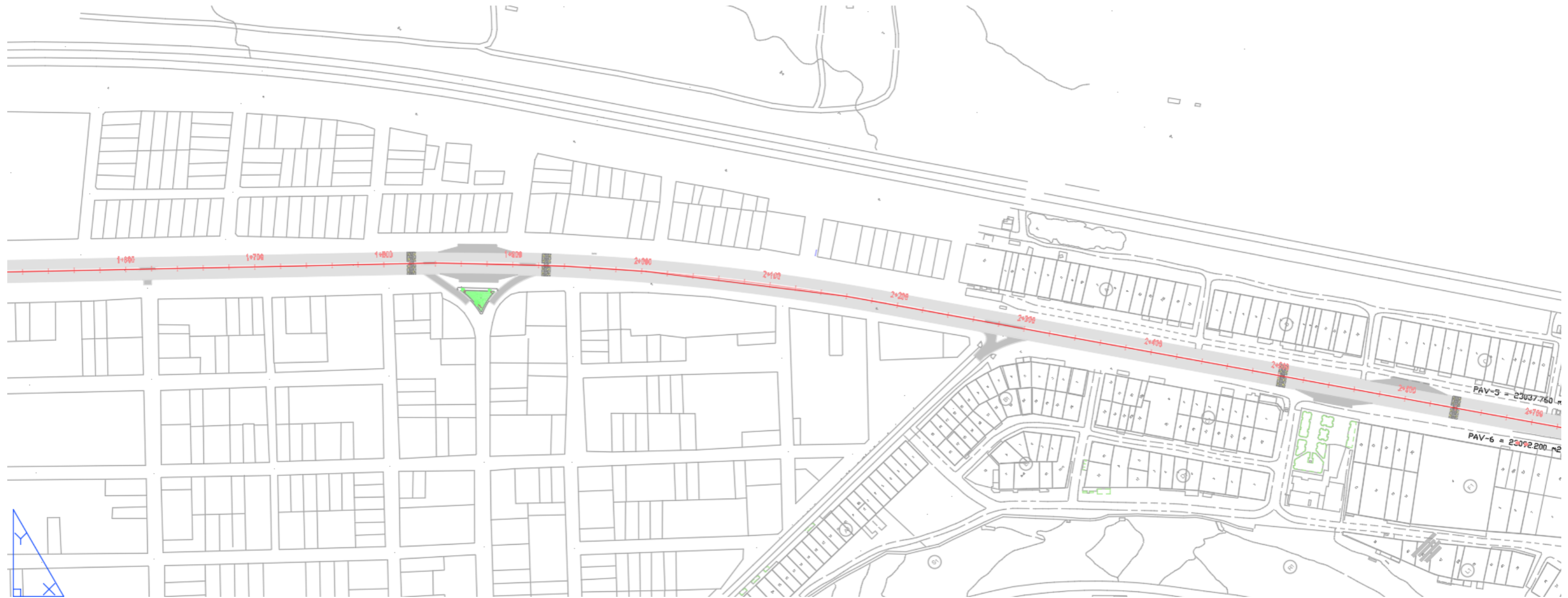
**Figura 32.** Ubicación del área de Proyecto

**Fuente:** GoogleEarth



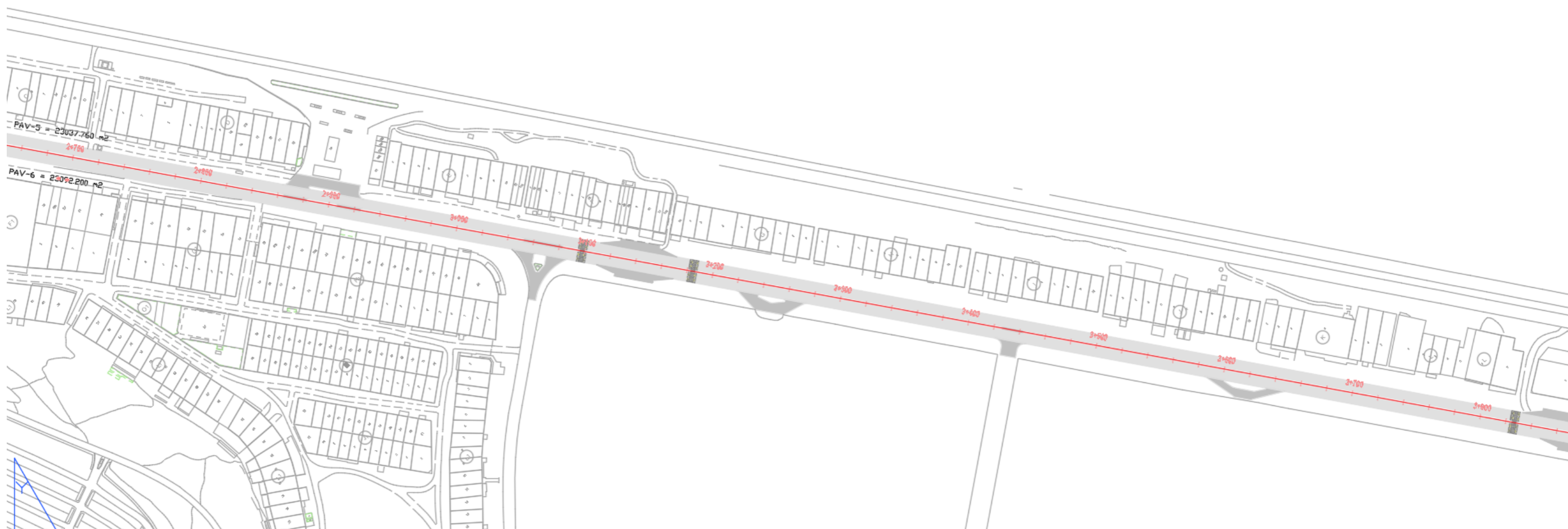
**Figura 33.** Plano Construcción Vía entre las Progresivas 0+000 al 1+400

**Elaboración:** Los autores



**Figura 34.** Plano Construcción Vía entre las Progresivas 1+600 – 2+600

**Elaboración:** Los autores



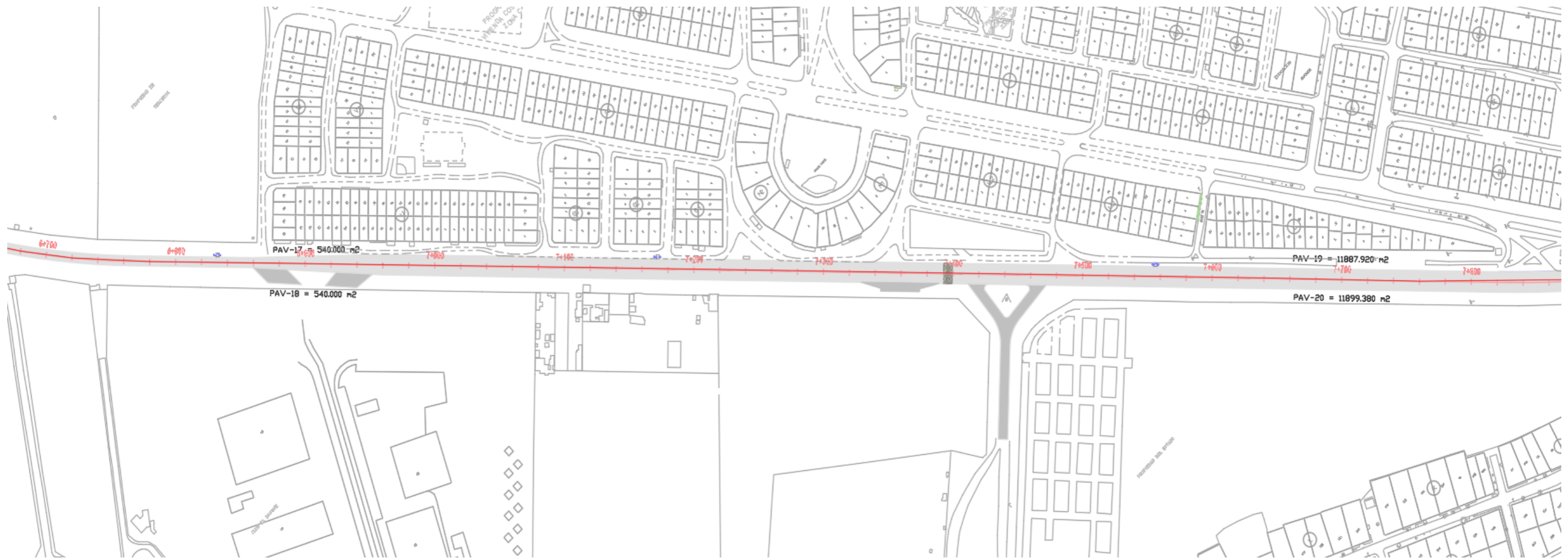
**Figura 35.** Plano Construcción Vía entre la Progresivas 2+600 – 3+900

**Elaboración:** Los autores



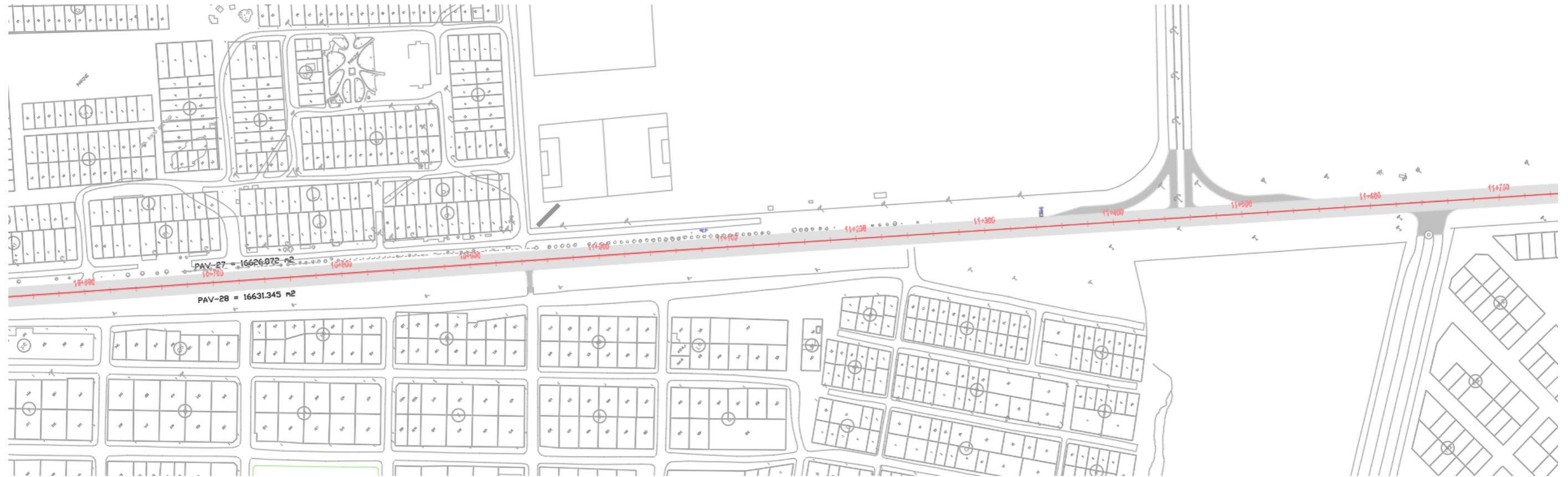
**Figura 36.** Plano Construcción Vía Progresivas 3+900 – 6+500

**Elaboración:** Los autores



**Figura 37.** Plano Construcción de Vía - Progresivas 6+500 – 7+800

**Elaboración:** Los autores



**Figura 38.** Plano Construcción de Vía - Progresivas 7+800 - 11+400

**Elaboración:** Los autores



**Figura 39.** Plano Construcción de Vía - Progresivas 11+400 – 12+900

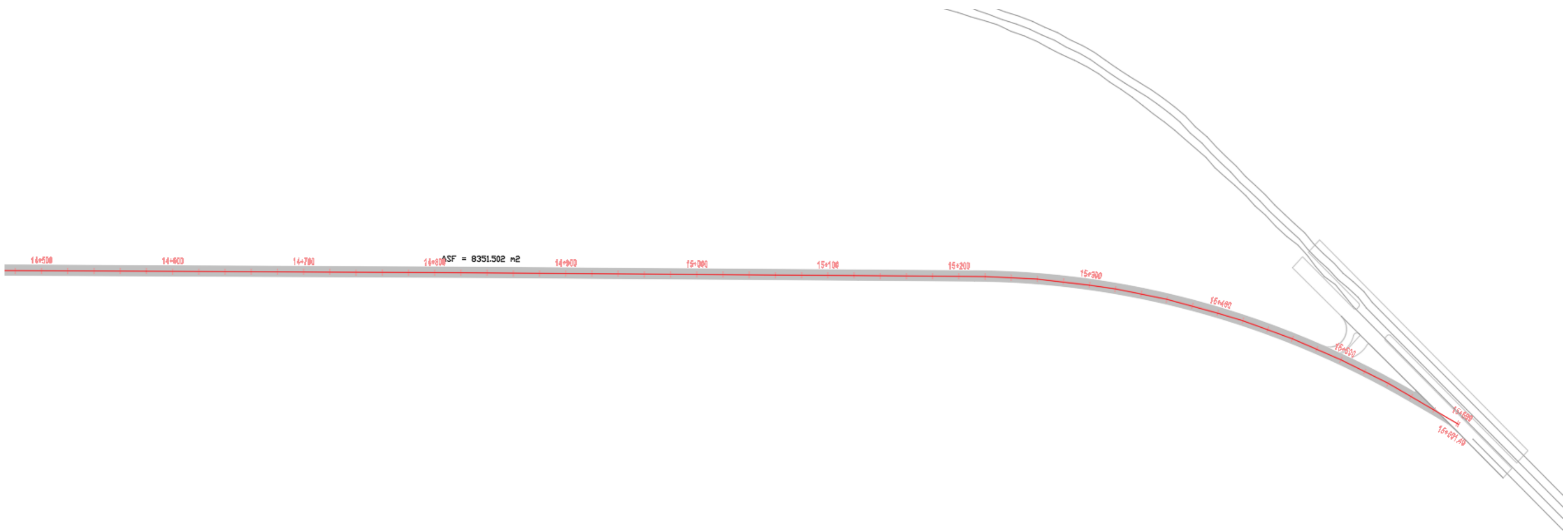
**Elaboración:** Los autores





**Figura 40.** Plano Construcción de Vía - Progresivas 12+900 – 14+400

**Elaboración:** Los autores



**Figura 41.** Plano Construcción de Vía - Progresivas 14+400 – 15+600  
**Elaboración:** Los autores

### 4.1.3 Contrato de Proyecto

Modalidad de Contrato:	Precios Unitarios
Cliente:	OIM – MML
Contratista:	Consortio Vial Santa María
Plazo de ejecución:	240 días Calendario
Presupuesto del Contrato:	S/. 96,923,795.61
Inicio de Plazo Contractual:	09 de octubre de 2018
Fin del Plazo Inicial:	05 de junio de 2019

### 4.1.4 Estado antes de Ejecución

Mediante vuelo Dron se hizo un recorrido total del Tramo brindándonos el estado actual de la vía antes de su ejecución, esta se encuentra conformado por una sola vía Principal de doble sentido de pavimento Flexible deteriorado en toda su extensión con anchos variables entre 6.00 m. hasta 7.20 m., con veredas existentes disformes y construidas por partes sin ninguna continuidad y de anchos inadecuados en algunas, con accesos poco adecuados y sin ningún tipo de señalización vertical u horizontal.



**Figura 42.** Pavimento flexible – Progresiva 0+820 – 1+200

**Elaboración:** Los autores



**Figura 43.** Pavimento flexible – Progresiva 1+300 – 1+600

**Elaboración:** Los autores



**Figura 44.** Pavimento flexible – Progresiva 2+000 – 2+400

**Elaboración:** Los autores



**Figura 45.** Pavimento flexible – Progresiva 3+300 – 4+000

**Elaboración:** Los autores



**Figura 46.** Pavimento flexible – Progresiva 4+400 – 4+900

**Elaboración:** Los autores



**Figura 47.** Pavimento flexible – Progresiva 5+250 – 5+900

**Elaboración:** Los autores



**Figura 48.** Pavimento flexible – Progresiva 6+100 – 6+250

**Elaboración:** Los autores



**Figura 49.** Pavimento flexible – Progresiva – 7+100 – 7+450

**Elaboración:** Los autores



**Figura 50.** Pavimento flexible – Progresiva – 7+100 – 7+820

**Elaboración:** Los autores



**Figura 51.** Pavimento flexible – Progresiva – 9+400 – 10+120

**Elaboración:** Los autores



**Figura 52.** Pavimento flexible – Progresiva 11+400 – 12+300

**Elaboración:** Los autores



**Figura 53.** Pavimento flexible – Progresiva 12+300 – 12+800

**Elaboración:** Los autores



**Figura 54.** Pavimento flexible – Progresiva 14+200 – 14+600

**Elaboración:** Los autores



**Figura 55.** Pavimento flexible – Progresiva 15+300 – 15+601

**Elaboración:** Los autores

#### **4.1.5 Características Estructurales del Proyecto**

##### **4.1.5.1 Mejoramiento de Infraestructura Vial**

Para comprender las actividades a ejecutar se detallará las partidas con mayor incidencia en la Vía principal:

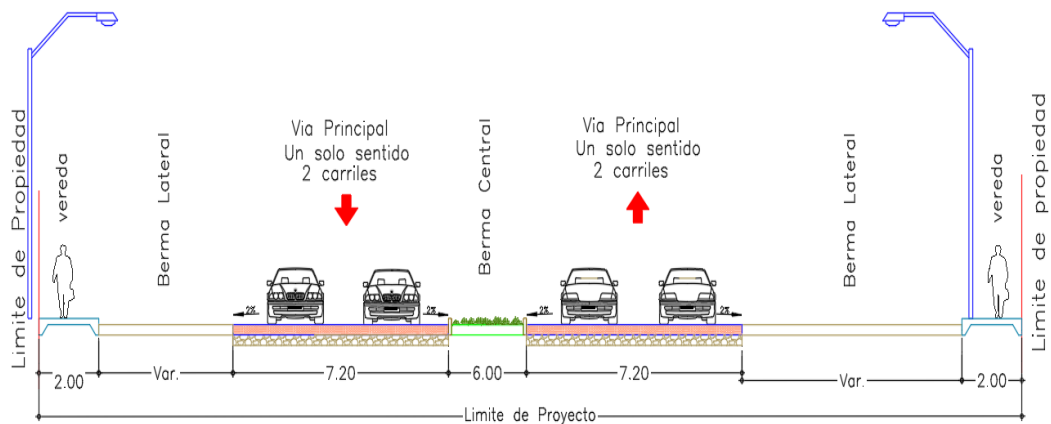
- Mantenimiento de Tránsito y Seguridad Vial.
- Movilización y Desmovilización de Equipos.
- Topografía y Georreferenciación.
- Retiro y demoliciones de Estructuras.
- Fresado y Remoción de Carpeta Asfáltica.
- Excavación no Clasificada para explanaciones.
- Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera.
- Conformación y Compactación de Sub base granular.
- Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr 48 Kg/cm<sup>2</sup> con Cemento Tipo HS (incluye fibras).
- Recapeo de Carpeta Asfáltica en Caliente e=2”.

La muestra comprende la Construcción de 02 Calzadas de Pavimento Rígido de 14.4 Km. y de 1.2 Km. de Pavimento Flexible.

La Propuesta de Mejora se clasifico por Secciones típicas a lo largo de los 15.6 Km. De la Progresiva Km. 0+000 hasta Km. 0+632.705, la Vía estará compuesta de 02 calzadas de 7.20 m. de ancho, con dos carriles de 3.60 m. en



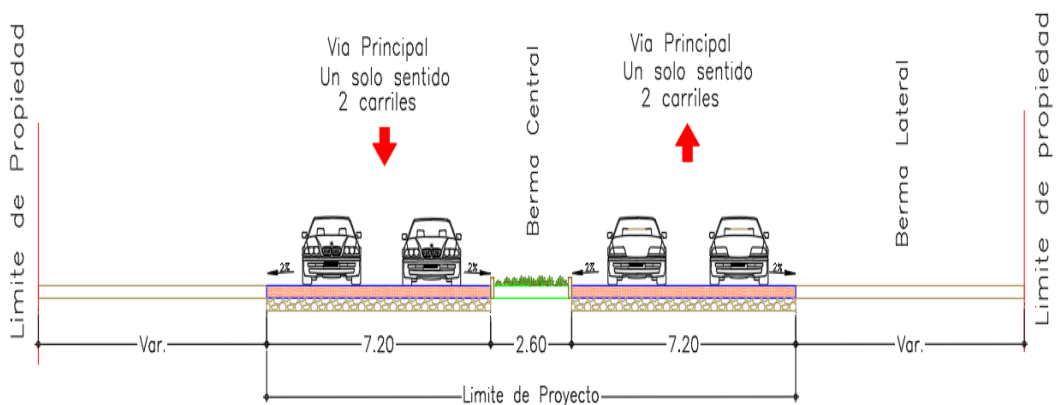
un solo sentido, con un bombeo de 2% y una medianera de 6.00 m. de ancho, una berma lateral en ambos lados, veredas de 2.00 m. de ancho en ambos lados.



**Figura 56.** Secciones Transversal Típica 1-1 (0+000 – 0+468.08)

**Elaboración:** Los autores

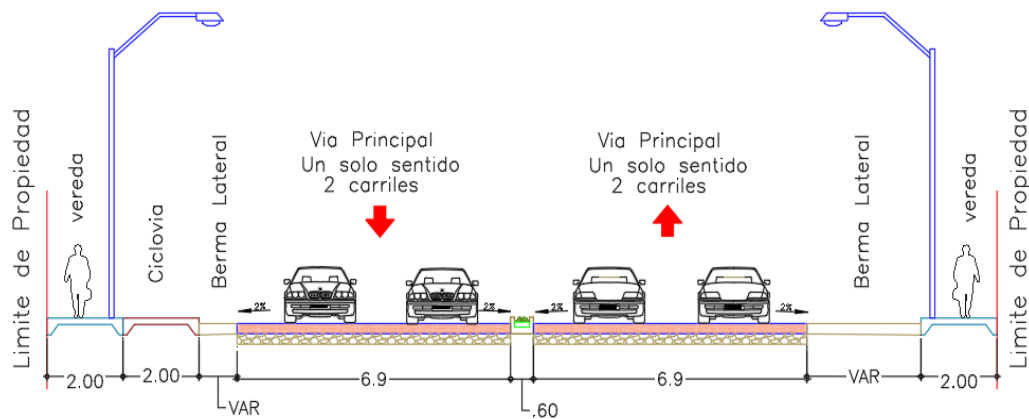
De la Progresiva Km. 0+632.71 hasta Km. 3+980, La vía principal está compuesta de dos calzadas 7.20 m. de ancho, con dos carriles de 3.60 m. en un solo sentido, con una medianera de 2.60 m. de ancho, berma lateral en ambos lados.



**Figura 57.** Secciones Transversal Típica 2-2 (0+696.55 – 3+980)

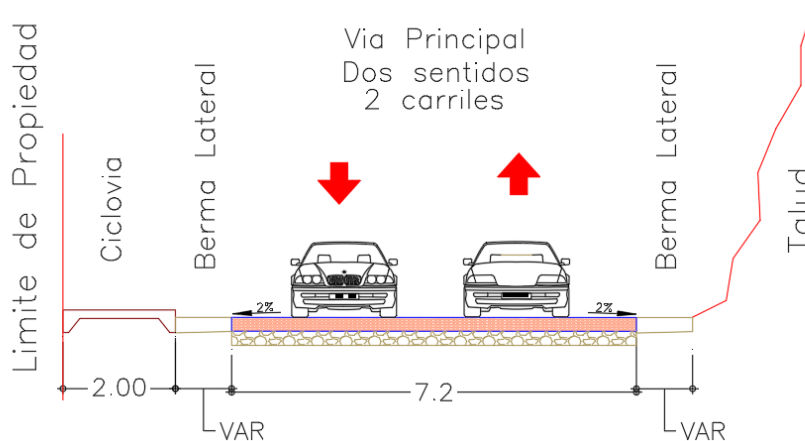
**Elaboración:** Los autores

De la Progresiva Km. 3+980 – 6+060, Km. 6+960 – 8+700, Km. 9+365 – 12+600 la vía principal está compuesta de dos calzadas de 6.90 m. de ancho, con dos carriles de 3.45 m. en un solo sentido y una medianera de 0.60 m. de ancho, ciclovía de 2.0 m. al lado izquierdo y de la Progresiva 6+060 – 6+960 la vía principal está compuesta de una Calzada de 7.20 m. con 02 carriles de 3.60 m. en un solo sentido, una ciclovía de 2.0 m. al lado izquierdo y berma lateral variables en ambos lados.



**Figura 58.** Sec. Transversal (3+980 – 6+060) (6+960 – 8+700)

**Elaboración:** Los autores

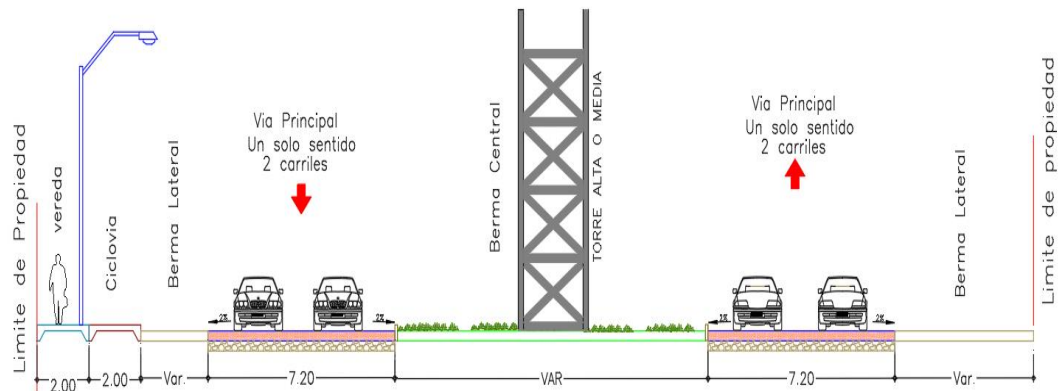


**Figura 59.** Sec. Transversal del Proyecto Típica 4-4 (6+060 – 6+960)

**Elaboración:** Los autores

En la Progresiva Km. 8+700 – 9+365 la vía principal está compuesta de dos calzadas de 7.20 m. de ancho, con dos carriles de 3.60 m. en un solo sentido,

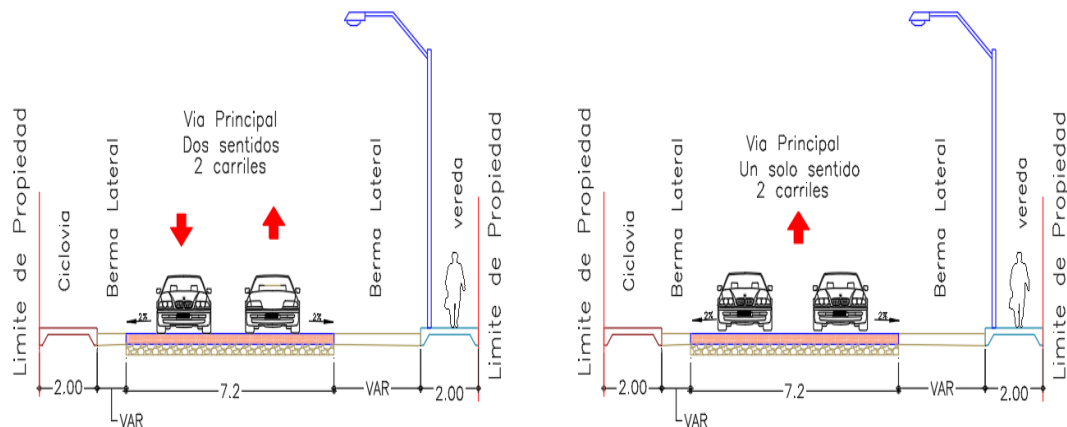
ciclovía de 2.0 m. al lado izquierdo, berma lateral en ambos lados y veredas de 2.00 m. de ancho en ambos lados, la medianera de sección variable.



**Figura 60.** Sec. Transversal del Proyecto Típica 2-2 (8+700 – 9+365)

**Elaboración:** Los autores

De la Progresiva Km. 12+600 – Km. 15+601 la vía principal está compuesta de una calzada de 7.20 m. de ancho, con dos carriles de 3.60 m. en un solo sentido, ciclovía de 2.0 m. al lado izquierdo, berma lateral en ambos lados y vereda de 2.00 m. de ancho en ambos lados.



**Figura 61.** Sec. Transversal Típica 6-6 y 7-7 (12+600 – 14+400)

**Elaboración:** Los autores

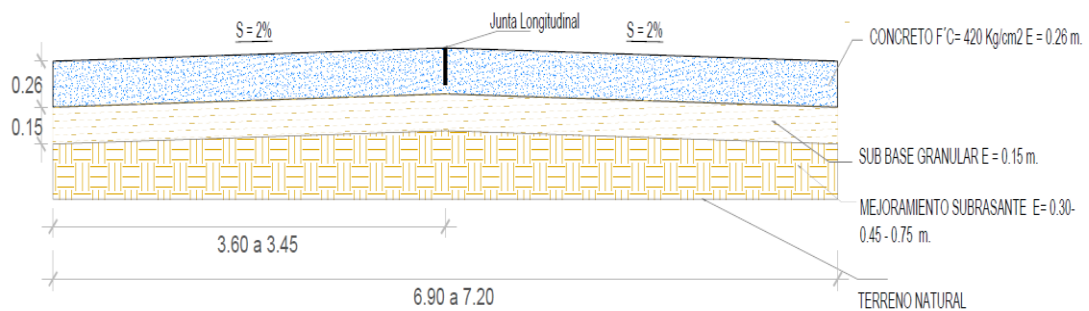
Para el Proyecto se consideró una Estructura de Pavimento en Concreto simple con juntas transversales y longitudinales con una Capa de mejoramiento de Subrasante con material de cantera al igual que una capa Sub base (Ver Anexo...), en la Progresiva 14+400 – 15+600 la Estructura del Pavimento estuvo

conformado de una estructura de Pavimento flexible con una capa de Sub base y Base ambas estructuras presentan las siguientes características:

- La capa de Rodadura tiene un espesor de 26 centímetros, con un concreto  $M_r = 48 \text{ Kg/cm}^2$  o su equivalente a  $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ , con cemento tipo HS y macro fibras de polipropileno.
- Espaciamiento entre juntas transversales de 3.60 metros.
- Pasadores en las juntas transversales de acero liso de 1 1/4 pulgadas de 40 centímetros de largo @ 30 centímetros.
- Barras de amarre en las juntas longitudinales de acero corrugado de 5/8" de 80 centímetros de largo @ 0.90 m.
- Capa de Mejoramiento de Subrasante con material de cantera con espesores que oscilan de la Progresiva 0+000 – 3+000 de 30 centímetros: de la Progresiva 3+000 – 4+000 de 75 centímetros: de la Progresiva 4+000 – 14+400 de 45 centímetros.
- Capa Sub base Granular de un espesor de 15 centímetros.

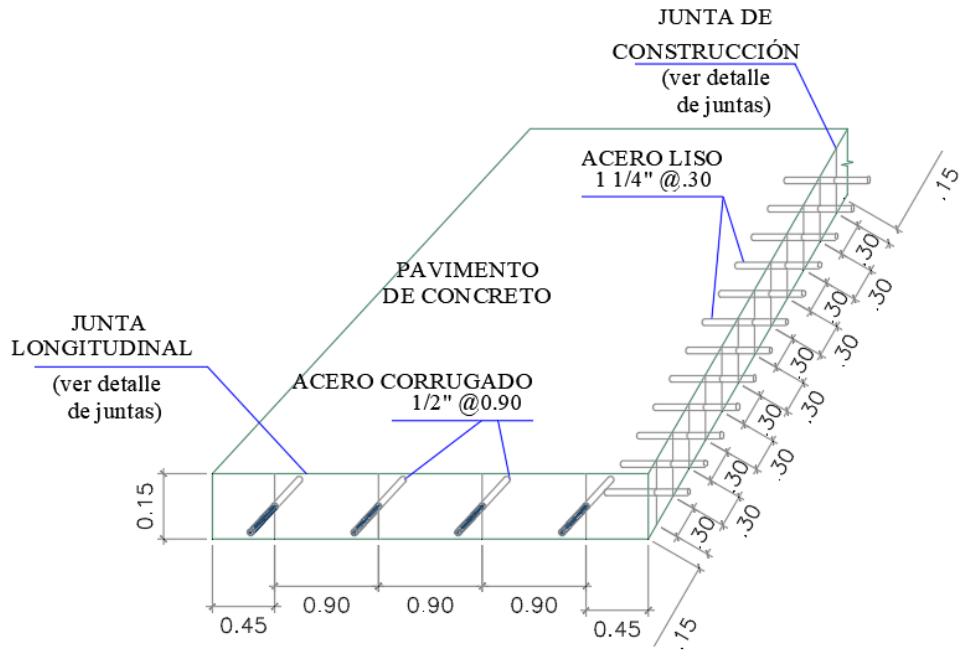
SECCIÓN 01 VIA

ESC 1:25



**Figura 62.** Secciones Transversal de estructura de pavimento

**Elaboración:** Los autores



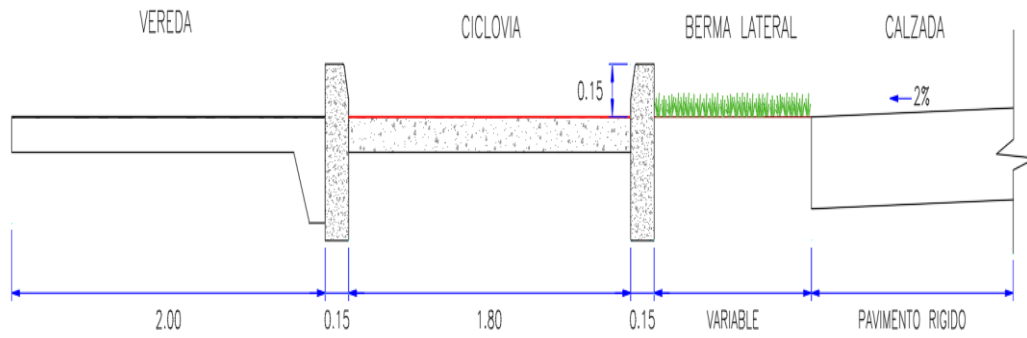
**Figura 63.** Isométrico Paño de Pavimento Rígido 3.60 x 3.60 m.

**Elaboración:** Los autores

#### 4.1.5.2 Mejoramiento de Infraestructura Peatonal

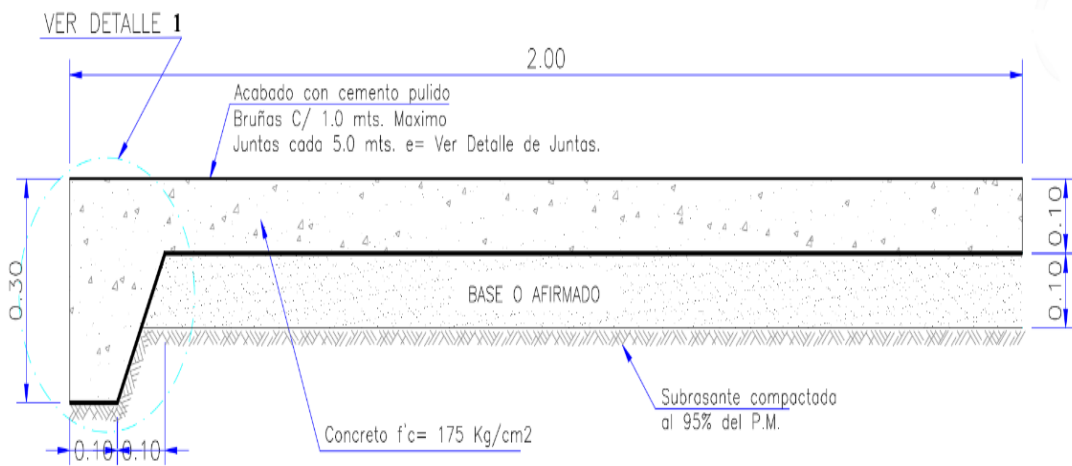
Se detalla las siguientes partidas incidentes para el mejoramiento de Infraestructura peatonal del Proyecto:

- Veredas de Concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  de 2.00 m. de ancho
- Ciclovía de Concreto  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$  con pigmentos de 2.00 m. de ancho.
- Sardineles Peraltables  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  de 0.15 m. ancho y 0.50 m. tanto en ciclovía como en calzada con acero de refuerzo.
- Rampa Peatonal  $f'c = 175 \text{ Kg/cm}^2$
- 03 muros de Contención  $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$  de  $L = 30 \text{ m.}$  y  $H = 1.80 \text{ m.}$  y 3.00 m. en paraderos.
- Paraderos de Concreto  $M_r = 48 \text{ Kg/cm}^2$  o su equivalente a  $f'c = 420 \text{ Kg/cm}^2$ .



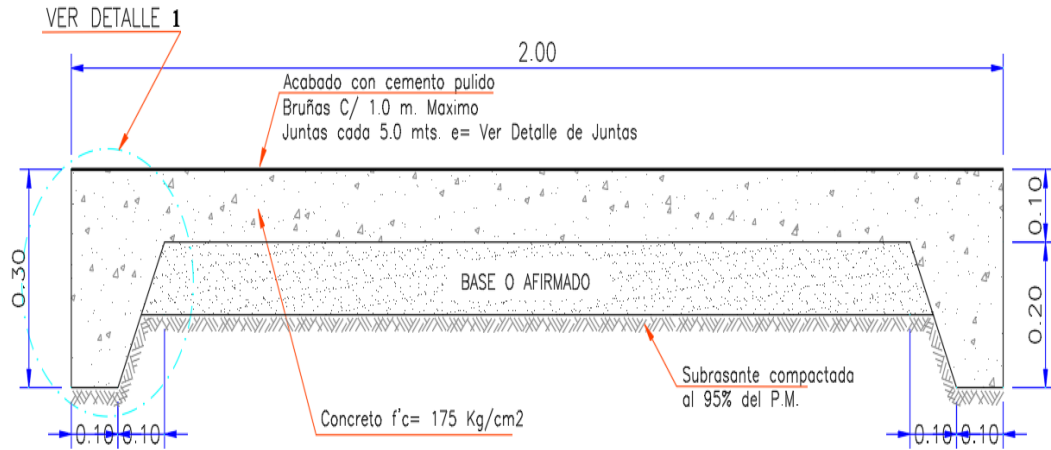
**Figura 64.** Secciones Transversal de Vía

**Elaboración:** Los autores



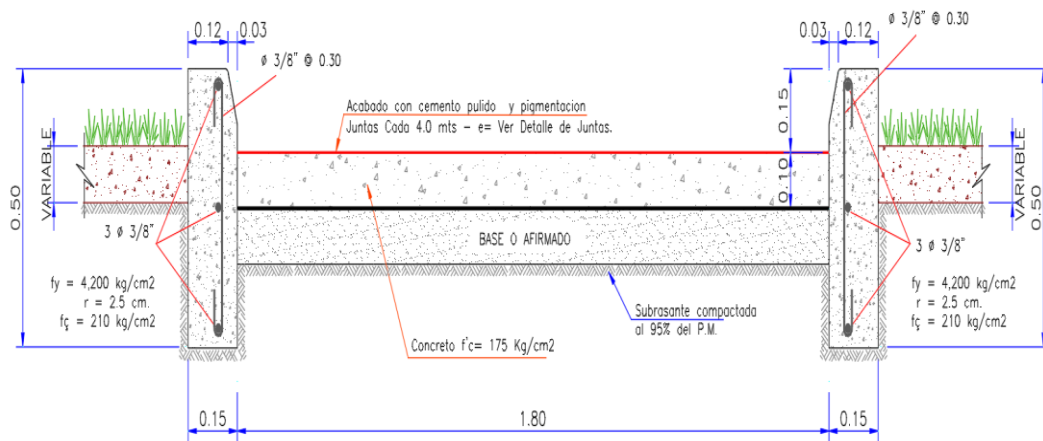
**Figura 65.** Secciones Transversal de Vereda en Viviendas

**Elaboración:** Los autores



**Figura 66.** Secciones Transversal vereda en Paradero

**Elaboración:** Los autores

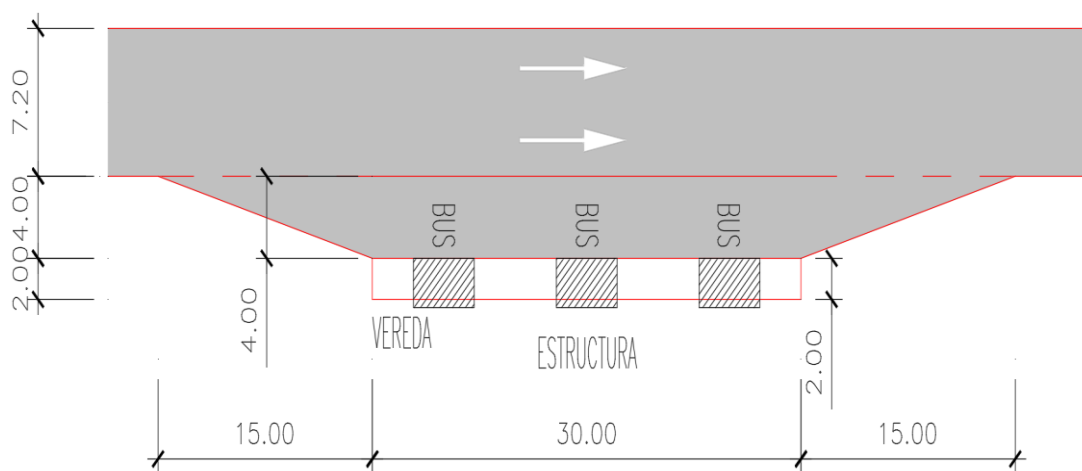


**Figura 67.** Secciones Transversal Ciclovía

**Elaboración:** Los autores







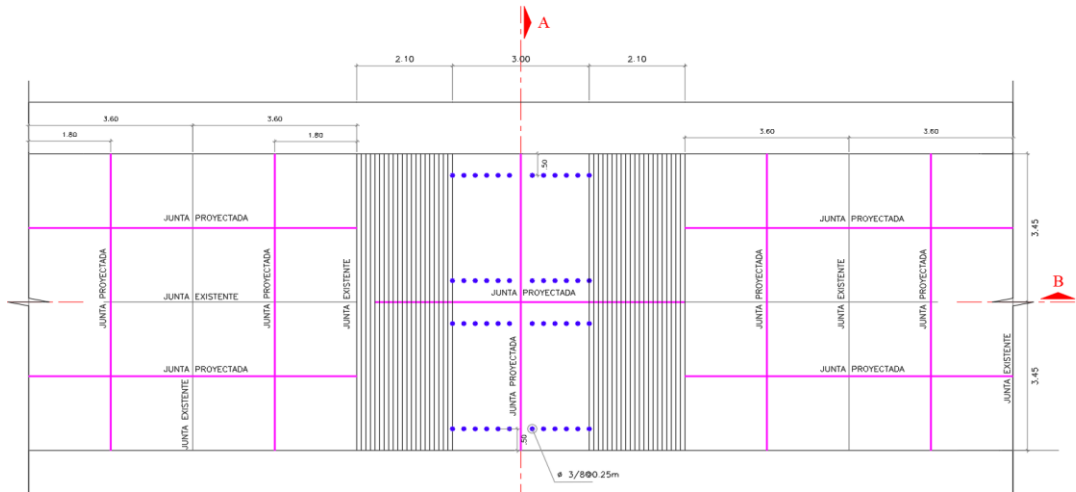
**Figura 70.** Vista en Planta de Paradero y Vereda

**Elaboración:** Los autores

#### 4.1.5.3 Señalización y Equipamiento Urbano

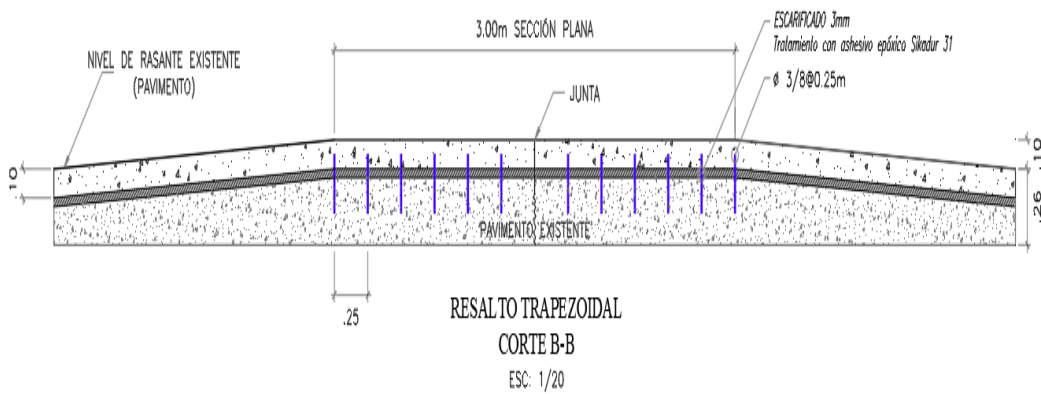
Se detalla las siguientes partidas incidentes para Señalización Vertical, Horizontal y equipamiento:

- Resalto de Concreto  $f'c = 280 \text{ Kg/cm}^2$  armado para paso peatonal.
- Módulos de estructura Metálica con Asientos
- Marcas de Pavimento con Material Termoplástico.
- Señales Preventivas y reglamentarias.
- Barrera de Seguridad Metálica tipo H4b-a-W5.
- Árboles y Arbustos nuevos.
- Extracción de árboles.



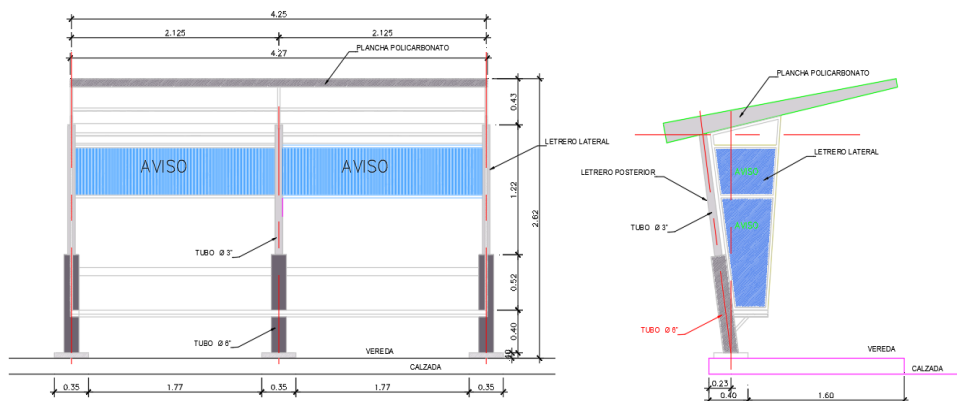
**Figura 71. Vista en Planta de Paradero y Vereda**

**Elaboración:** Los autores



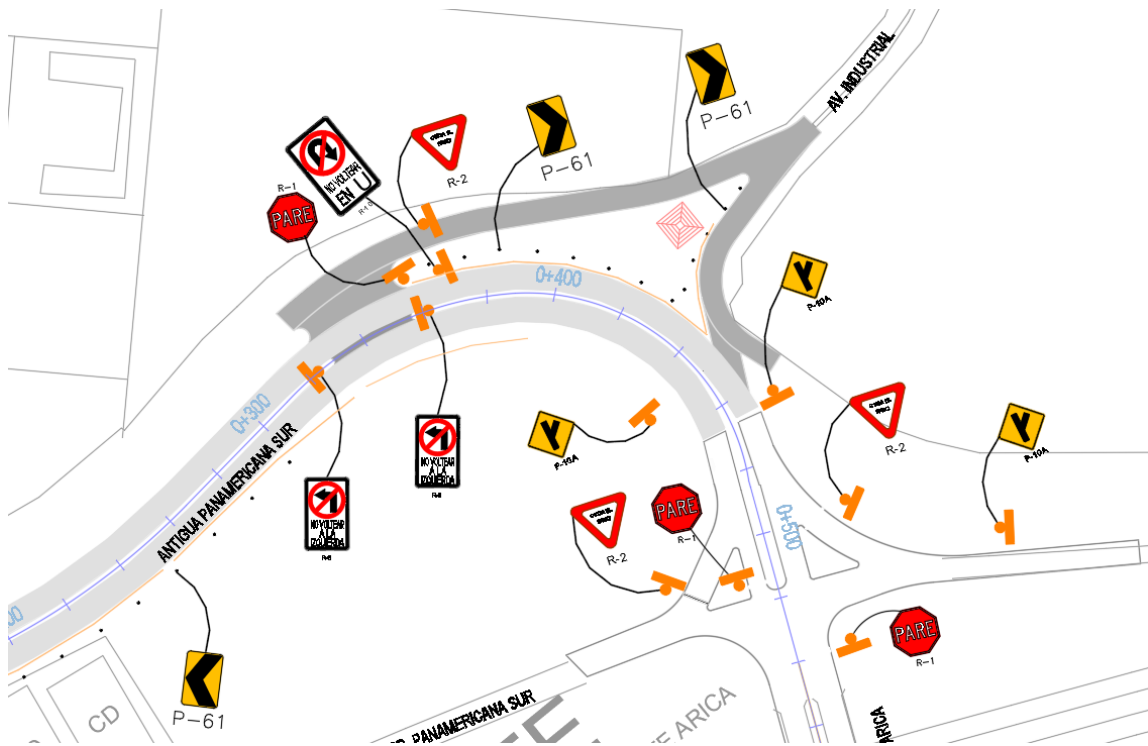
**Figura 72. Vista en Planta de Paradero y Vereda**

**Elaboración:** Los autores



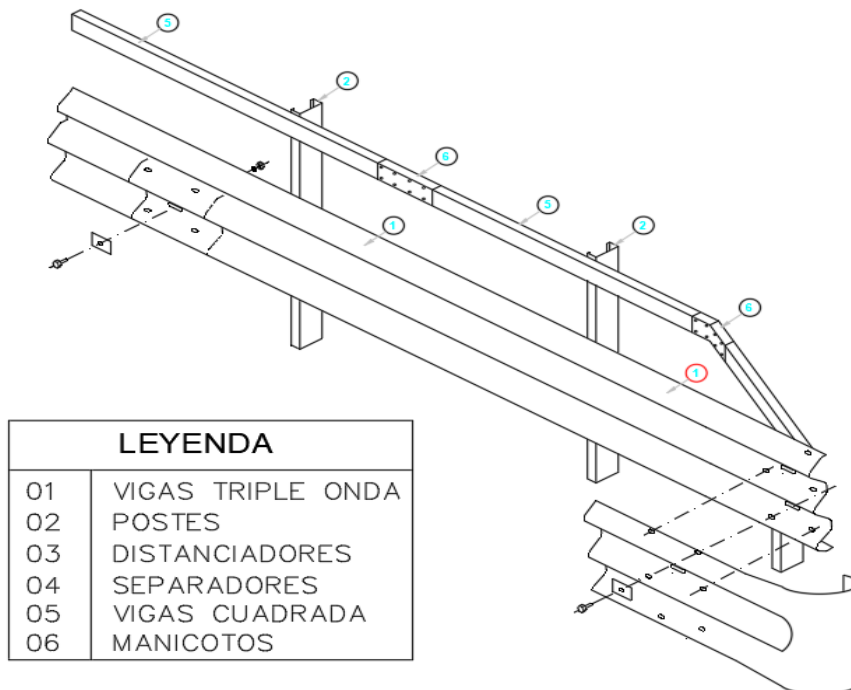
**Figura 73. Vista en Planta de Paradero y Vereda**

**Elaboración:** Los autores



**Figura 74.** Vista en Planta de Paradero y Vereda

**Elaboración:** Los autores



**Figura 75.** Isométrico Barrera de Seguridad (Guardavías en Calzada)

**Elaboración:** Los autores

## **4.2 Last Planner System y Herramientas de Gestión Visual.**

Last Planner comprende 05 grandes etapas en donde analizamos el Proyecto mediante un equipo de Obra en donde se preparó diferentes planes de Trabajo. Una manera muy directa y que nos facilitó en gran medida fue el uso de drones que nos permitieron obtener imágenes gráficas veloces del estado actual del Proyecto tanto en Fase inicial como durante su ejecución, esto nos permitió analizar el Proyecto a detalle e identificar sus alcances y limitaciones en las reuniones con el equipo de Obra.

Como parte de la gestión Visual adicional a los Vuelos dron para la Planificación y Control se elaboraron Programaciones Graficas Semanales, Graficas de control Longitudinal para una transmisión más rápida en las reuniones con el Staff de Obra, y trenes de Trabajo a través de Layouts en A3 para su distribución a los Capataces.

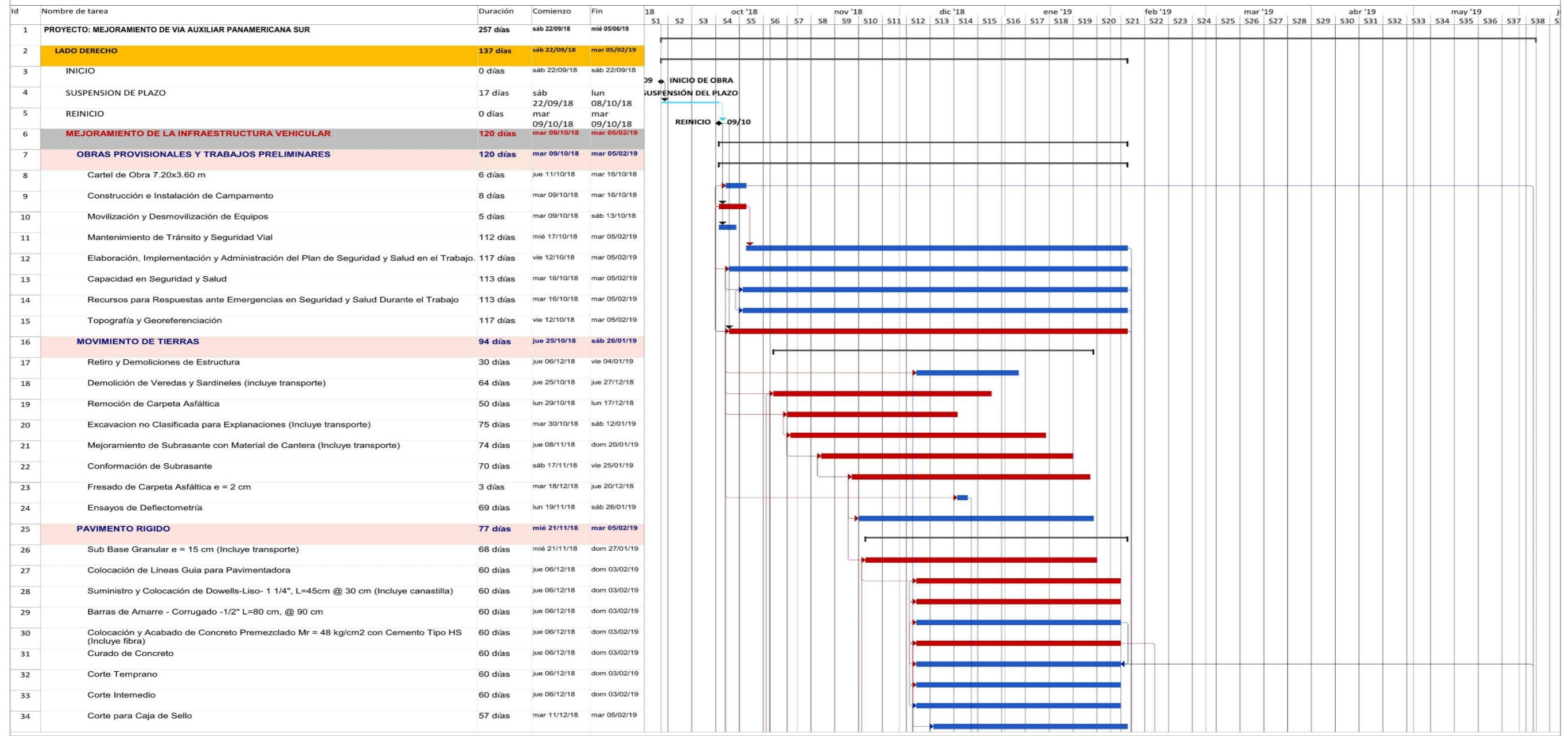
### **4.2.1 Situación Actual antes de Aplicar LPS y Gestión Visual.**

El Proyecto al inicio presento una serie de problemas y observaciones que detallaremos a continuación:

El Cronograma del Proyecto dividió las actividades en dos Grandes bloques tomando como punto de inicio todas las Actividades de Mejoramiento de la Vía del Margen derecho sin tener acceso al margen izquierdo, el sustento era dar acceso a transporte por el Margen Izquierdo (Figura 79 y 80) por lo tanto esta Programación no presenta Buffers de tiempo que me ayuden a proteger mi planeamiento frente algunas contingencias. Tampoco se generaron hitos de control.

## DIAGRAMA DE GANTT

**OBRA: MEJORAMIENTO DE LA VIA ANTIGUA PANAMERICANA SUR TRAMO: PUENTE ARICA SANTA MARIA DEL MAR, DISTRITO LURIN, PUNTA HERMOSA, PUNTA NEGRA, SAN BARTOLO Y SANTA MARIA DEL MAR -LIMA**



**EL DIAGRAMA GANTT ESTA DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PLAN DE DESMÓ APROBADAS POR LA GTU DE LAMML**

Tarea		Resumen del proyecto		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Fecha límite	
División		Tareas externas		Resumen inactivo		Resumen manual		Tareas críticas	
Hito		Hito externo		Tarea manual		Sólo el comienzo		División crítica	
Resumen		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo fin		Progreso	

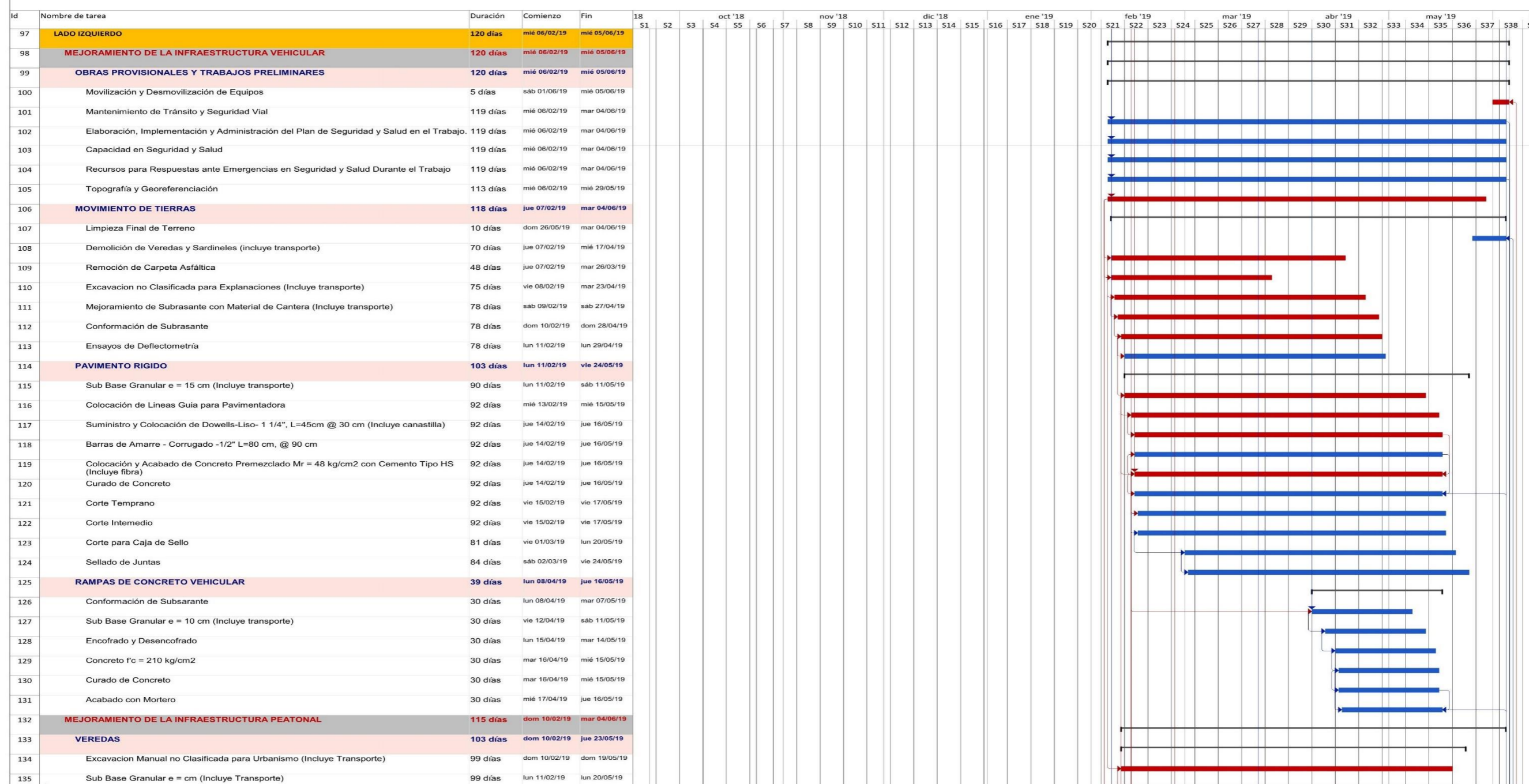
Página 1

**Figura 76.** Cronograma Gantt Margen derecho

**Elaboración:** Los autores

## DIAGRAMA DE GANTT

**OBRA: MEJORAMIENTO DE LA VIA ANTIGUA PANAMERICANA SUR TRAMO: PUENTE ARICA SANTA MARIA DEL MAR, DISTRITO LURIN, PUNTA HERMOSA, PUNTA NEGRA, SAN BARTOLO Y SANTA MARIA DEL MAR -LIMA**

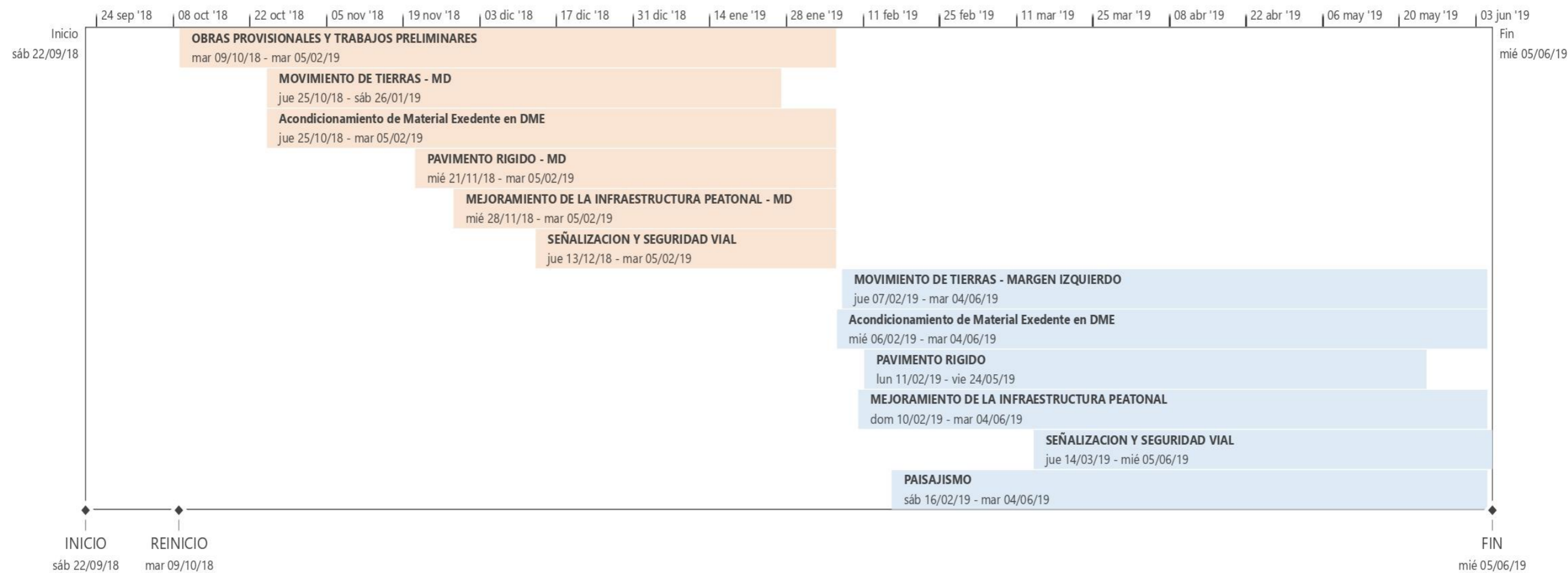


**EL DIAGRAMA GANTT ESTA DE ACUERDO A LAS ETAPAS DEL PLAN DE DESMÓ APROBADAS POR LA GTU DE LAMMIL**

Tarea		Resumen del proyecto		Hito inactivo		Informe de resumen manual		Fecha límite	
División		Tareas externas		Resumen inactivo		Resumen manual		Tareas críticas	
Hito		Hito externo		Tarea manual		Sólo el comienzo		División crítica	
Resumen		Tarea inactiva		Sólo duración		Sólo fin		Progreso	

**Figura 77.** Cronograma Gantt Margen Izquierdo

**Elaboración:** Los autores



**Figura 78.** Cronograma Margen Derecho y Margen Izquierdo

**Elaboración:** Los autores

El Sistema empleado en las primeras 05 semanas estaba bajo el Sistema Push en donde se atacaban los trabajos de adelante hacia atrás sin ningún filtro, se mandaba las actividades a ejecutar y muchas de estas restricciones solo las veían cuando ya se encontraban ejecutándolas ocasionando retrabajos en esos tramos al igual que Hm perdidos.



**Figura 79.** Ejecución de Excavación de Vía Prog. 0+500 – 1+000 MD

**Elaboración:** Los autores



**Figura 80.** Ejecución de Excavación de Vía Prog. 0+900 – 1+150 MD

**Elaboración:** Los autores





**Figura 81.** Ejecución de Excavación de Vía Prog. 5+220 – 5+350 MD

**Elaboración:** Los autores



**Figura 82.** Trazo de Vías MD e MI Prog. 8+300 – 8+700

**Elaboración:** Los autores

Al momento de Conformar y Compactar la Subrasante de la Vía tenían que ser liberadas tanto por topografía (Cotas nivel subrasante) y por suelos (Densidad de Campo mediante cono de arena) no existía una Programación Semanal de Liberaciones donde Laboratorio tenía que tener con anticipación Muestra del Terreno, los Ensayos de Granulometría y Proctor Modificado con los valores de

Máxima densidad seca, el % de Humedad óptimo del Terreno natural para poder Liberar esa capa, al mismo tiempo solicitaban un volumen de material de Mejoramiento en el mismo día ocasionando que el material no pudiera ser vaciado en la Superficie desperdiciando viajes de volquetes que necesitaban descargar y al final terminaban siendo colocados en otro punto generando desperdicio y gasto de horas máquina.



**Figura 83.** Descarga de Material en lugar inadecuado Prog. 1+200 – MI

**Elaboración:** Los autores



**Figura 84.** Descarga de Material en lugar inadecuado Prog. 10+500 MD

**Elaboración:** Los autores

No se tenía un ritmo de Producción adecuado, se tenía muchos atrasos en las excavaciones producto de no tener a tiempo un sector de trabajo seguro, también por problemas de ruta hacia los DME (depósitos de material excavado) y solo se contaba con un solo DME que se encontraba a más de 16 Km. de distancia como único punto del Proyecto que hacían que las partidas de conformación de mejoramiento y Sub base empujen el avance y tuvieran muchas esperas y en la mayoría de ocasiones trabajaban pequeños sectores. Al final se tenía equipos en espera de frente de trabajo.



**Figura 85.** Excavación incompleta Prog. 4+400 – 4+425

**Elaboración:** Los autores



**Figura 86.** Equipos esperando frente de Trabajo Prog. 9+500

**Elaboración:** Los autores



**Figura 87.** Ruta de Volquetes a DME-3

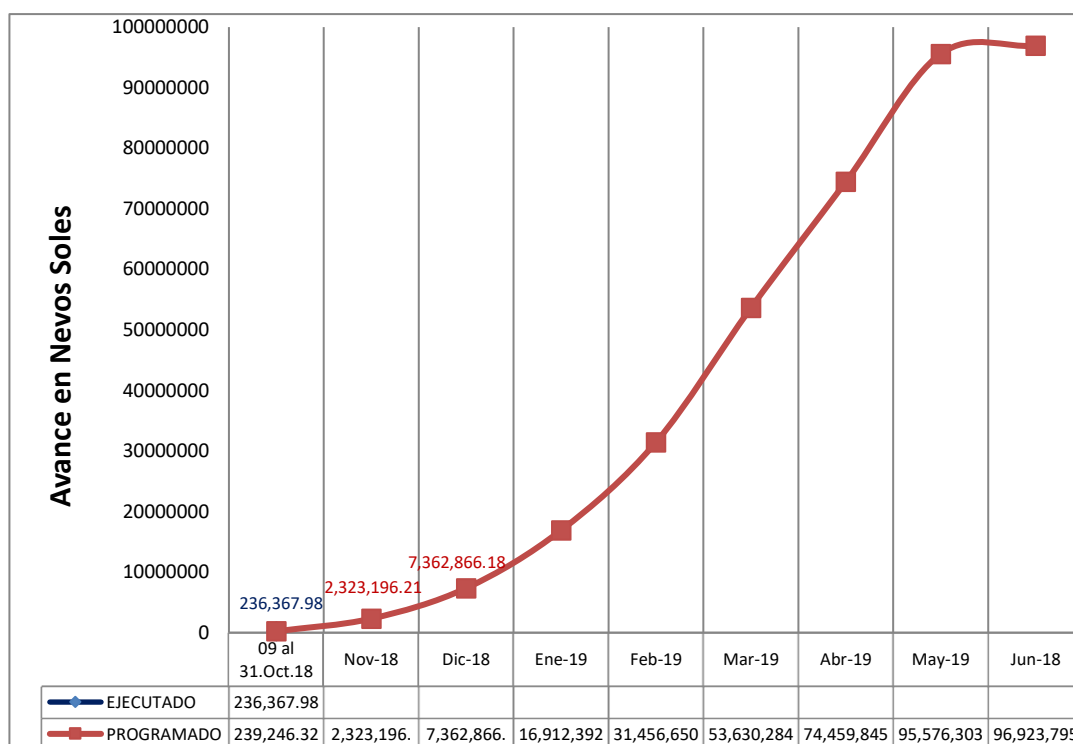
**Elaboración:** Los autores

En cuanto a la Sectorización esta solo se contemplaba en función de tramo habilitado por parte del área de Seguridad, muchos de estos frentes tenían muchas restricciones sin embargo no se fijaban fechas que ayuden a indicar que tramos se

podrían intervenir generando mucho desorden para movilizar equipos a esos puntos. En estas Sectorizaciones no se tuvo el tiempo suficiente para planificarlas e identificar con todo el Staff.

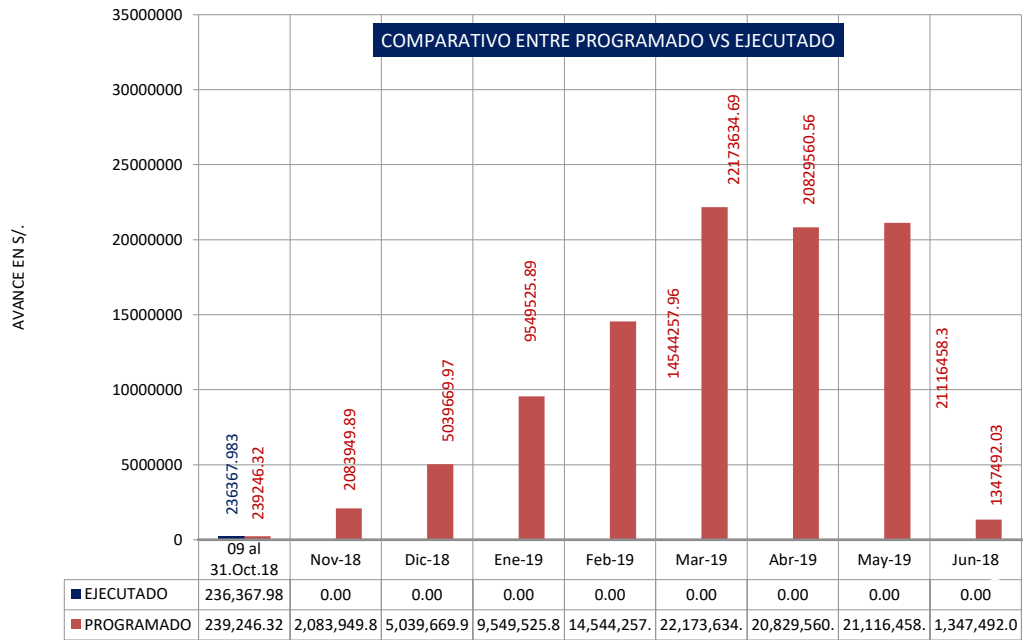
Como se detalla en los puntos anteriores todos estos problemas durante las primeras 04 semanas ocasionaron un atraso con respecto al avance programado, muchas de las actividades ejecutadas no fueron validadas por Supervisión generando pérdidas por retrabajos y trabajo no valorizado, esto genero un atraso del 1%.

En la imagen se puede visualizar el Avance Ejecutado (color azul) frente al Avance Programado (color rojo).



**Figura 88.** Avance Valorizado de Obra del 09 al 31 de octubre

**Elaboración:** Los autores



**Figura 89.** Cuadro comparativo avance real vs avance programado

Elaboración: Los autores

MONTOS VALORIZADOS DEL CRONOGRAMA					MONTOS VALORIZADOS EJECUTADOS				
MES	MONTOS TOTAL (Inc/ IGV)		PORCENTAJES		MES	MONTOS TOTAL (Inc/ IGV)		PORCENTAJES	
	PARCIAL S/	ACUMUL. S/	PARCIAL %	ACUMUL. %		PARCIAL S/	ACUMUL. S/	PARCIAL %	ACUMUL. %
09 al 31.Oct.18	239,246.32	239,246.32	0.25%	0.25%	09 al 31.Oct.18	236,367.98	236,367.98	0.24%	0.24%
Nov-18	2,083,949.89	2,323,196.21	2.15%	2.40%	Nov-18	-	-	0.00%	0.24%
Dic-18	5,039,669.97	7,362,866.18	5.20%	7.60%	Dic-18	-	-	0.00%	0.24%
Ene-19	9,549,525.89	16,912,392.07	9.85%	17.45%	Ene-19	-	-	0.00%	0.24%
Feb-19	14,544,257.96	31,456,650.03	15.01%	32.46%	Feb-19	-	-	0.00%	0.24%
Mar-19	22,173,634.69	53,630,284.72	22.88%	55.33%	Mar-19	-	-	0.00%	0.24%
Abr-19	20,829,560.56	74,459,845.28	21.49%	76.82%	Abr-19	-	-	0.00%	0.24%
May-19	21,116,458.30	95,576,303.58	21.79%	98.61%	May-19	-	-	0.00%	0.24%
Jun-18	1,347,492.03	96,923,795.61	1.39%	100.00%	Jun-18	-	-	0.00%	0.24%
<b>TOTAL</b>	<b>96,923,795.61</b>		<b>100.000%</b>		<b>TOTAL</b>	<b>236,367.98</b>		<b>0.24%</b>	

**Figura 90.** Cuadro de montos Valorizados Programados vs Ejecutados

Elaboración: Los autores

#### 4.2.2 Implementación del LPS con Herramientas de Gestión Visual

Tomando en cuenta el estado actual y todos los inconvenientes hasta la fecha se procede analizar todo el Proyecto con todo el Staff de Obra, se solicitó al Gerente de Proyectos el Planeamiento interno con las fechas de entrega, el Presupuesto y los Metrados del Proyecto.

### **4.2.3 Master Plan**

En esta etapa analizaremos todas las fases del proyecto para definir que estrategias tomaremos a partir de ahora con el fin de obtener un escudo de tiempo en cada fase, se tomaron los siguientes puntos a implementar:

- Hitos de Proyecto
- Estrategias de Proyecto y Tecnologías
- Secuencia de Trabajo Macro - EDT
- Vuelos dron
- Sectorización Macro
- Restricciones principales (macro)

Como parte de esta de esta primera etapa dentro de esta metodología de trabajo se define los Hitos más importantes del Proyecto en ella nos aseguramos que estén involucrados todo el equipo de Trabajo desde el Gerente de Proyecto hasta los Maestros de Obra para proveer a todo el Staff y responsables de cada área una visión global del proyecto, generamos el Plan de Hitos o Master Plan del Proyecto donde detallamos las fechas de inicio y fin de cada Fase del proyecto con sus respectivos Buffers para cuidar los plazos de entrega.





Una vez generado los Hitos principales del proyecto generamos las estrategias del proyecto en donde se definió como sería la Secuencia de Trabajo, el proyecto contempla la construcción de 2 Vías de Calzada de Concreto de 7.20 m. de ancho cada uno en donde estos variaban a lo largo del tramo y se reducían las calzadas de 2 a 1 en determinadas progresivas, según esto implicaba que al proponer el encofrado deslizante el modificar estos anchos tomaba 3 días en modular el encofrado para tal ancho, de igual manera los diferentes ingresos de pavimento rígido que conectaban con la vía principal son de una geometría muy irregular por lo que en estos casos se definió como estrategia definir lo siguiente:

- Sectorización con Progresivas en base a estos anchos de calzada en la Vía Principal.
- Construir la Calzada principal por carril de 3.60 m. de ancho.
- Construir la Calzada principal por carril de 3.45 m. de ancho.
- Toda Geometría irregular construirlos con encofrado de forma manual.



**Figura 92.** Gestión Visual - Tren de trabajo Prog. 2+100 – 2+500

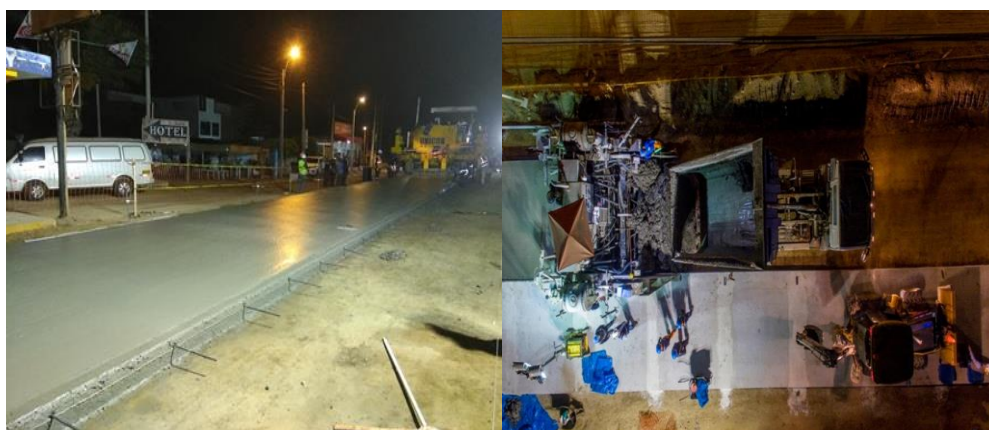
**Elaboración:** Los autores



**Figura 93.** Gestión Visual - Tren de trabajo Pav. Rígido Prog. 2+300

**Elaboración:** Los autores

Para los Vaciados de Calzada se definió el Tak Time en donde el ritmo de avance de Pavimento Rígido será en metros con el Encofrado deslizante, y un tren de Trabajo en la Vía Principal de 300 m. con un ancho de 3.60 m. los volúmenes de Concreto se definió ser transportados desde la Concretera de UNICON mediante Volquetes y en un horario de vaciado a partir de las 7: 00 pm. por la estación de verano en la que se iniciaría esta Fase.



**Figura 94.** Tren de trabajo Pav. Rígido – Vaciado Carril de 3.60 m.

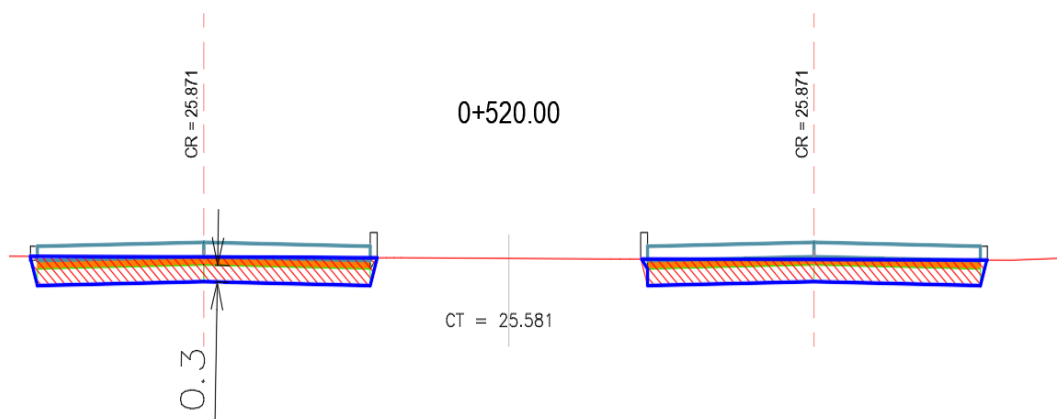
**Elaboración:** Los autores

Una de las Fases predecesoras de Pavimento rígido es la Fase de movimiento de tierras en donde las capas que comprenden el paquete estructural es la Subrasante, Capa de Mejoramiento y la sub base, como estrategias para nuestra planificación y control esta capa de Mejoramiento contiene espesores diferentes por progresiva en la cual detallaremos:

- Progresiva 0+000 – 3+000  $e= 0.30$  m.
- Progresiva 3+000 – 4+000  $e= 0.75$  m.
- Progresiva 4+000 – 14+000  $e= 0.45$  m.

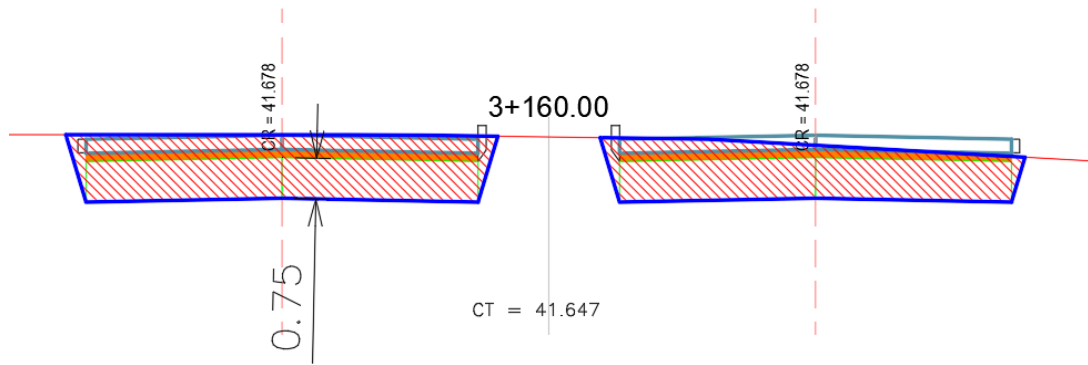
Por lo tanto, con los alcances expuestos por proceso constructivo las Capas serán trabajadas por espesores que estén en el rango de 0.15 a 0.25 m. se detalla de la siguiente forma:

- Progresiva 0+000 – 3+000  $e= 0.30$  m. (02 Capas de 0.15 m.)
- Progresiva 3+000 – 4+000  $e= 0.75$  m. (03 Capas de 0.25 m.)
- Progresiva 4+000 – 14+400  $e= 0.45$  m. (02 Capas de 0.225 m.)



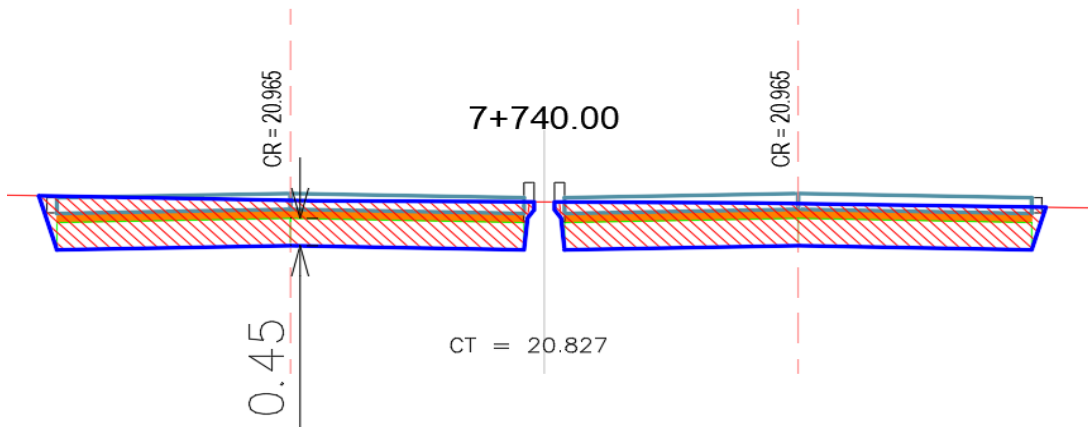
**Figura 95.** Secciones Transversales – Progresiva 0+520

**Elaboración:** Los autores



**Figura 96.** Secciones Transversales - Progresiva 3+160

**Elaboración:** Los autores

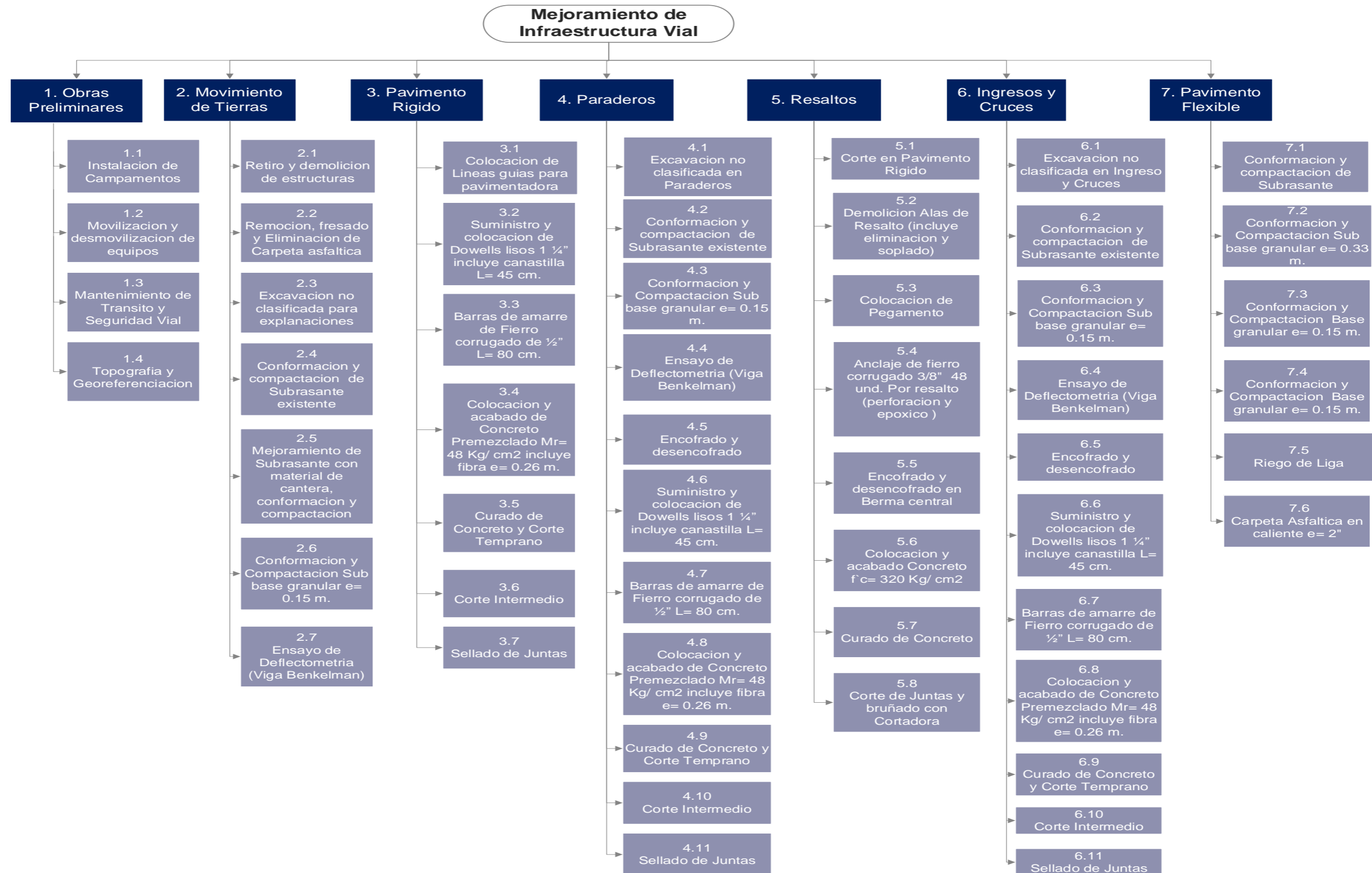


**Figura 97.** Secciones Transversales - Progresiva 7+740

**Elaboración:** Los autores

En el Caso de la Capa Sub base esta es uniforme en toda la extensión del Proyecto con un espesor de 0.15 m. incluyendo los Ingresos y Paraderos. En la Infraestructura Peatonal las Veredas se construirán de 2.00 m. de Ancho con un espesor de 0.10 m. y se trabajara en conjunto con la Ciclovía del Proyecto y los Sardineles Peraltados de Calzada.

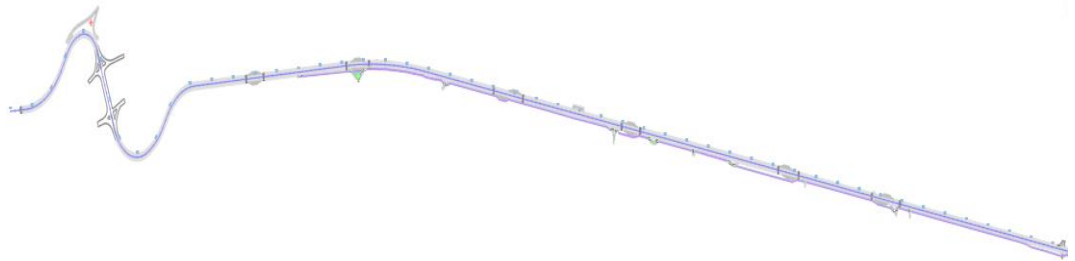
Una vez definido las estrategias y las tecnologías a utilizar secuenciamos las actividades mediante una estructura de Desglose de Trabajo (EDT) de todo el Proyecto esto ayudara a que cada uno de los Últimos Planificadores entiendan todas las Actividades de cada fase de una manera gráfica y fácil de entender. Del mismo modo esquematizamos un Organigrama del Staff del Proyecto por áreas en donde esto ayudara a identificar a cada responsable y generar los compromisos en cada reunión de trabajo.



**Figura 98.** EDT – Mejoramiento de Infraestructura Vial

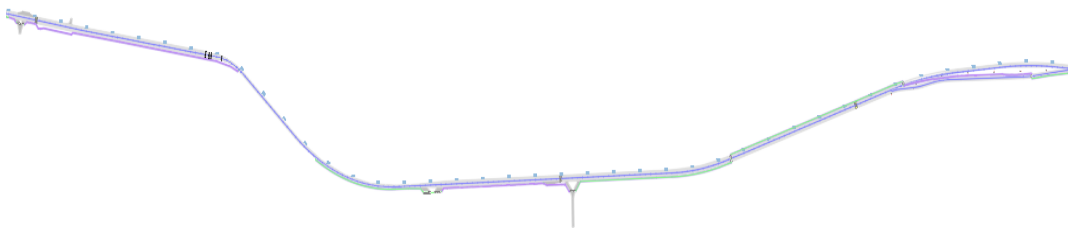
**Elaboración:** Los autores

En función de las estrategias antes mencionados se establece sectorizar en 03 tramos el Proyecto, el primer tramo comprende desde la Progresiva 0+000 - 5+100, el segundo tramo comprende desde la progresiva 5+100 – 9+400, el tercer tramo de la progresiva 9+400 – 15+600.



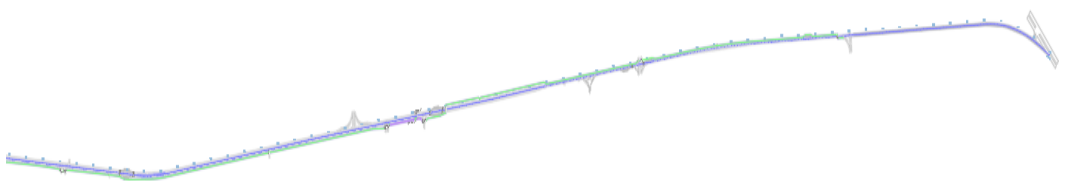
**Figura 99.** Sectorización Tramo I

**Elaboración:** Los autores



**Figura 100.** Sectorización Tramo II

**Elaboración:** Los autores



**Figura 101.** Sectorización Tramo III

**Elaboración:** Los autores

Luego se procede a identificar todas las restricciones Macro del Proyecto en donde se analizan las condiciones necesarias para que una actividad dentro una fase sea ejecutada , mediante un cuadro se registran primero la descripción de la Actividad luego la restricción de dicha actividad para luego identificar el tipo de restricción una fecha de creación y una fecha en donde esta tiene que ser levantada por el área correspondiente y el compromiso del responsable , adicional se puede colocar algunas observaciones , mediante las reuniones con el Staff se define estos compromisos cerrando el acta o documento .

**NOMBRE DE PROYECTO:**  
MEJORAMIENTO DE LA ANTIGUA PNAmericana SUR - TRAMO IV PROGRESIVA 0+000 - 15+600  
**CLIENTE:**  
OIM - MML

**INGENIERO DE PRODUCCIÓN:**  
Ing. Chacon Cheng Jean - Ing. Verastegui Altamirano Juan  
**TIPO DE DOCUMENTO:**  
RESTRICCIONES MACRO

**REUNION :**  
1.00  
**FECHA :**  
01/11/2018  
**SEMANA:**  
SEM 05

CATEGORÍA DE CON	DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD	RESTRICCION	PRIORIDAD	PO DE RESTRICCIÓN	SE DE RESTRICCIÓN	IDENTIFICACIÓN Y SEGUIMIENTO				RESPONSABLE		OBSERVACIÓN
						FECHA CREACIÓN	FECHA REQ. INICIAL	ESTADO	FECHA LIBERADA	ÁREA	PERSONAL	
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL</b>												
	Construcción e Instalación de Campamento	Cerrar contrato de alquiler con propietarios, entrega de llaves y firma Campamento 01 y 02	ALTA	MACRO	EXTERNO	01/11/2018	25/11/2018	X	07/12/2018	Gerencia de Proyectos	Ing. Cesar Vasquez	
	Movilización y desmovilización de Equipos	Llegada de 01 Excavadora Doosan, 02 Rodillo de 12 Ton. CAT, 02 Motoniveladora 140 H CAT a Campamento 01	ALTA	MACRO	MAQUINARIA	01/11/2018	25/11/2018	X	07/12/2018	Oficina técnica	Ing. Gonzales Maza	
	Movilización y desmovilización de Equipos	Llegada de 01 Excavadora Doosan, 02 Rodillo de 12 Ton. CAT, 02 Motoniveladora 140 H CAT a Campamento 01	ALTA	MACRO	MAQUINARIA	01/11/2018	25/11/2018	X	07/12/2018	Oficina técnica	Ing. Gonzales Maza	
	Mantenimiento de Transito y Seguridad Vial	Permiso de Propietario para DME provisional en Tramo I Prog. 0+700 Margen Izquierdo	ALTA	MACRO	MATERIAL	01/11/2018	15/11/2018	X	30/11/2018	SSOMA	Ing. Sanabria Quispe Uber	
	Mantenimiento de Transito y Seguridad Vial	Cronograma Sedapal fin de Trabajos Prog. 5+500 - 9+300 Interferencias tramo completo	ALTA	MACRO	EXTERNO	01/11/2018	05/11/2018	X	15/11/2018	SSOMA	Ing. Canales toribio Luis	
	Mantenimiento de Transito y Seguridad Vial	Aprobacion de Plan de desvio Margen Izquierdo Prog. 0+600 - 5+100	ALTA	MACRO	SEGURIDAD	01/11/2018	15/11/2018	X	07/12/2018	SSOMA	Ing. Sanabria Quispe Uber	
	Mantenimiento de Transito y Seguridad Vial	Aprobacion de Plan de desvio Tramo I sector A Prog. 0+056 - 0+468	MEDIO	MACRO	SEGURIDAD	01/11/2018	15/11/2018	X	07/12/2018	SSOMA	Ing. Canales toribio Luis	
	Mantenimiento de Transito y Seguridad Vial	Aprobacion de Plan de desvio Margen Izquierdo Prog. 9+400 - 14+400	ALTA	MACRO	SEGURIDAD	01/11/2018	15/11/2018	X	15/12/2018	SSOMA	Ing. Sanabria Quispe Uber	
	Topografía y Georeferenciación	Cierre de Poligonal Tramo I Prog. 3+300 - 5+100	MEDIO	INTERMEDIA	MANO DE OBRA	01/11/2018	05/11/2018	X	07/11/2018	Topografía	Ing. Arrollo Caceres Manuel	
	Movilización y desmovilización de Equipos	Llegada de Pavimentadora a la Prog. 15+400 MD	ALTA	MACRO	MAQUINARIA	01/11/2018	05/11/2018	X	07/11/2018	Oficina técnica	Ing. Yesenia Abanto	
	Movilización y desmovilización de Equipos	Llegada de Pavimentadora a la Prog. 0+600 MD	ALTA	MACRO	MAQUINARIA	01/11/2018	15/11/2018	X	07/11/2018	Oficina técnica	Ing. Yesenia Abanto	
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS</b>												
	Acondicionamiento de Material Exedente en DME.	Cerrar trato con propietario C&M -BRAHMA para DME 02	ALTA	MACRO	EXTERNO	01/11/2018	02/11/2018	X	10/11/2018	Gerencia de Proyectos	Ing. Cesar Vasquez	
	Acondicionamiento de Material Exedente en DME.	Cerrar trato con propietario para DME 01	ALTA	MACRO	EXTERNO	01/11/2018	02/11/2018	X	10/11/2018	Gerencia de Proyectos	Ing. Cesar Vasquez	
	Sub Base Granular e=0.15 m.	Muestreo de Material para Sub Base de Cantera Doris	ALTA	MACRO	MATERIALES	01/11/2018	02/11/2018	X	15/11/2018	Laboratorio de Suelos	Ing. Peñaloza Iazo	
	Conformacion de Sub rasante	Llevar muestra de Terreno natural Laboratorio de la UNI (Prueba de Sales ) Tramo Izquierdo	MEDIO	INTERMEDIA	MATERIALES	01/11/2018	02/11/2018	X	10/12/2018	Laboratorio de Suelos	Ing. Berrosqui calm Elmer	
<b>PAVIMENTO RIGIDO</b>												
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr = 48 kg/cm2 con Cemento Tipo HS (Incluye fibra)	Aprobacion de Diseño de Mezcla de Concreto Premezclado Mr= 48 Kg/cm2 por Supervision	ALTA	MACRO	MATERIALES	01/11/2018	05/11/2018	X	12/11/2018	Produccion	Ing. Juan Manuel Leveau	
	Suministro y Colocación de Dowells-Liso- 1 1/4", L=45cm @ 30 cm (Incluye canastilla)	Compra de 1er Lote de Dowells a PRODAC	ALTA	MACRO	MATERIALES	01/11/2018	15/11/2018	X	12/11/2018	Oficina técnica	Ing. Gonzales Maza	
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr = 48 kg/cm2 con Cemento Tipo HS (Incluye fibra)	Acondicionamiento de Laboratorio para Ensayos de rotura y Deflexion de testigos cilindricos y rectangulares	ALTA	MACRO	EQUIPOS	01/11/2018	03/11/2018	X	12/11/2018	Calidad	Ing. Calle velazquez	
	Ensayos de Deflectometría	Llegada de Camion Viga - Campamento Tramo 03	ALTA	MACRO	EQUIPOS	01/11/2018	10/11/2018	X	12/11/2018	Oficina técnica	Ing. Yesenia Abanto	
	Suministro y Colocación de Dowells-Liso- 1 1/4", L=45cm @ 30 cm (Incluye canastilla)	Diseño de Dowells y traslapos en Ingresos y Cruces de Pavimento Rigido Prog. 0+056 - 15+600	MEDIO	MACRO	MATERIALES	01/11/2018	12/01/2019	X	12/04/2019	Calidad	Ing. Calle velazquez	
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr = 48 kg/cm2 con Cemento Tipo HS (Incluye fibra)	Retiro de Postes de Alumbrado Publico Prog. 3+000 - 4+000 Interferencias (LUZ DEL SUR)	ALTA	MACRO	EXTERNO	01/11/2018	05/11/2018	X	08/12/2018	Gerencia de Proyectos	Ing. Cesar Vasquez	
<b>PAVIMENTO FLEXIBLE</b>												
	Recapeo de Carpeta Asfáltica en Caliente e = 2"	Aprobacion cambio de Superficie de Rodadura de Asfalto a Pavimento Rigido	MEDIO	MACRO	DISEÑO	01/11/2018	15/03/2019	X	08/05/2019	Produccion	Ing. Residente Roberto Mejia	
	Recapeo de Carpeta Asfáltica en Caliente e = 2"	Muestreo de Material Subrasante Prog. 14+400 - 15+601	MEDIO	MACRO	MATERIALES	01/11/2018	05/03/2019	X	22/03/2019	Laboratorio de Suelos	Ing. Peñaloza Iazo	
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA PEATONAL</b>												
	Veredas	Aprobacion de Informe de Adicional de Conformacion y Compactacion de Sub rasante en Veredas por Supervision	ALTA	MACRO	COSTOS	01/11/2018	05/11/2018	X	28/12/2018	Oficina técnica	Ing. Yesenia Abanto	
	Veredas	Aprobacion de Adicional de Manga Plastica en Veredas	ALTA	MACRO	MATERIALES	01/11/2018	05/11/2018	X	28/12/2018	Produccion	Ing. Residente Roberto Mejia	
	Veredas	Levantamiento de Nivel de veredas actual Prog. 0+056 - 14+400 ambos lados	ALTA	MACRO	MANO DE OBRA	01/11/2018		X	28/12/2018	Topografía	Ing. Eder Martinez & Findel Castro	
	Veredas - Ciclovia	Aprobacion Diseño de Mezcla de Concreto Premezclado f'c = 175 kg/cm2 para Veredas y Ciclovia f'c = 210 Kg/cm2	MEDIO	MACRO	DISEÑO	01/11/2018		X		Calidad	Ing. Calle velazquez	
	Paraderos	Diseño de nueva Geometría en Superficie de rodadura en Paraderos MD			DISEÑO			X		Oficina técnica	Ing. Gonzales Maza	
<b>SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL</b>												
	Modulos Metalicos de Paraderos con asiento y Tapasol	Cotizaciones con Proveedores			MATERIALES			X				
	Señalización Vertical	Cotizaciones con Proveedores			MATERIALES			X				
	Barrera de Seguridad Metálica Tipo H4b-a-W5 (Incluido Captafaro y Terminal)	Cotizaciones con Proveedores			MATERIALES			X				
<b>PAISAJISMO</b>												
	Arboles Nuevos	Cotizaciones con Proveedores			MATERIALES			X				

Figura 102. Cuadro Análisis de restricciones Macro

Elaboración: Los Autores



#### 4.2.4 Phase Schedule

En esta etapa en general se define una etapa de tiempo en la cual para el proyecto se definió en 7 grandes fases estas fueron decantadas del master plan bajo una secuencia lógica y de un proceso constructivo dentro de las estrategias antes mencionadas. En necesario para definir cada una de estas fases la participación de todos los responsables de cada actividad y áreas del proyecto en este punto dentro de la Metodología Last Planner se utilizará el Sistema Pull.

Para el proyecto esta Planificación Pull se dividió en 03 bloques en función de la Sectorización de la Obra (Tramo I, II, III) en donde se identificaron con más detalle cada fase, estas fueron realizadas en dos sesiones en ellas se marcaron el ritmo de producción, los materiales a utilizar como el Material de Mejoramiento Granular, Sub Base Granular, Concreto, Maquinaria pesada como Motoniveladoras, Rodillo Vibratorio, Volquetes, Cisterna de Agua y rendimientos en Movimiento de Tierras y Pavimento Rígido.



**Figura 103.** Pull Planning – Tramo I

**Elaboración:** Los autores



**Figura 104.** Pull Planning – Tramo I

**Elaboración:** Los autores

Se realiza el cálculo de metrados tomando en cuenta la sectorización del proyecto para generar el ritmo de producción.

PLANIFICACION PULL - TRAMO IV	2018		2019					
SECTORIZACION - TRAMO I - 0+000 - 5+100	NOVIEMBRE	DICIEMBRE	ENERO	FEBRERO	MARZO	ABRIL	MAYO	JUNIO

**Figura 105.** Formato Pull Planning Tramo I

**Elaboración:** Los autores

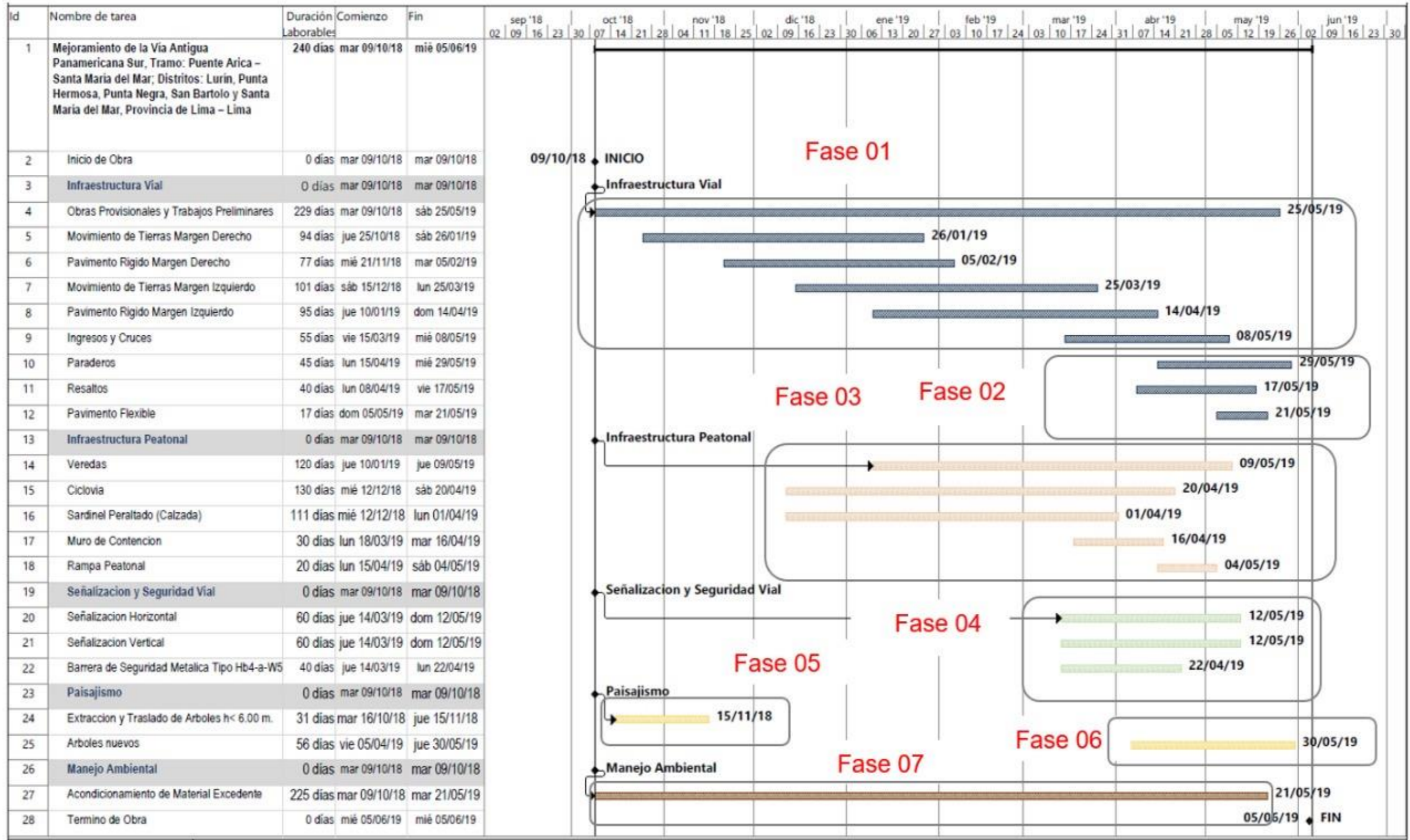


Figura 106. Plan de Fases

Elaboración: Los autores

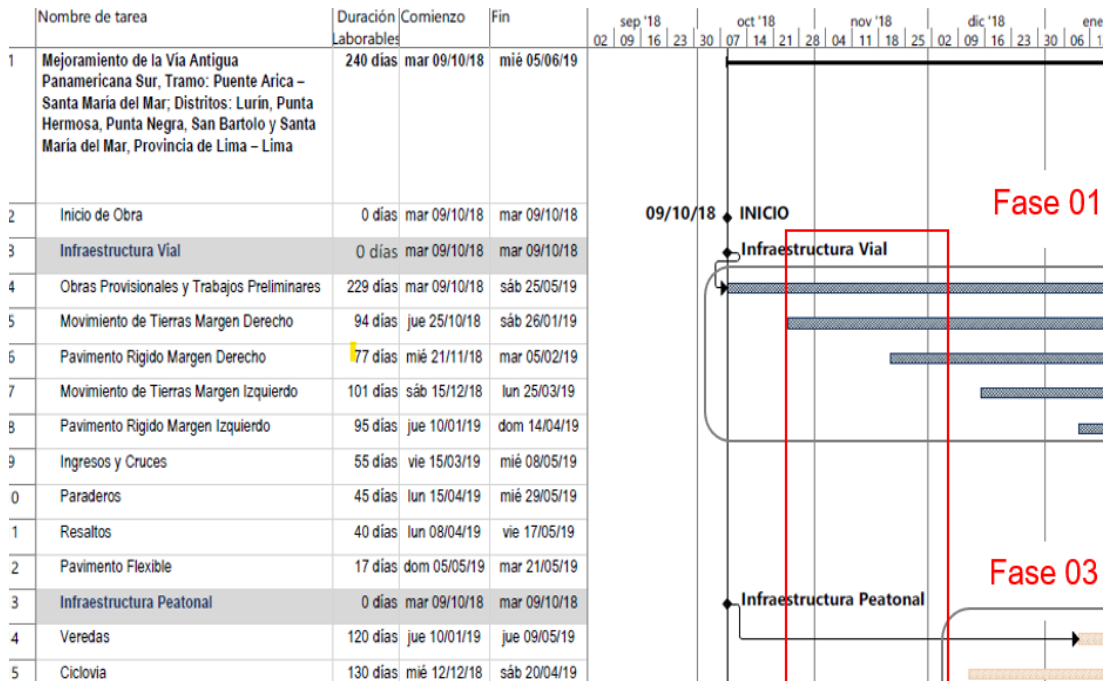
#### 4.2.5 Lookahead Planning

En esta etapa se procede a decantar del Plan de Fases y la planificación Pull el Lookahead agarrando una Ventana en la que se asignó actividades diarias a ejecutar en un intervalo de 5 semanas. En esta vemos con más detalle las actividades a ejecutar e identificar que restricciones que me van a impedir su ejecución. A través de mi Sectorización proyecto mis 5 semanas en el cual agarramos la Fase 01 en el mes de noviembre en el cual se indica que se debe ejecutar Movimiento de tierras y Pavimento Rígido del Margen derecho tanto en Tramo I y III a partir de aquí se tiene que detallar las partidas secuenciales de esta fase dentro de las cuales tenemos Excavación no Clasificada en Explanaciones hasta la Sub base granular y pavimento rígido; se definido por grupo de equipos para Movimiento de Tierras:

- 03 Rodillos Vibratorios Modelo HAMM 3520 de 12 Tn
- 04 Motoniveladoras CAT 140 H
- 03 Cisternas de 17 m<sup>3</sup>
- 10 Volquetes de 24 m<sup>3</sup>
- 03 excavadora modelo DOOSAN DX340 +03 Oficial
- 01 oficial + 02 peones (Cuadrilla por Motoniveladora)
- 01 topógrafo + 02 Niveladores (oficial) + 06 peones

Para las Actividades de Pavimento rígido en Tramo I y III se trabajó en dos turnos durante el día con las Actividades de Balizado y en la noche con la colocación de Concreto utilizando lo siguiente:

- 02 encofrado Deslizante (UNICON) (Turno noche)
- 02 topógrafo + 02 Oficial + 03 peones (Turno día)
- 01 capataz + 04 Operarios + 04 peones + 04 oficiales (Turno noche)
- 08 volquetes de 24 m<sup>3</sup>



**Figura 107.** Desglose Plan de Fases a Lookahead noviembre

**Elaboración:** Los autores

Para completar el Lookahead Planning adicionamos el Formato de Control de Avance Longitudinal del Proyecto en donde se detalla las actividades con más nivel de detalle esto nos ayudara a controlar gráficamente junto con el Lookahead la producción diaria, este formato contiene información no solamente de avance sino además contiene anchos de vía, espesores de Capas que contiene el paquete estructural y transición de anchos.



**Figura 108.** Gestión Visual – Vuelo dron – Avance Semana 08

**Elaboración:** Los autores



**Figura 109.** Gestión Visual – Vuelo dron – Avance Semana 13

**Elaboración:** Los autores

### LOOKAHEAD PLANING

Código	Descripción de la Actividad	SEMANA 1					SEMANA 2					SEMANA 3					SEMANA 4					SEMANA 5									
		L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S
		05/11	06/11	07/11	08/11	09/11	10/11	12/11	13/11	14/11	15/11	16/11	17/11	19/11	20/11	21/11	22/11	23/11	24/11	25/11	26/11	27/11	28/11	29/11	30/11	02/12	03/12	04/12	05/12	06/12	07/12
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL</b>																															
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - PAVIMENTO RIGIDO - MD</b>																															
<b>PROGRESIVA 0+054 - 0+468.08 / 0+696.55 - 5+100</b>																															
	Excavacion no Clasificada para Explanaciones	T1-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E	T1-F	T1-G	T1-H	T1-I	T1-J	T1-K	T1-L	T1-M	T1-N	T1-O	T1-P	T1-Q	T1-R	T1-S	T1-T	T1-U	T1-V	T1-W	T1-X	T1-Y	T1-Z	T1-A1	T1-A2	T1-A3	
	Conformacion y Compactacion de Subrasante	T1-A	T1-B			T1-C	T1-C	T1-D				T1-E		T1-F			T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L			
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 01 e=0.15 m.		T1-A	T1-B				T1-C	T1-D			T1-E	T1-E	T1-F			T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L			
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 02 e=0.15 m.			T1-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E	T1-F			T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L		
	Conformacion y Compactacion de Sub Base e=0.15 m.				T1-A	T1-B	T1-B			T1-C	T1-D	T1-D			T1-E	T1-F					T1-G	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L	
	Colocacion de Lineas Guia para Pavimentadora					T1-A		T1-B			T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G		T1-H				T1-I	T1-J	T1-K	
	Colocacion Dowells-Liso- 1 1/4", L=45cm @ 30 cm					T1-A	T1-B			T1-C				T1-D			T1-E	T1-F				T1-G		T1-H				T1-I	T1-J	T1-K	
	Barras de Amarre - Corrugado -1/2" L=80 cm, @ 90 cm					T1-A	T1-B			T1-C				T1-D			T1-E	T1-F				T1-G		T1-H				T1-I	T1-J	T1-K	
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado con Pavimentadora Deslizante					T1-A	T1-B			T1-C				T1-D			T1-E	T1-F				T1-G		T1-H				T1-I	T1-J	T1-K	
	Corte para Juntas					T1-A	T1-B			T1-C				T1-D			T1-E					T1-F		T1-G		T1-H			T1-I	T1-J	
	Sellado de Juntas					T1-A	T1-B			T1-C				T1-D			T1-E					T1-F		T1-G		T1-H			T1-I	T1-J	
<b>MANEJO AMBIENTAL</b>																															
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - DEMOLICIONES- FRESADO</b>																															
<b>PROGRESIVA 0+000 - 5+100</b>																															
	Acondicionamiento de Material Excedente		DME-01	DME-01	DME-01	DME-01				DME-01	DME-01	DME-01	DME-01	DME-01			DME-01	DME-01	DME-01	DME-01											
<b>PROGRESIVA 9+400 - 15+600</b>																															
	Acondicionamiento de Material Excedente																														
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL</b>																															
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - PAVIMENTO RIGIDO - MD-MI</b>																															
<b>PROGRESIVA 14+400 - 9+400</b>																															
	Excavacion no Clasificada para Explanaciones	T3-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E	T1-F	T1-G	T1-H	T1-I	T1-J	T1-K	T1-L	T1-M	T1-N	T1-O	T1-P	T1-Q	T1-R	T1-S	T1-T	T1-U	T1-V	T1-W	T1-X	T1-Y	T1-Z	T1-A1	T1-A2	T1-A3	
	Conformacion y Compactacion de Subrasante	T3-A	T1-B			T1-C	T1-C	T1-D				T1-E		T1-F			T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L			
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 01 e=0.225 m.		T3-A	T1-B				T1-C	T1-D			T1-E	T1-E	T1-F			T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L			
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 02 e=0.225 m.			T3-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E	T1-F			T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L		
	Conformacion y Compactacion de Sub Base e=0.15 m.				T3-A	T1-B	T1-B			T1-C	T1-D	T1-D			T1-E	T1-F					T1-G	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L	
	Colocacion de Lineas Guia para Pavimentadora					T3-A		T1-B			T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G		T1-H				T1-I	T1-J	T1-K	
	Colocacion Dowells-Liso- 1 1/4", L=45cm @ 30 cm					T3-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G		T1-H				T1-I	T1-J	T1-K	
	Barras de Amarre - Corrugado -1/2" L=80 cm, @ 90 cm					T3-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G		T1-H				T1-I	T1-J	T1-K	
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado con Pavimentadora Deslizante					T3-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G		T1-H				T1-I	T1-J	T1-K	
	Corte para Juntas					T3-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E					T1-F		T1-G		T1-H			T1-I	T1-J	
	Sellado de Juntas					T3-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E					T1-F		T1-G		T1-H			T1-I	T1-J	
<b>ELABORADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>																													
NOMBRE: Jean Pierre Chacon / Juan Verastegui		NOMBRE: Juan Manuel Leveau										NOMBRE: Ing. Roberto Mejia																			
CARGO: Asistente de Planificacion - Produccion		CARGO: Jefe DE PRODUCCIÓN										CARGO: ING. RESIDENTE																			
FECHA: Noviembre 2018		FECHA:										FECHA:																			
<b>NOTA:</b>																															
TXA	TRAMO X - SECTOR X .																														
SXB	TRAMO X - SECTOR X .																														
SXC	TRAMO X - SECTOR X .																														
SXD	TRAMO X - SECTOR X .																														
SXE	TRAMO X - SECTOR X .																														
SXF	TRAMO X - SECTOR X .																														

Figura 110. Lookahead 01 – noviembre 2018

Elaboración: Los autores

## LOOKAHEAD PLANING

Código	Descripción de la Actividad	SEMANA 6					SEMANA 7					SEMANA 8					SEMANA 9					SEMANA 10									
		L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S	L	M	X	J	V	S
		08/12	09/12	10/12	11/12	12/12	13/12	15/12	16/12	17/12	18/12	19/12	20/12	22/12	23/12	26/12	27/12	28/12	29/12	02/01	03/01	04/01	05/01	06/01	07/01	09/01	10/01	11/01	12/01	13/01	14/01
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL (Tramo I)</b>																															
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - PAVIMENTO RIGIDO - MD</b>																															
<b>PROGRESIVA 0+054 - 0+468.08 / 0+696.55 - 5+100</b>																															
	Excavacion no Clasificada para Explanaciones	T1-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E	T1-F	T1-G	T1-H	T1-I	T1-J	T1-K	T1-L	T1-M	T1-N	T1-O	T1-P	T1-Q	T1-R	T1-S	T1-T	T1-U	T1-V	T1-W	T1-X	T1-Y	T1-Z	T1-A1	T1-A2	T1-A3	
	Conformacion y Compactacion de Subrasante		T1-A	T1-B		T1-C	T1-C	T1-D			T1-E			T1-F	T1-N		T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L			
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 01 e=0.15 m.			T1-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E	T1-E	T1-F			T1-G	T1-H	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L		
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 02 e=0.15 m.				T1-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E	T1-F			T1-G	T1-G	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L		
	Conformacion y Compactacion de Sub Base e=0.15 m.				T1-A	T1-B					T1-C	T1-D	T1-D			T1-E	T1-F				T1-G	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L	
	Colocacion de Lineas Guia para Pavimentadora					T1-A					T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G				T1-I	T1-J			T1-K	
	Colocacion Dowells-Liso- 1 1/4", L=45cm @ 30 cm					T1-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G				T1-I	T1-J			T1-K	
	Barras de Amarre - Corrugado -1/2" L=80 cm, @ 90 cm					T1-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G				T1-I	T1-J			T1-K	
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado con Pavimentadora Deslizante					T1-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G				T1-I	T1-J			T1-K	
	Corte para Juntas						T1-A	T1-B				T1-C	T1-C	T1-D			T1-E				T1-F		T1-G		T1-H			T1-I	T1-J		
	Sellado de Juntas						T1-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E				T1-F		T1-G		T1-H			T1-I	T1-J		
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL (Tramo I)</b>																															
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - PAVIMENTO RIGIDO - MI</b>																															
<b>PROGRESIVA 0+054 - 0+468.08 / 0+696.55 - 5+100</b>																															
	Excavacion no Clasificada para Explanaciones	T1-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E	T1-F	T1-G	T1-H	T1-I	T1-J	T1-K	T1-L	T1-M	T1-N	T1-O	T1-P	T1-Q	T1-R	T1-S	T1-T	T1-U	T1-V	T1-W	T1-X	T1-Y	T1-Z	T1-A1	T1-A2	T1-A3	
	Conformacion y Compactacion de Subrasante		T1-A	T1-B		T1-C	T1-C	T1-D			T1-E			T1-F	T1-N		T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L			
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 01 e=0.15 m.			T1-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E	T1-E	T1-F			T1-G	T1-H	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L		
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 02 e=0.15 m.				T1-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E	T1-F			T1-G	T1-G	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L		
	Conformacion y Compactacion de Sub Base e=0.15 m.				T1-A	T1-B					T1-C	T1-D	T1-D			T1-E	T1-F				T1-G	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L	
<b>MANEJO AMBIENTAL</b>																															
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - DEMOLICIONES- FRESADO</b>																															
<b>PROGRESIVA 0+000 - 5+100</b>																															
	Acondicionamiento de Material Excedente		DME-01	DME-01	DME-01	DME-01																									
<b>PROGRESIVA 9+400 - 15+600</b>																															
	Acondicionamiento de Material Excedente																														
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL (Tramo III)</b>																															
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - PAVIMENTO RIGIDO - MD-MI</b>																															
<b>PROGRESIVA 14+400 - 9+400</b>																															
	Excavacion no Clasificada para Explanaciones	T3-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E	T1-F	T1-G	T1-H	T1-I	T1-J	T1-K	T1-L	T1-M	T1-N	T1-O	T1-P	T1-Q	T1-R	T1-S	T1-T	T1-U	T1-V	T1-W	T1-X	T1-Y	T1-Z	T1-A1	T1-A2	T1-A3	
	Conformacion y Compactacion de Subrasante		T3-A	T1-B			T1-C	T1-C	T1-D			T1-E			T1-F			T1-G	T1-H				T1-I	T1-J				T1-K	T1-L		
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 01 e=0.225 m.			T3-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E	T1-E	T1-F			T1-G	T1-H	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L		
	Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 02 e=0.225 m.				T3-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E	T1-F			T1-G	T1-G	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L		
	Conformacion y Compactacion de Sub Base e=0.15 m.				T3-A	T1-B					T1-C	T1-D	T1-D			T1-E	T1-F				T1-G	T1-H			T1-I	T1-J			T1-K	T1-L	
	Colocacion de Lineas Guia para Pavimentadora					T3-A					T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G				T1-I	T1-J			T1-K	
	Colocacion Dowells-Liso- 1 1/4", L=45cm @ 30 cm					T3-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G				T1-I	T1-J			T1-K	
	Barras de Amarre - Corrugado -1/2" L=80 cm, @ 90 cm					T3-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G				T1-I	T1-J			T1-K	
	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado con Pavimentadora Deslizante					T3-A	T1-B				T1-C			T1-D			T1-E	T1-F				T1-G				T1-I	T1-J			T1-K	
	Corte para Juntas						T3-A	T1-B				T1-C	T1-C	T1-D			T1-E				T1-F		T1-G		T1-H			T1-I	T1-J		
	Sellado de Juntas						T3-A	T1-B					T1-C	T1-D			T1-E				T1-F		T1-G		T1-H			T1-I	T1-J		

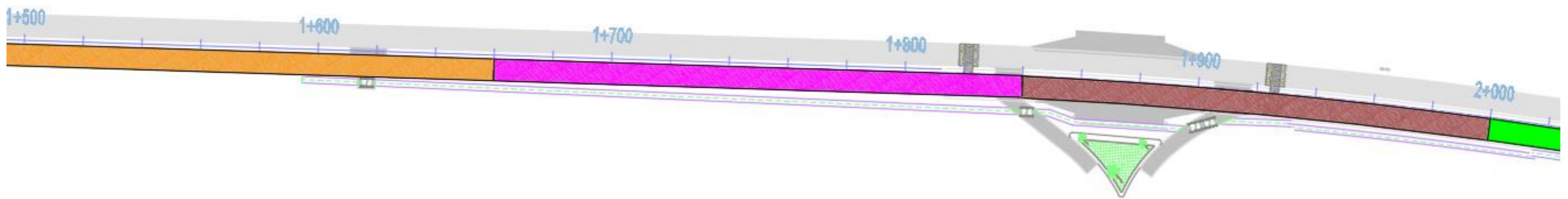
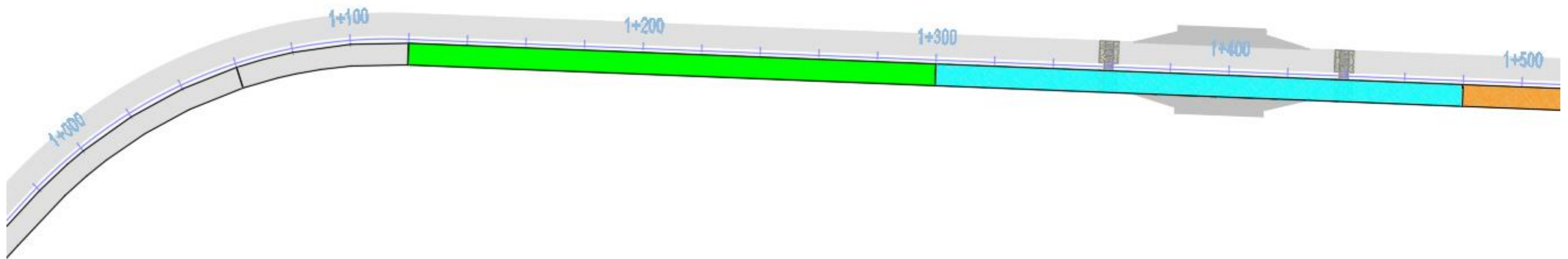
<b>ELABORADO POR:</b>		<b>APROBADO POR:</b>					<b>APROBADO POR:</b>					<b>APROBADO POR:</b>				
NOMBRE:		NOMBRE:					NOMBRE:					NOMBRE:				
CARGO:		CARGO:					CARGO:					CARGO:				
FECHA:		FECHA:					FECHA:					FECHA:				
		AREA DE PRODUCCIÓN										ING. RESIDENTE				

**Figura 111. Lookahead 02 – diciembre 2018**

**Elaboración:** Los autores

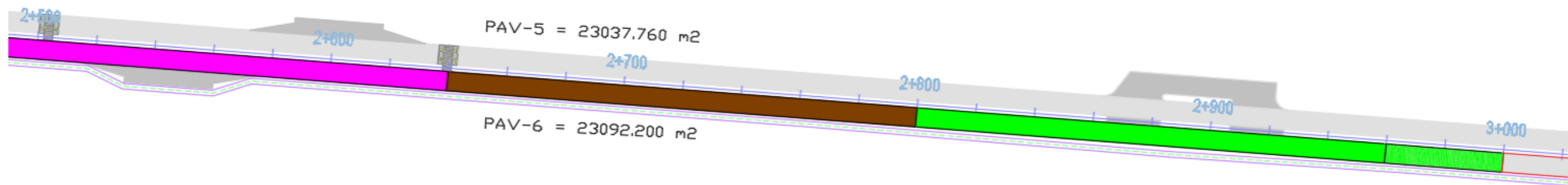
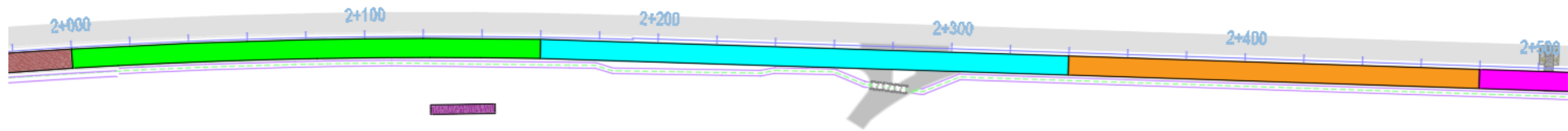






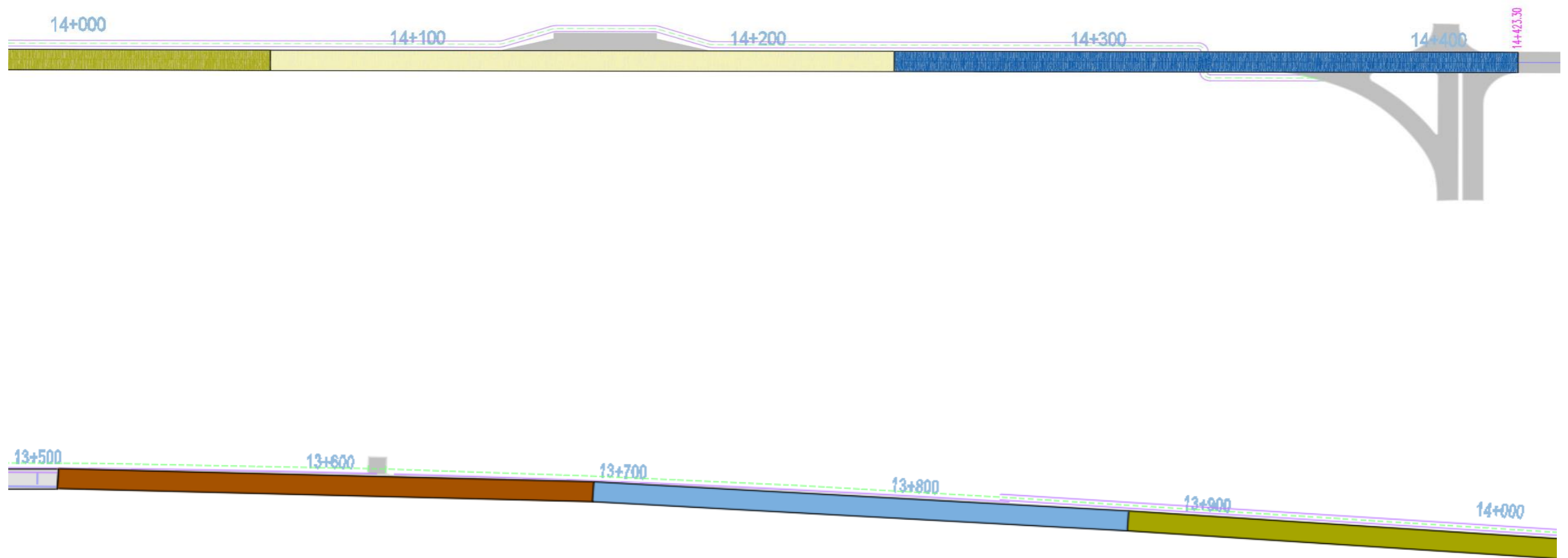
**Figura 113.** Sectorización Tramo I – 1+100 – 2+000

**Elaboración:** Los autores



**Figura 114.** Sectorización Tramo I – 2+000 – 3+000

**Elaboración:** Los autores



**Figura 115.** Sectorización Tramo III – 14+400 – 13+500

**Elaboración:** Los autores

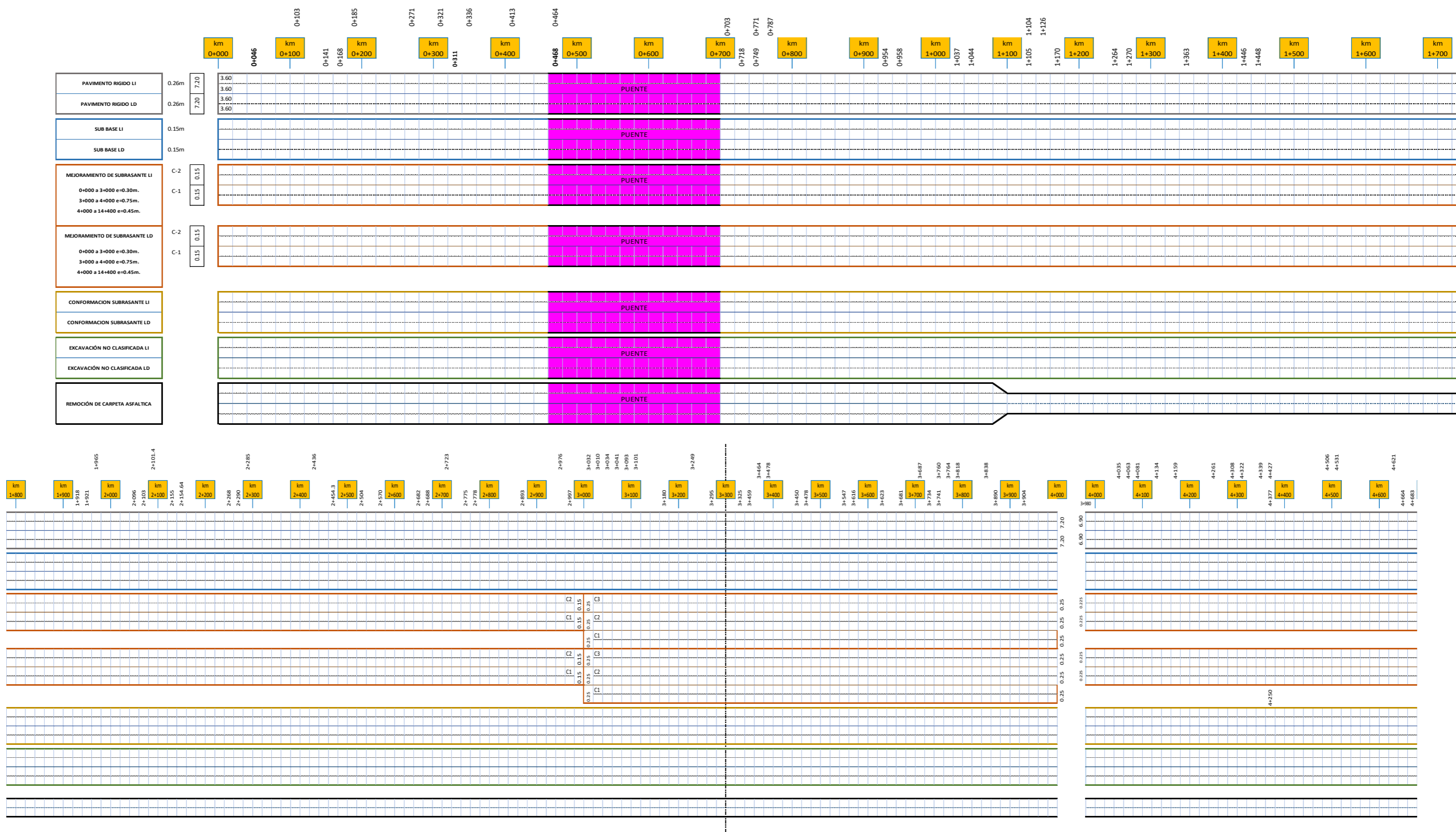


Figura 116. Control de Avance Longitudinal – 0+000 – 5+100

Elaboración: Los autores

#### **4.2.6 Weekly Plan Visual – Daily Plan**

En esta etapa entran las actividades listas para su ejecución previamente libre de restricciones en donde los Maestros de Obra y los jefes de Topografía asumen los compromisos con los materiales ya en campo y con la calidad correspondiente.

Una manera fácil que se implementó como parte de la Gestión visual es mediante gráficos en conjunto con los vuelos dron, esta manera de trabajo se hizo a lo largo del proyecto en donde con el Lookahead se decantó la semana de trabajo. La secuencia de trabajo empezaba con las Excavaciones hasta el nivel de Subrasante dándole el ancho de 7.20 m. y un sobre ancho por lado de 1.00 m. que servía para la pavimentadora deslizante, terminando la actividad se iniciaba con el plantilleo con el equipo de topografía para luego empezar conformación de la Subrasante existente con la Motoniveladora y el Rodillo liso vibratorio, terminando la conformación y compactación se procede con las liberaciones de cotas a nivel de Subrasante y las respectivas densidades de Campo mediante el Cono de Arena.

Una vez liberado se procede con el tendido de las Capas de Mejoramiento con Material Granular y la Conformación y Compactación de las mismas de acuerdo con el paquete estructural en tales progresivas para luego ser liberadas de la misma forma mediante Cotas y densidad de Campo. Una vez completa la actividad anterior se procede con la Conformación y compactación de la Sub base esta es la capa final que recibe la losa de Concreto adicional a las Liberaciones tanto por Topografía (cotas) como densidad de campo se adiciona la actividad Ensayo de Deflectometria mediante Camión Viga como Ultima liberación entregando esto se procede con el balizado para la Pavimentadora y trazo de ejes de calzada y juntas estas se ejecutaban durante el turno día dejando listo para el turno noche en donde entraba la Pavimentadora y los Volquetes con el Concreto.



Figura 117. Planificación Visual mediante vuelo dron

Elaboración: Los autores

Descripción de la Actividad	SEMANA 1					
	L	M	X	J	V	S
	05/11	06/11	07/11	08/11	09/11	10/11
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL</b>						
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - PAVIMENTO RIGIDO - MD</b>						
<b>PROGRESIVA 0+054 - 0+468.08 / 0+696.55 - 3+000</b>						
Excavacion no Clasificada para Explanaciones	T1-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E	T1-F
Conformacion y Compactacion de Subrasante		T1-A	T1-B			T1-C
Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 01 e=0.15 m.			T1-A	T1-B		
Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 02 e=0.15 m.				T1-A	T1-B	
Conformacion y Compactacion de Sub Base e=0.15 m.					T1-A	T1-B
Colocacion de Lineas Guia para Pavimentadora						T1-A
Colocacion Dowells-Liso- 1 1/4", L=45cm @ 30 cm						
Barras de Amarre - Corrugado -1/2" L=80 cm, @ 90 cm						
Colocación y Acabado de Concreto Premezclado con Pavimentadora Deslizante						
Corte para Juntas						
Sellado de Juntas						
<b>MANEJO AMBIENTAL</b>						
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - DEMOLICIONES- FRESADO</b>						
<b>PROGRESIVA 0+000 - 5+100</b>						
Acondicionamiento de Material Excedente		DME-01	DME-01	DME-01	DME-01	
<b>PROGRESIVA 9+400 - 15+600</b>						
Acondicionamiento de Material Excedente						
<b>MEJORAMIENTO DE INFRAESTRUCTURA VIAL</b>						
<b>MOVIMIENTO DE TIERRAS - PAVIMENTO RIGIDO - MD-MI</b>						
<b>PROGRESIVA 14+400 - 9+400</b>						
Excavacion no Clasificada para Explanaciones	T3-A	T1-B	T1-C	T1-D	T1-E	T1-F
Conformacion y Compactacion de Subrasante		T3-A	T1-B			T1-C
Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 01 e=0.225 m.			T3-A	T1-B		
Mejoramiento de Subrasante con Material de Cantera ; Capa 02 e=0.225 m.				T3-A	T1-B	
Conformacion y Compactacion de Sub Base e=0.15 m.					T3-A	T1-B
Colocacion de Lineas Guia para Pavimentadora						T3-A
Colocacion Dowells-Liso- 1 1/4", L=45cm @ 30 cm						
Barras de Amarre - Corrugado -1/2" L=80 cm, @ 90 cm						
Colocación y Acabado de Concreto Premezclado con Pavimentadora Deslizante						
Corte para Juntas						
Sellado de Juntas						

Figura 118. Plan Semanal 05 – Movimiento de Tierras Sector I y II

Elaboración: Los autores





## CAPITULO V RESULTADOS

### 5.1 Master Plan

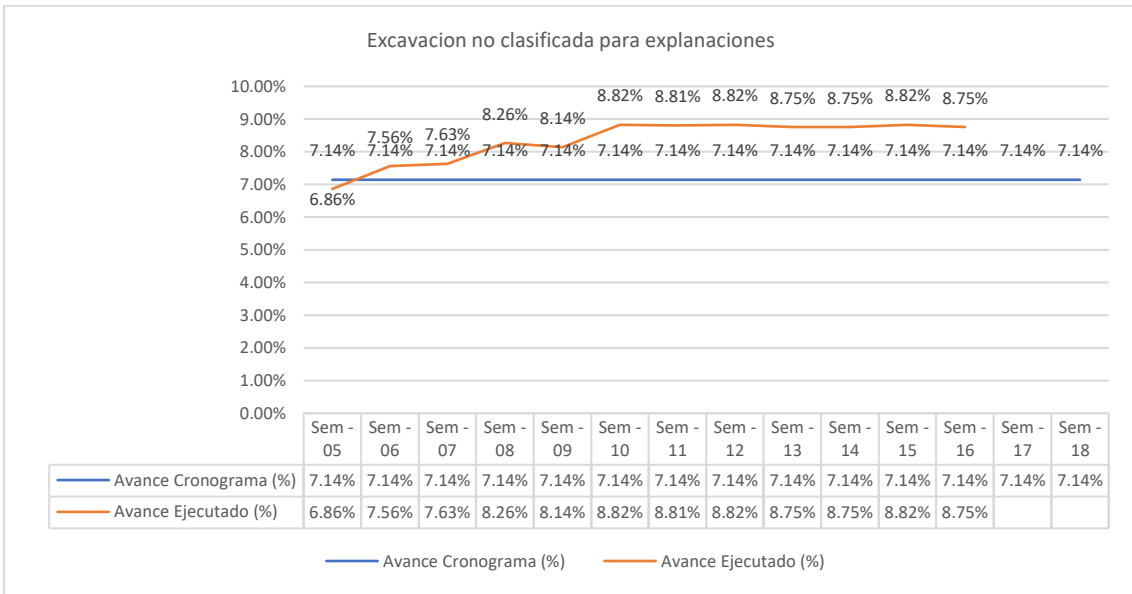
#### 5.1.1 Avance semanal Fase Infraestructura vial

En los análisis durante la partida de Excavación no Clasificada para explanaciones al cierre de la Semana 16 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 85.71% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación del 14.29% que evidencia que la actividad se encuentra adelantada.

**Tabla 5.** Excavación no clasificada para explanaciones

Nº	Semana s	Avance Cronograma (m3)			Avance Ejecutado (m3)			Variación
		Cronogram a	% Avance	% Acum.	Ejecutad o	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 05	10,200.00	7.14%	7.14%	9,800.00	6.86%	6.86%	-0.28%
2.00	Sem - 06	10,200.00	7.14%	14.29%	10,800.00	7.56%	14.43%	0.42%
3.00	Sem - 07	10,200.00	7.14%	21.43%	10,900.00	7.63%	22.06%	0.49%
4.00	Sem - 08	10,200.00	7.14%	28.57%	11,800.00	8.26%	30.32%	1.12%
5.00	Sem - 09	10,200.00	7.14%	35.71%	11,620.00	8.14%	38.46%	0.99%
6.00	Sem - 10	10,200.00	7.14%	42.86%	12,600.00	8.82%	47.28%	1.68%
7.00	Sem - 11	10,200.00	7.14%	50.00%	12,580.00	8.81%	56.09%	1.67%
8.00	Sem - 12	10,200.00	7.14%	57.14%	12,600.00	8.82%	64.92%	1.68%
9.00	Sem - 13	10,200.00	7.14%	64.29%	12,500.00	8.75%	73.67%	1.61%
10.00	Sem - 14	10,200.00	7.14%	71.43%	12,500.00	8.75%	82.42%	1.61%
11.00	Sem - 15	10,200.00	7.14%	78.57%	12,600.00	8.82%	91.25%	1.68%
12.00	Sem - 16	10,200.00	7.14%	85.71%	12,500.00	8.75%	100.00%	1.61%
13.00	Sem - 17	10,200.00	7.14%	92.86%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
14.00	Sem - 18	10,200.00	7.14%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		142,800.00	100.00%	100.00%	142,800.00	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 122.** Excavación no clasificada para explanaciones

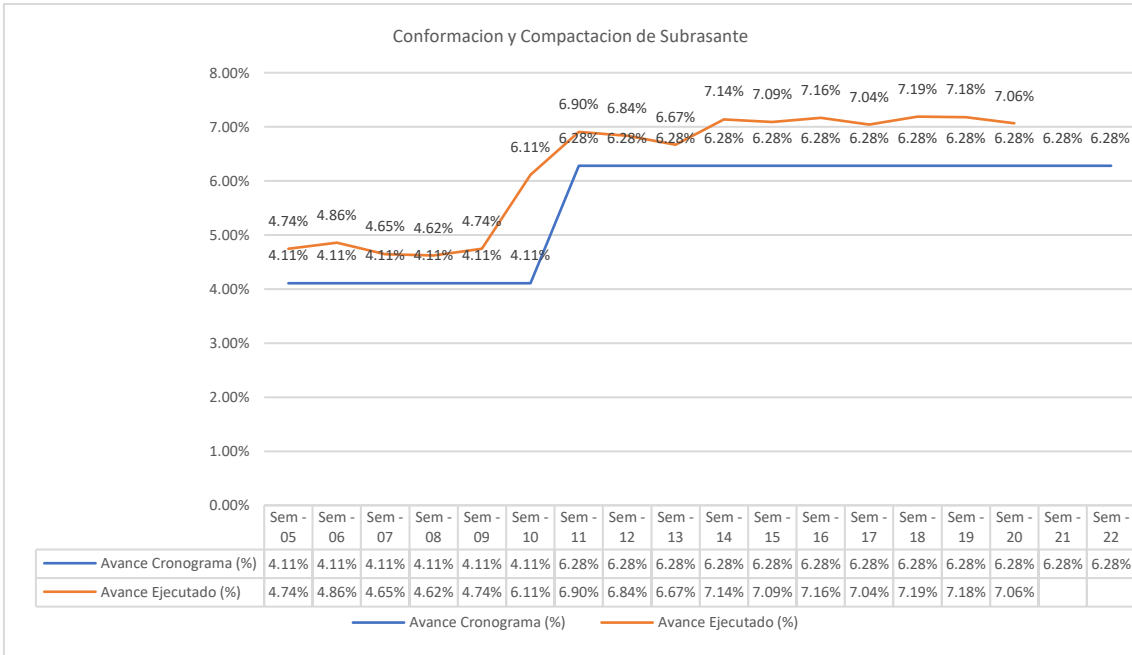
**Elaboración:** Los autores

En los análisis durante la partida de Conformación y compactación de Subrasante al cierre de la Semana 20 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 87.44% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación del 12.56% que evidencia que la actividad se encuentra adelantada.

**Tabla 6.** Conformación y compactación de Subrasante

Nº	Semanas	Avance Cronograma (m2)			Avance Ejecutado (m2)			Variación
		Cronograma	% Avance	% Acum.	Ejecutado	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 05	8,400.00	4.11%	4.11%	9,700.00	4.74%	4.74%	0.64%
2.00	Sem - 06	8,400.00	4.11%	8.22%	9,930.00	4.86%	9.60%	0.75%
3.00	Sem - 07	8,400.00	4.11%	12.32%	9,500.00	4.65%	14.24%	0.54%
4.00	Sem - 08	8,400.00	4.11%	16.43%	9,450.00	4.62%	18.87%	0.51%
5.00	Sem - 09	8,400.00	4.11%	20.54%	9,700.00	4.74%	23.61%	0.64%
6.00	Sem - 10	8,400.00	4.11%	24.65%	12,500.00	6.11%	29.72%	2.00%
7.00	Sem - 11	12,841.48	6.28%	30.93%	14,120.00	6.90%	36.63%	0.63%
8.00	Sem - 12	12,841.48	6.28%	37.20%	13,982.00	6.84%	43.46%	0.56%
9.00	Sem - 13	12,841.48	6.28%	43.48%	13,640.00	6.67%	50.13%	0.39%
10.00	Sem - 14	12,841.48	6.28%	49.76%	14,600.00	7.14%	57.27%	0.86%
11.00	Sem - 15	12,841.48	6.28%	56.04%	14,500.00	7.09%	64.36%	0.81%
12.00	Sem - 16	12,841.48	6.28%	62.32%	14,650.00	7.16%	71.53%	0.88%
13.00	Sem - 17	12,841.48	6.28%	68.60%	14,400.00	7.04%	78.57%	0.76%
14.00	Sem - 18	12,841.48	6.28%	74.88%	14,700.00	7.19%	85.76%	0.91%
15.00	Sem - 19	12,841.48	6.28%	81.16%	14,680.00	7.18%	92.94%	0.90%
16.00	Sem - 20	12,841.48	6.28%	87.44%	14,445.00	7.06%	100.00%	0.78%
17.00	Sem - 21	12,841.48	6.28%	93.72%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
18.00	Sem - 22	12,841.48	6.28%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		204,497.79	100.00%	100.00%	204,497.00	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 123.** Conformación y compactación de subrasante

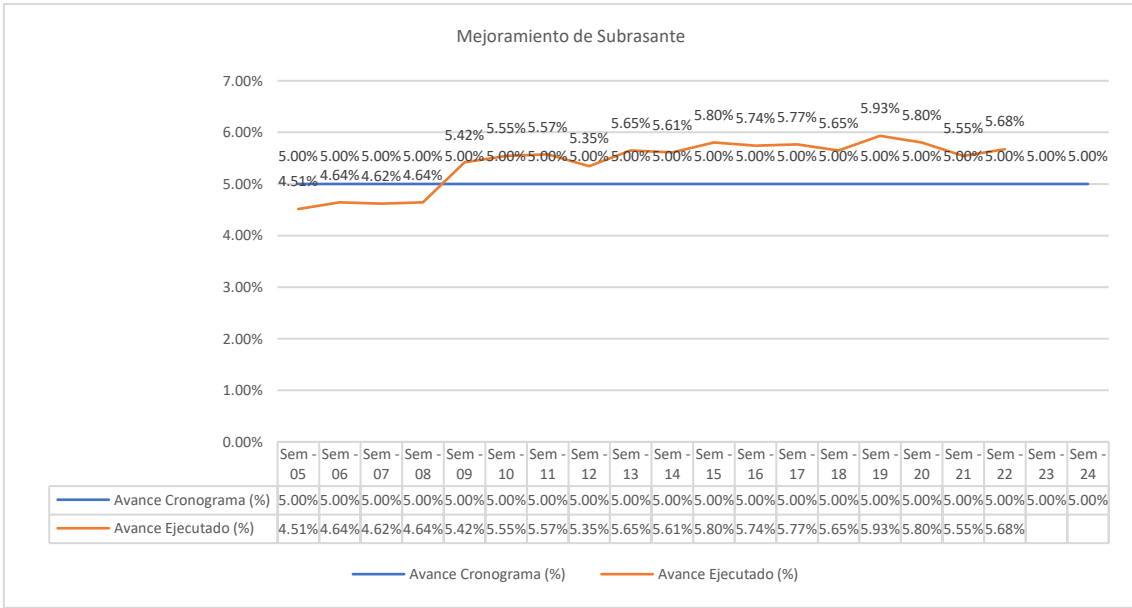
**Elaboración:** Los autores

En los análisis durante la partida de Mejoramiento de Subrasante con material de Cantera al cierre de la Semana 23 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 95.00% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación del 5.00 % que evidencia que la actividad se encuentra adelantada.

**Tabla 7.** Mejoramiento de subrasante con material de cantera

Nº	Semanas	Avance Cronograma (m3)			Avance Ejecutado (m3)			Variación
		Cronograma	% Avance	% Acum.	Ejecutado	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 05	3,876.55	5.00%	5.00%	3,500.00	4.51%	4.51%	-0.49%
2.00	Sem - 06	3,876.55	5.00%	10.00%	3,600.00	4.64%	9.16%	-0.36%
3.00	Sem - 07	3,876.55	5.00%	15.00%	3,580.00	4.62%	13.78%	-0.38%
4.00	Sem - 08	3,876.55	5.00%	20.00%	3,600.00	4.64%	18.42%	-0.36%
5.00	Sem - 09	3,876.55	5.00%	25.00%	4,200.00	5.42%	23.84%	0.42%
6.00	Sem - 10	3,876.55	5.00%	30.00%	4,300.00	5.55%	29.38%	0.55%
7.00	Sem - 11	3,876.55	5.00%	35.00%	4,320.00	5.57%	34.95%	0.57%
8.00	Sem - 12	3,876.55	5.00%	40.00%	4,145.00	5.35%	40.30%	0.35%
9.00	Sem - 13	3,876.55	5.00%	45.00%	4,380.00	5.65%	45.95%	0.65%
10.00	Sem - 14	3,876.55	5.00%	50.00%	4,350.00	5.61%	51.56%	0.61%
11.00	Sem - 15	3,876.55	5.00%	55.00%	4,500.00	5.80%	57.36%	0.80%
12.00	Sem - 16	3,876.55	5.00%	60.00%	4,450.00	5.74%	63.10%	0.74%
13.00	Sem - 17	3,876.55	5.00%	65.00%	4,471.00	5.77%	68.87%	0.77%
14.00	Sem - 18	3,876.55	5.00%	70.00%	4,380.00	5.65%	74.52%	0.65%
15.00	Sem - 19	3,876.55	5.00%	75.00%	4,600.00	5.93%	80.45%	0.93%
16.00	Sem - 20	3,876.55	5.00%	80.00%	4,500.00	5.80%	86.26%	0.80%
17.00	Sem - 21	3,876.55	5.00%	85.00%	4,300.00	5.55%	91.80%	0.55%
18.00	Sem - 22	3,876.55	5.00%	90.00%	4,400.00	5.68%	97.48%	0.68%
19.00	Sem - 23	3,876.55	5.00%	95.00%	1,955.00	2.52%	100.00%	-2.48%
18.00	Sem - 24	3,876.55	5.00%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		77,531.00	100.00%	100.00%	77,531.00	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 124.** Mejoramiento de subrasante con material de cantera

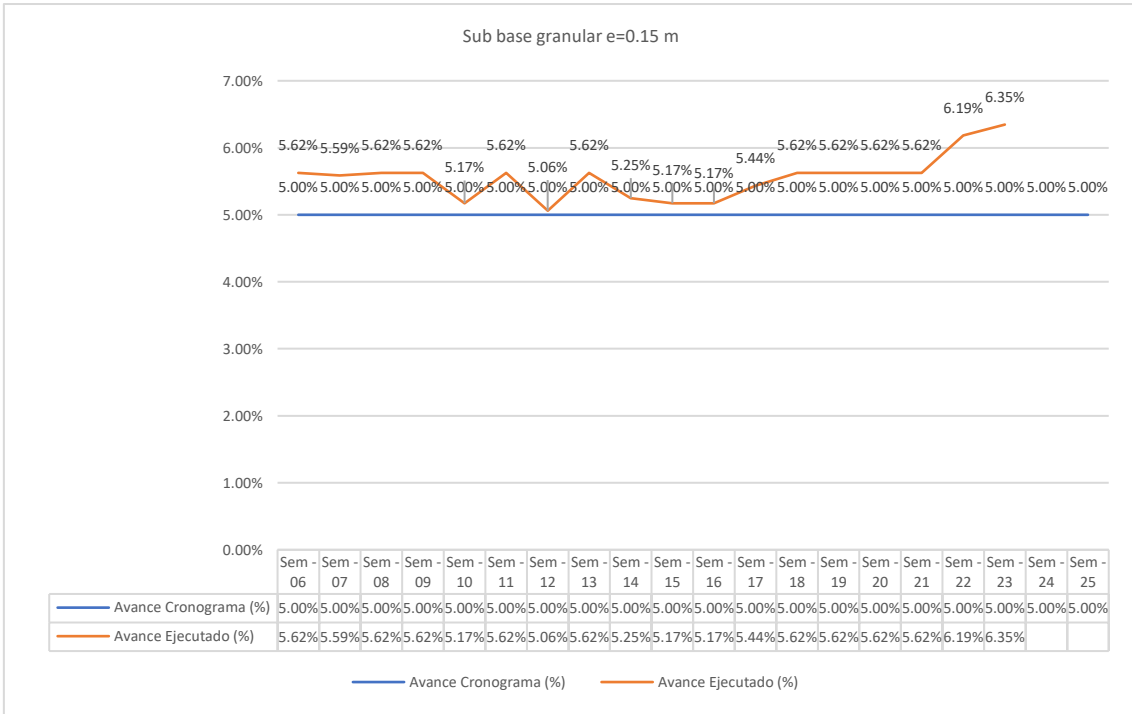
**Elaboración:** Los autores

En los análisis durante la partida de Sub Base granular E= 0.15 m. al cierre de la Semana 23 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 90.00% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación del 10.00 % que evidencia que la actividad se encuentra adelantada.

**Tabla 8.** Sub base granular e=0.15 m

Nº	Semanas	Avance Cronograma (m3)			Avance Ejecutado (m3)			Variación
		Cronograma	% Avance	% Acum.	Ejecutado	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 06	1,333.64	5.00%	5.00%	1,500.00	5.62%	5.62%	0.62%
2.00	Sem - 07	1,333.64	5.00%	10.00%	1,490.00	5.59%	11.21%	0.59%
3.00	Sem - 08	1,333.64	5.00%	15.00%	1,500.00	5.62%	16.83%	0.62%
4.00	Sem - 09	1,333.64	5.00%	20.00%	1,500.00	5.62%	22.46%	0.62%
5.00	Sem - 10	1,333.64	5.00%	25.00%	1,380.00	5.17%	27.63%	0.17%
6.00	Sem - 11	1,333.64	5.00%	30.00%	1,500.00	5.62%	33.25%	0.62%
7.00	Sem - 12	1,333.64	5.00%	35.00%	1,350.00	5.06%	38.32%	0.06%
8.00	Sem - 13	1,333.64	5.00%	40.00%	1,500.00	5.62%	43.94%	0.62%
9.00	Sem - 14	1,333.64	5.00%	45.00%	1,400.00	5.25%	49.19%	0.25%
10.00	Sem - 15	1,333.64	5.00%	50.00%	1,380.00	5.17%	54.36%	0.17%
11.00	Sem - 16	1,333.64	5.00%	55.00%	1,380.00	5.17%	59.54%	0.17%
12.00	Sem - 17	1,333.64	5.00%	60.00%	1,450.00	5.44%	64.97%	0.44%
13.00	Sem - 18	1,333.64	5.00%	65.00%	1,500.00	5.62%	70.60%	0.62%
14.00	Sem - 19	1,333.64	5.00%	70.00%	1,500.00	5.62%	76.22%	0.62%
15.00	Sem - 20	1,333.64	5.00%	75.00%	1,500.00	5.62%	81.84%	0.62%
16.00	Sem - 21	1,333.64	5.00%	80.00%	1,500.00	5.62%	87.47%	0.62%
17.00	Sem - 22	1,333.64	5.00%	85.00%	1,650.00	6.19%	93.65%	1.19%
18.00	Sem - 23	1,333.64	5.00%	90.00%	1,692.80	6.35%	100.00%	1.35%
19.00	Sem - 24	1,333.64	5.00%	95.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
20.00	Sem - 25	1,333.64	5.00%	100.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		26,672.80	100.00%	100.00%	26,672.80	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 125.** Sub base granular e=0.15 m

**Elaboración:** Los autores

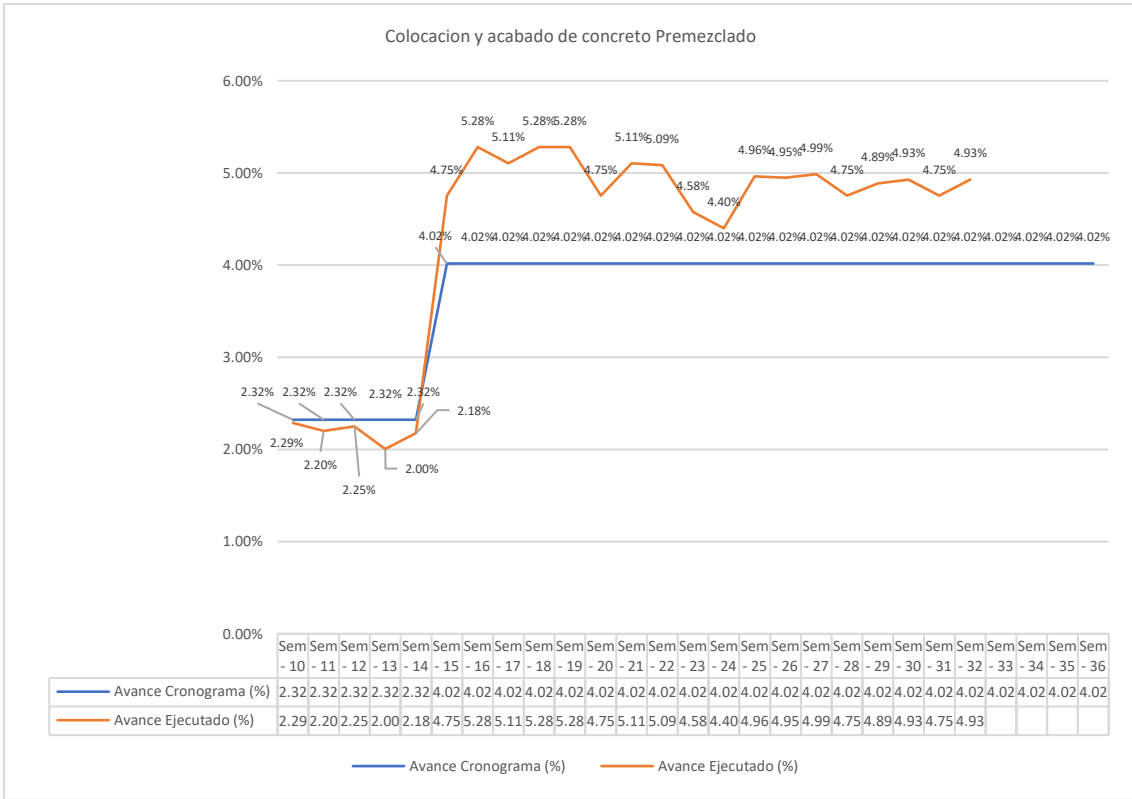


En los análisis durante la partida de Colocación y acabado de concreto Premezclado al cierre de la Semana 33 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 87.95% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación de 12.05%.

**Tabla 9.** Colocación y acabado de concreto premezclado

Nº	Semanas	Avance Cronograma (m2)			Avance Real (m2)			Variación
		Cronograma	% Avance	% Acum.	Real	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 10	4,750.00	2.32%	2.32%	4,680.00	2.29%	2.29%	-0.03%
2.00	Sem - 11	4,750.00	2.32%	4.65%	4,500.00	2.20%	4.49%	-0.12%
3.00	Sem - 12	4,750.00	2.32%	6.97%	4,600.00	2.25%	6.74%	-0.07%
4.00	Sem - 13	4,750.00	2.32%	9.29%	4,100.00	2.00%	8.74%	-0.32%
5.00	Sem - 14	4,750.00	2.32%	11.61%	4,450.00	2.18%	10.92%	-0.15%
6.00	Sem - 15	8,215.80	4.02%	15.63%	9,720.00	4.75%	15.67%	0.74%
7.00	Sem - 16	8,215.80	4.02%	19.65%	10,800.00	5.28%	20.95%	1.26%
8.00	Sem - 17	8,215.80	4.02%	23.67%	10,440.00	5.11%	26.06%	1.09%
9.00	Sem - 18	8,215.80	4.02%	27.68%	10,800.00	5.28%	31.34%	1.26%
10.00	Sem - 19	8,215.80	4.02%	31.70%	10,800.00	5.28%	36.62%	1.26%
11.00	Sem - 20	8,215.80	4.02%	35.72%	9,720.00	4.75%	41.37%	0.74%
12.00	Sem - 21	8,215.80	4.02%	39.74%	10,440.00	5.11%	46.48%	1.09%
13.00	Sem - 22	8,215.80	4.02%	43.75%	10,400.00	5.09%	51.57%	1.07%
14.00	Sem - 23	8,215.80	4.02%	47.77%	9,360.00	4.58%	56.14%	0.56%
15.00	Sem - 24	8,215.80	4.02%	51.79%	9,000.00	4.40%	60.54%	0.38%
16.00	Sem - 25	8,215.80	4.02%	55.81%	10,150.00	4.96%	65.51%	0.95%
17.00	Sem - 26	8,215.80	4.02%	59.82%	10,120.00	4.95%	70.46%	0.93%
18.00	Sem - 27	8,215.80	4.02%	63.84%	10,200.00	4.99%	75.44%	0.97%
19.00	Sem - 28	8,215.80	4.02%	67.86%	9,720.00	4.75%	80.20%	0.74%
20.00	Sem - 29	8,215.80	4.02%	71.88%	9,995.00	4.89%	85.08%	0.87%
21.00	Sem - 30	8,215.80	4.02%	75.89%	10,080.00	4.93%	90.01%	0.91%
22.00	Sem - 31	8,215.80	4.02%	79.91%	9,720.00	4.75%	94.77%	0.74%
23.00	Sem - 32	8,215.80	4.02%	83.93%	10,080.00	4.93%	99.70%	0.91%
24.00	Sem - 33	8,215.80	4.02%	87.95%	622.60	0.30%	100.00%	-3.71%
25.00	Sem - 34	8,215.80	4.02%	91.96%	0.00	0.00%	100.00%	
26.00	Sem - 35	8,215.80	4.02%	95.98%	0.00	0.00%	100.00%	
27.00	Sem - 36	8,215.80	4.02%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	
<b>TOTAL</b>		204,497.60	100.00%	100.00%	204,497.60	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 126.** Colocación y acabado de concreto premezclado

**Elaboración:** Los autores

## 5.2 Phase Schedule

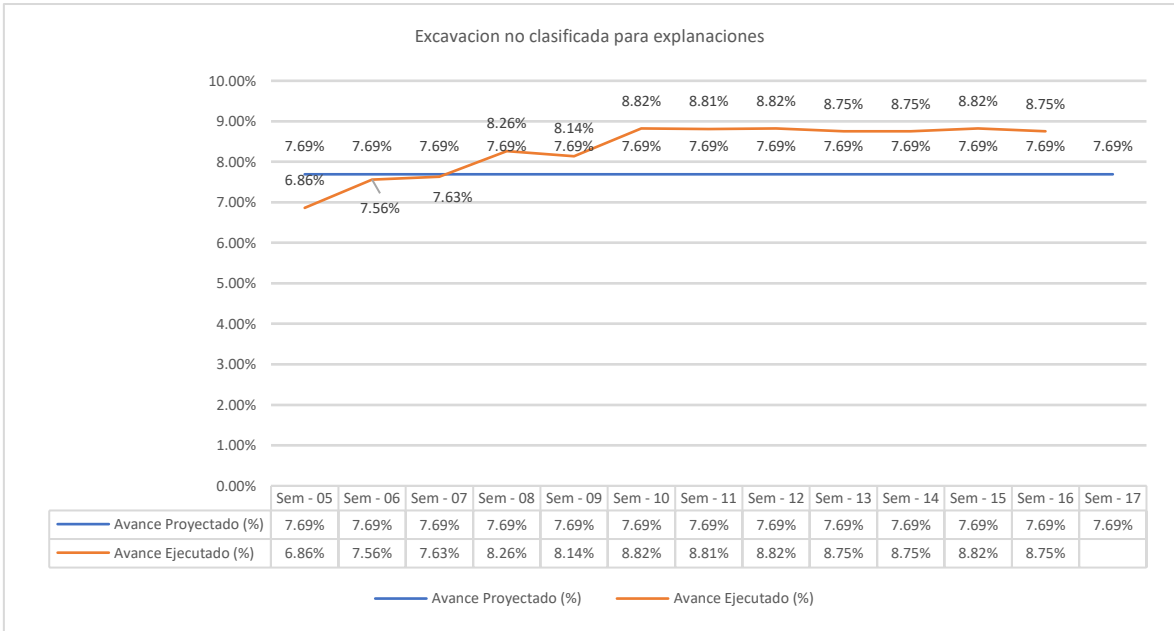
### 5.2.1 Resultado de avance proyectado con el ejecutado

En los análisis durante la partida de Excavación no Clasificada para explanaciones al cierre de la Semana 16 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 92.31% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación del 7.69% que evidencia que la actividad se encuentra adelantada.

**Tabla 10.** Excavación no clasificada para explanaciones

Nº	Semanas	Avance proyectado (m3)			Avance Ejecutado (m3)			Variación
		Proyectado	% Avance	% Acum.	Ejecutado	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 05	10,984.62	7.69%	7.69%	9,800.00	6.86%	6.86%	-0.83%
2.00	Sem - 06	10,984.62	7.69%	15.38%	10,800.00	7.56%	14.43%	-0.13%
3.00	Sem - 07	10,984.62	7.69%	23.08%	10,900.00	7.63%	22.06%	-0.06%
4.00	Sem - 08	10,984.62	7.69%	30.77%	11,800.00	8.26%	30.32%	0.57%
5.00	Sem - 09	10,984.62	7.69%	38.46%	11,620.00	8.14%	38.46%	0.44%
6.00	Sem - 10	10,984.62	7.69%	46.15%	12,600.00	8.82%	47.28%	1.13%
7.00	Sem - 11	10,984.62	7.69%	53.85%	12,580.00	8.81%	56.09%	1.12%
8.00	Sem - 12	10,984.62	7.69%	61.54%	12,600.00	8.82%	64.92%	1.13%
9.00	Sem - 13	10,984.62	7.69%	69.23%	12,500.00	8.75%	73.67%	1.06%
10.00	Sem - 14	10,984.62	7.69%	76.92%	12,500.00	8.75%	82.42%	1.06%
11.00	Sem - 15	10,984.62	7.69%	84.62%	12,600.00	8.82%	91.25%	1.13%
12.00	Sem - 16	10,984.62	7.69%	92.31%	12,500.00	8.75%	100.00%	1.06%
13.00	Sem - 17	10,984.56	7.69%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
14.00	Sem - 18		0.00%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
	<b>TOTAL</b>	142800.00	100.00%		142,800.00	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 127.** Excavación no clasificada para explanaciones

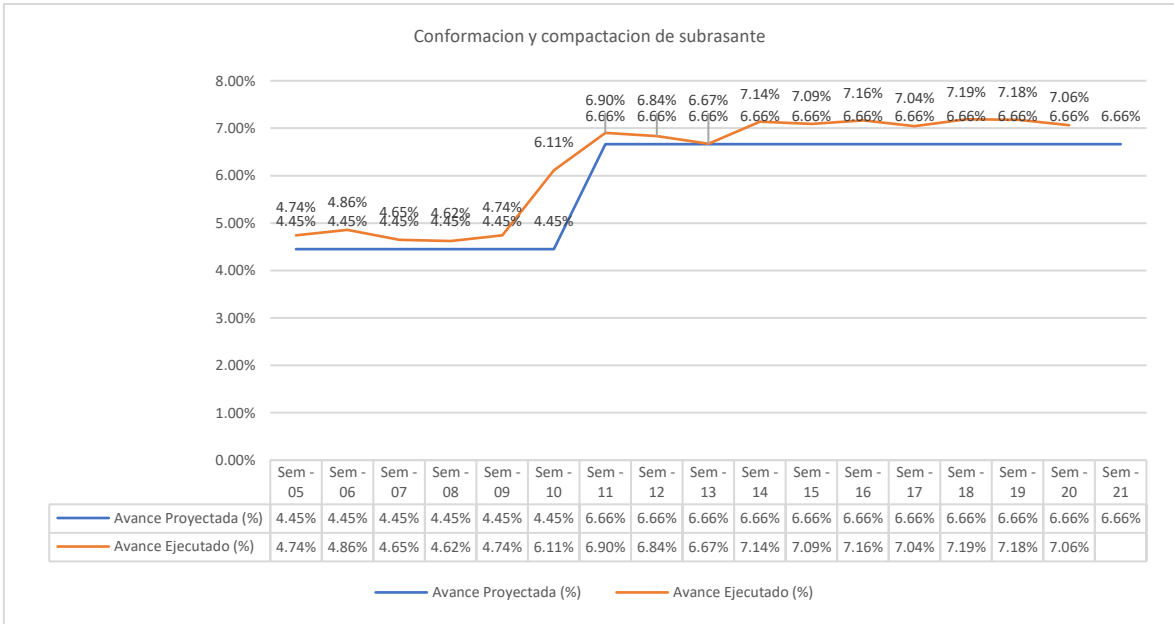
**Elaboración:** Los autores

En los análisis durante la partida de Conformación y compactación de Subrasante al cierre de la Semana 20 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 93.34% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación del 6.66% que evidencia que la actividad se encuentra adelantada.

**Tabla 11.** Conformación y compactación de subrasante

Nº	Semanas	Avance proyectado (m2)			Avance Ejecutado (m2)			Variación
		Proyectado	% Avance	% Acum.	Ejecutado	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 05	9,100.00	4.45%	4.45%	9,700.00	4.74%	4.74%	0.29%
2.00	Sem - 06	9,100.00	4.45%	8.90%	9,930.00	4.86%	9.60%	0.41%
3.00	Sem - 07	9,100.00	4.45%	13.35%	9,500.00	4.65%	14.24%	0.20%
4.00	Sem - 08	9,100.00	4.45%	17.80%	9,450.00	4.62%	18.87%	0.17%
5.00	Sem - 09	9,100.00	4.45%	22.25%	9,700.00	4.74%	23.61%	0.29%
6.00	Sem - 10	9,100.00	4.45%	26.70%	12,500.00	6.11%	29.72%	1.66%
7.00	Sem - 11	13,627.00	6.66%	33.36%	14,120.00	6.90%	36.63%	0.24%
8.00	Sem - 12	13,627.00	6.66%	40.03%	13,982.00	6.84%	43.46%	0.17%
9.00	Sem - 13	13,627.00	6.66%	46.69%	13,640.00	6.67%	50.13%	0.01%
10.00	Sem - 14	13,627.00	6.66%	53.35%	14,600.00	7.14%	57.27%	0.48%
11.00	Sem - 15	13,627.00	6.66%	60.02%	14,500.00	7.09%	64.36%	0.43%
12.00	Sem - 16	13,627.00	6.66%	66.68%	14,650.00	7.16%	71.53%	0.50%
13.00	Sem - 17	13,627.00	6.66%	73.35%	14,400.00	7.04%	78.57%	0.38%
14.00	Sem - 18	13,627.00	6.66%	80.01%	14,700.00	7.19%	85.76%	0.52%
15.00	Sem - 19	13,627.00	6.66%	86.67%	14,680.00	7.18%	92.94%	0.51%
16.00	Sem - 20	13,627.00	6.66%	93.34%	14,445.00	7.06%	100.00%	0.40%
17.00	Sem - 21	13,627.00	6.66%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
18.00	Sem - 22	0.00	0.00%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
	<b>TOTAL</b>	204497.00	100.00%	100.00%	204,497.00	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 128.** Conformación y compactación de subrasante

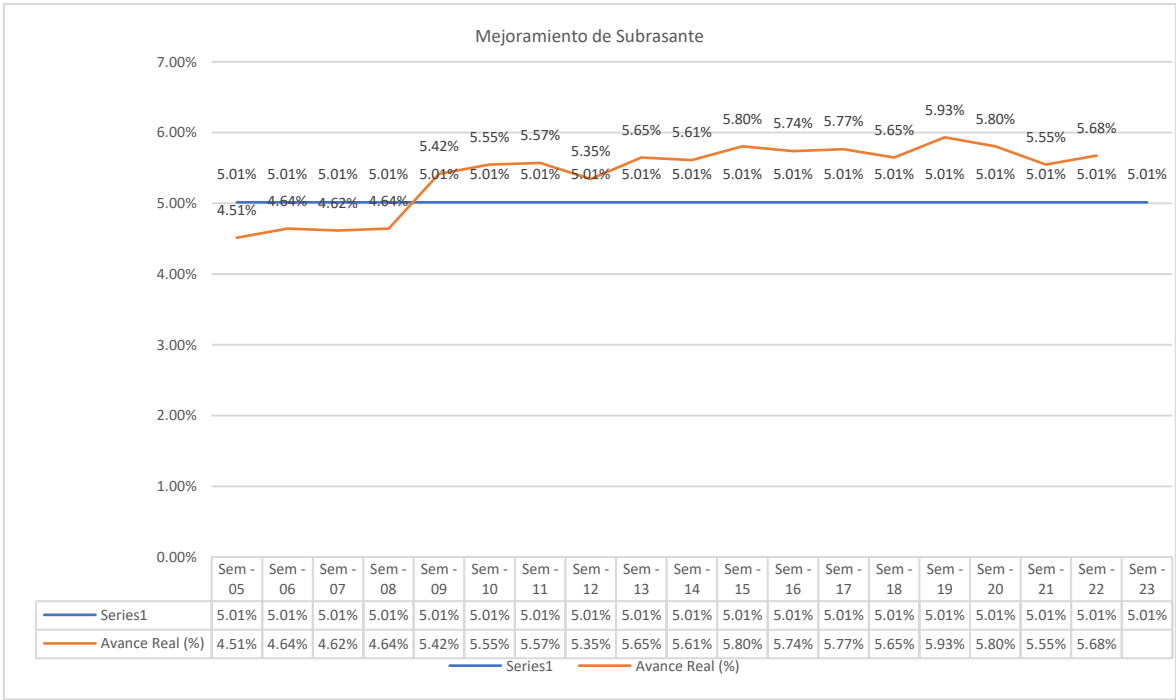
**Elaboración:** Los autores

En los análisis durante la partida de Mejoramiento de Subrasante con material de Cantera al cierre de la Semana 23 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 95.28% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación del 4.72% que evidencia que la actividad se encuentra adelantada.

**Tabla 12.** Mejoramiento de subrasante con material de cantera

Nº	Semanas	Avance proyectado (m3)			Avance Ejecutado (m3)			Variación
		Proyectado	% Avance	% Acum.	Ejecutado	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 05	3,888.00	5.01%	5.01%	3,500.00	4.51%	4.51%	-0.50%
2.00	Sem - 06	3,888.00	5.01%	10.03%	3,600.00	4.64%	9.16%	-0.37%
3.00	Sem - 07	3,888.00	5.01%	15.04%	3,580.00	4.62%	13.78%	-0.40%
4.00	Sem - 08	3,888.00	5.01%	20.06%	3,600.00	4.64%	18.42%	-0.37%
5.00	Sem - 09	3,888.00	5.01%	25.07%	4,200.00	5.42%	23.84%	0.40%
6.00	Sem - 10	3,888.00	5.01%	30.09%	4,300.00	5.55%	29.38%	0.53%
7.00	Sem - 11	3,888.00	5.01%	35.10%	4,320.00	5.57%	34.95%	0.56%
8.00	Sem - 12	3,888.00	5.01%	40.12%	4,145.00	5.35%	40.30%	0.33%
9.00	Sem - 13	3,888.00	5.01%	45.13%	4,380.00	5.65%	45.95%	0.63%
10.00	Sem - 14	3,888.00	5.01%	50.15%	4,350.00	5.61%	51.56%	0.60%
11.00	Sem - 15	3,888.00	5.01%	55.16%	4,500.00	5.80%	57.36%	0.79%
12.00	Sem - 16	3,888.00	5.01%	60.18%	4,450.00	5.74%	63.10%	0.72%
13.00	Sem - 17	3,888.00	5.01%	65.19%	4,471.00	5.77%	68.87%	0.75%
14.00	Sem - 18	3,888.00	5.01%	70.21%	4,380.00	5.65%	74.52%	0.63%
15.00	Sem - 19	3,888.00	5.01%	75.22%	4,600.00	5.93%	80.45%	0.92%
16.00	Sem - 20	3,888.00	5.01%	80.24%	4,500.00	5.80%	86.26%	0.79%
17.00	Sem - 21	3,888.00	5.01%	85.25%	4,300.00	5.55%	91.80%	0.53%
18.00	Sem - 22	3,888.00	5.01%	90.27%	4,400.00	5.68%	97.48%	0.66%
19.00	Sem - 23	3,888.00	5.01%	95.28%	1,955.00	2.52%	100.00%	0.00%
18.00	Sem - 24	3,659.00	4.72%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
	<b>TOTAL</b>	<b>77,531.00</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	<b>77,531.00</b>	<b>100.00%</b>	<b>100.00%</b>	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 129.** Mejoramiento de subrasante con material de cantera

**Elaboración:** Los autores

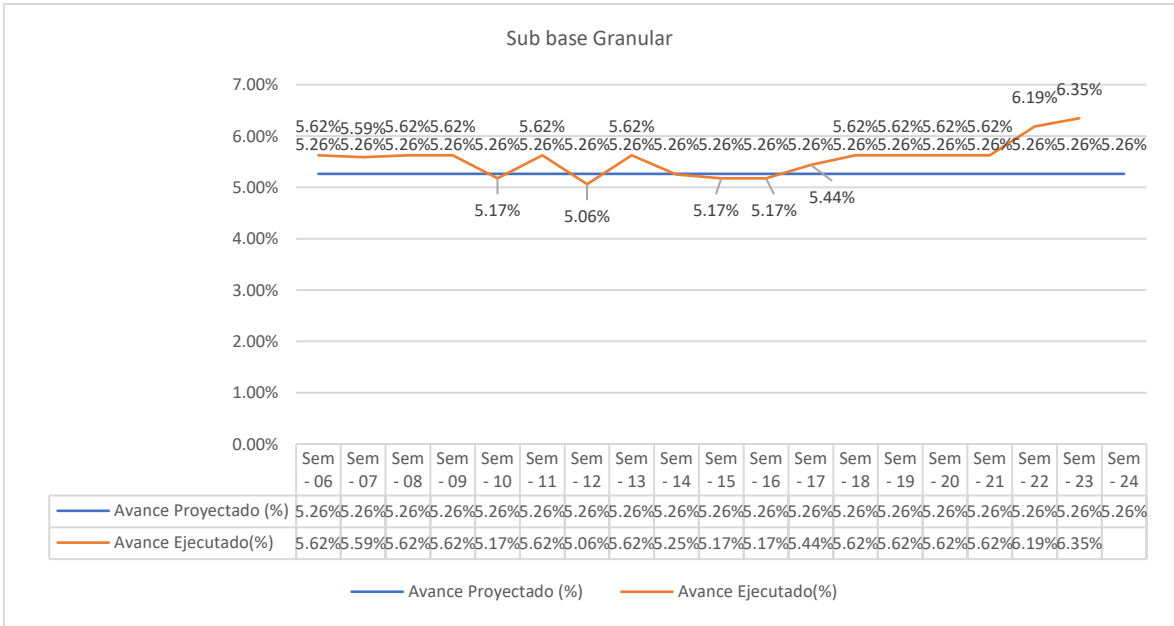


En los análisis durante la partida de Sub Base granular E= 0.15 m. al cierre de la Semana 23 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 94.74% en comparación con lo ejecutado al 100% se encuentra una variación del 5.26% que evidencia que la actividad se encuentra adelantada.

**Tabla 13.** Sub base granular e=0.15 m

Nº	Semanas	Avance proyectado (m3)			Avance Ejecutado (m3)			Variación
		Proyectado	% Avance	% Acum.	Ejecutado	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 06	1,403.83	5.26%	5.26%	1,500.00	5.62%	5.62%	0.36%
2.00	Sem - 07	1,403.83	5.26%	10.53%	1,490.00	5.59%	11.21%	0.32%
3.00	Sem - 08	1,403.83	5.26%	15.79%	1,500.00	5.62%	16.83%	0.36%
4.00	Sem - 09	1,403.83	5.26%	21.05%	1,500.00	5.62%	22.46%	0.36%
5.00	Sem - 10	1,403.83	5.26%	26.32%	1,380.00	5.17%	27.63%	-0.09%
6.00	Sem - 11	1,403.83	5.26%	31.58%	1,500.00	5.62%	33.25%	0.36%
7.00	Sem - 12	1,403.83	5.26%	36.84%	1,350.00	5.06%	38.32%	-0.20%
8.00	Sem - 13	1,403.83	5.26%	42.11%	1,500.00	5.62%	43.94%	0.36%
9.00	Sem - 14	1,403.83	5.26%	47.37%	1,400.00	5.25%	49.19%	-0.01%
10.00	Sem - 15	1,403.83	5.26%	52.63%	1,380.00	5.17%	54.36%	-0.09%
11.00	Sem - 16	1,403.83	5.26%	57.89%	1,380.00	5.17%	59.54%	-0.09%
12.00	Sem - 17	1,403.83	5.26%	63.16%	1,450.00	5.44%	64.97%	0.17%
13.00	Sem - 18	1,403.83	5.26%	68.42%	1,500.00	5.62%	70.60%	0.36%
14.00	Sem - 19	1,403.83	5.26%	73.68%	1,500.00	5.62%	76.22%	0.36%
15.00	Sem - 20	1,403.83	5.26%	78.95%	1,500.00	5.62%	81.84%	0.36%
16.00	Sem - 21	1,403.83	5.26%	84.21%	1,500.00	5.62%	87.47%	0.36%
17.00	Sem - 22	1,403.83	5.26%	89.47%	1,650.00	6.19%	93.65%	0.92%
18.00	Sem - 23	1,403.83	5.26%	94.74%	1,692.80	6.35%	100.00%	1.08%
19.00	Sem - 24	1,403.83	5.26%	100.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
20.00	Sem - 25		0.00%	100.00%	0.00	0.00%	0.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		26,672.77	100.00%	100.00%	26,672.80	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 130.** Sub base granular

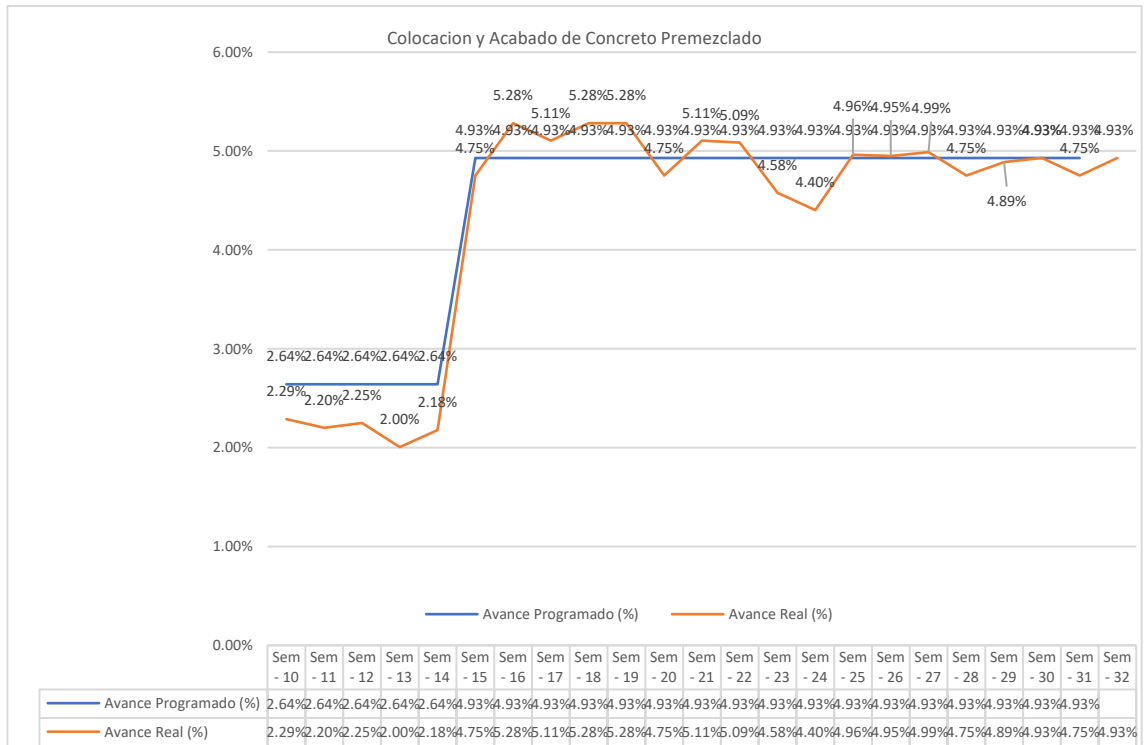
**Elaboración:** Los autores

En los análisis durante la partida de Colocación y acabado de concreto Premezclado al cierre de la Semana 33 el avance programado se encuentra con un avance semanal acumulado del 100% en comparación con lo ejecutado al 99.70% se encuentra una variación de 0.30%.

**Tabla 14.** Colocación y acabado de concreto premezclado

Nº	Semanas	Avance proyectado (m2)			Avance Ejecutado (m2)			Variación
		Proyectado	% Avance	% Acum.	Ejecutado	% Avance	% Acum.	
1.00	Sem - 10	5,400.00	2.64%	2.64%	4,680.00	2.29%	2.29%	-0.35%
2.00	Sem - 11	5,400.00	2.64%	5.28%	4,500.00	2.20%	4.49%	-0.44%
3.00	Sem - 12	5,400.00	2.64%	7.92%	4,600.00	2.25%	6.74%	-0.39%
4.00	Sem - 13	5,400.00	2.64%	10.56%	4,100.00	2.00%	8.74%	-0.64%
5.00	Sem - 14	5,400.00	2.64%	13.20%	4,450.00	2.18%	10.92%	-0.46%
6.00	Sem - 15	10,080.00	4.93%	18.13%	9,720.00	4.75%	15.67%	-0.18%
7.00	Sem - 16	10,080.00	4.93%	23.06%	10,800.00	5.28%	20.95%	0.35%
8.00	Sem - 17	10,080.00	4.93%	27.99%	10,440.00	5.11%	26.06%	0.18%
9.00	Sem - 18	10,080.00	4.93%	32.92%	10,800.00	5.28%	31.34%	0.35%
10.00	Sem - 19	10,080.00	4.93%	37.85%	10,800.00	5.28%	36.62%	0.35%
11.00	Sem - 20	10,080.00	4.93%	42.78%	9,720.00	4.75%	41.37%	-0.18%
12.00	Sem - 21	10,080.00	4.93%	47.71%	10,440.00	5.11%	46.48%	0.18%
13.00	Sem - 22	10,080.00	4.93%	52.64%	10,400.00	5.09%	51.57%	0.16%
14.00	Sem - 23	10,080.00	4.93%	57.57%	9,360.00	4.58%	56.14%	-0.35%
15.00	Sem - 24	10,080.00	4.93%	62.49%	9,000.00	4.40%	60.54%	-0.53%
16.00	Sem - 25	10,080.00	4.93%	67.42%	10,150.00	4.96%	65.51%	0.03%
17.00	Sem - 26	10,080.00	4.93%	72.35%	10,120.00	4.95%	70.46%	0.02%
18.00	Sem - 27	10,080.00	4.93%	77.28%	10,200.00	4.99%	75.44%	0.06%
19.00	Sem - 28	10,080.00	4.93%	82.21%	9,720.00	4.75%	80.20%	-0.18%
20.00	Sem - 29	10,080.00	4.93%	87.14%	9,995.00	4.89%	85.08%	-0.04%
21.00	Sem - 30	10,080.00	4.93%	92.07%	10,080.00	4.93%	90.01%	0.00%
22.00	Sem - 31	10,080.00	4.93%	97.00%	9,720.00	4.75%	94.77%	-0.18%
23.00	Sem - 32	6,137.60	3.00%	100.00%	10,080.00	4.93%	99.70%	1.93%
24.00	Sem - 33	0.00	0.00%	100.00%	622.60	0.30%	100.00%	0.30%
25.00	Sem - 34	0.00	0.00%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
26.00	Sem - 35	0.00	0.00%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
27.00	Sem - 36	0.00	0.00%	100.00%	0.00	0.00%	100.00%	0.00%
<b>TOTAL</b>		204,497.60	100.00%	100.00%	204,497.60	100.00%	100.00%	

**Elaboración:** Los autores



**Figura 131.** Colocación y acabado de concreto premezclado

**Elaboración:** Los autores

## 5.3 Lookahead Planning

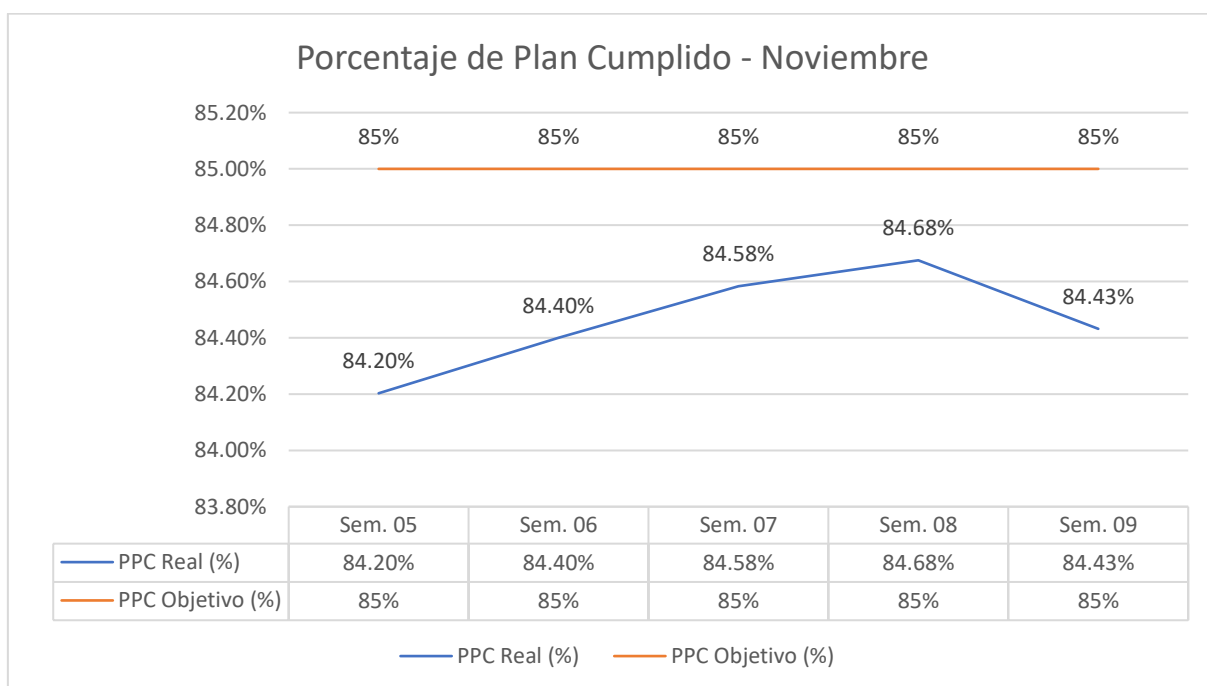
### 5.3.1 Resultado de avance mensual

En la siguiente tabla se muestra la evolución del PPC en donde para el Mes de Noviembre se planificaron un total de 405 actividades que comprendía Movimiento de Tierras Margen derecho de las cuales solo 342 fueron completadas al 100% representando un 84.4%.

**Tabla 15.** Porcentaje de Plan Cumplido - noviembre

PPC Noviembre	
Actividades cumplidas al 100%	342
Actividades no completadas	63
Actividades planificadas	405
% de actividades cumplidas	84.4%

**Elaboración:** Los autores



**Figura 132.** Porcentaje de Plan Cumplido - noviembre

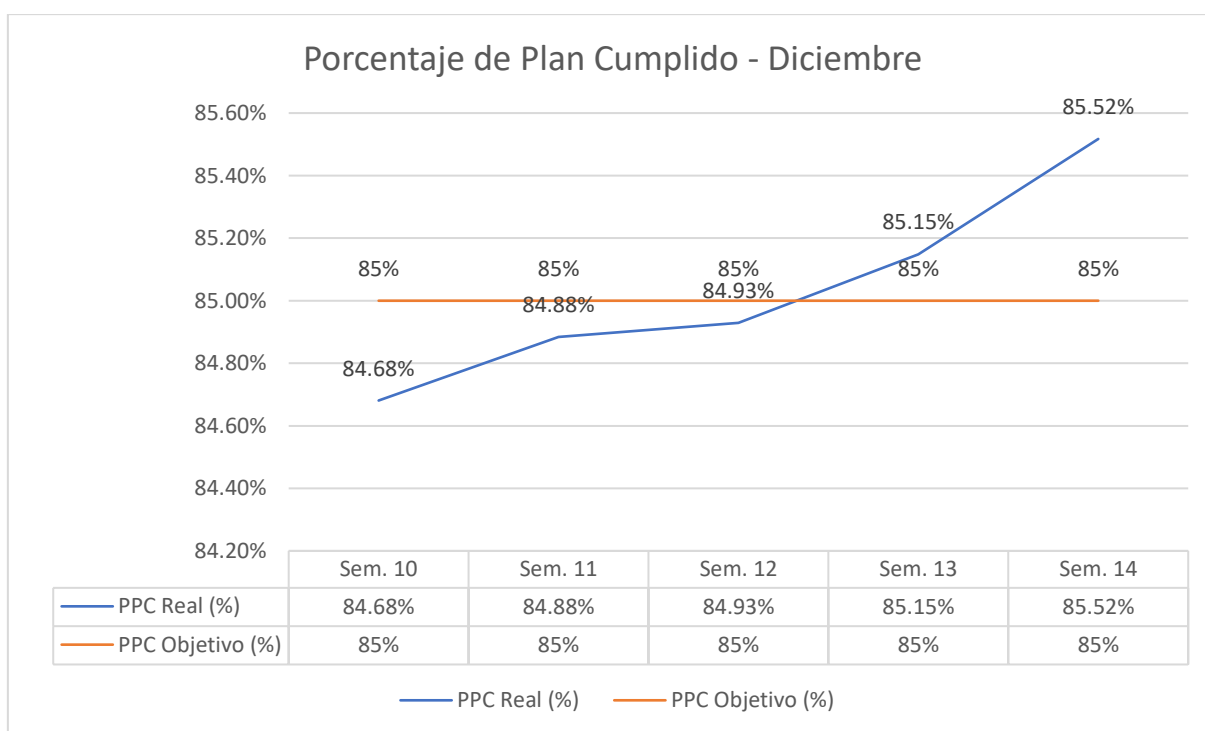
**Elaboración:** Los autores

Para el siguiente mes se muestra la evolución del PPC en donde el Mes de Diciembre se estaba habilitando el Margen Izquierdo para iniciar trabajos de Movimiento de Tierras y Concreto MD al igual que se activaron los DME 02 y DME 03, se planificaron un total de 396 actividades que comprendía Movimiento de Tierras Margen derecho e izquierdo y Colocación de Concreto Premezclado MD de las cuales solo 337 fueron completadas al 100% representando un 85.1%.

**Tabla 16.** Porcentaje de Plan Cumplido - diciembre

PPC Diciembre	
Actividades cumplidas al 100%	337
Actividades no completadas	59
Actividades planificadas	396
% de actividades cumplidas	85.1%

**Elaboración:** Los autores



**Figura 133.** Porcentaje de Plan Cumplido - diciembre

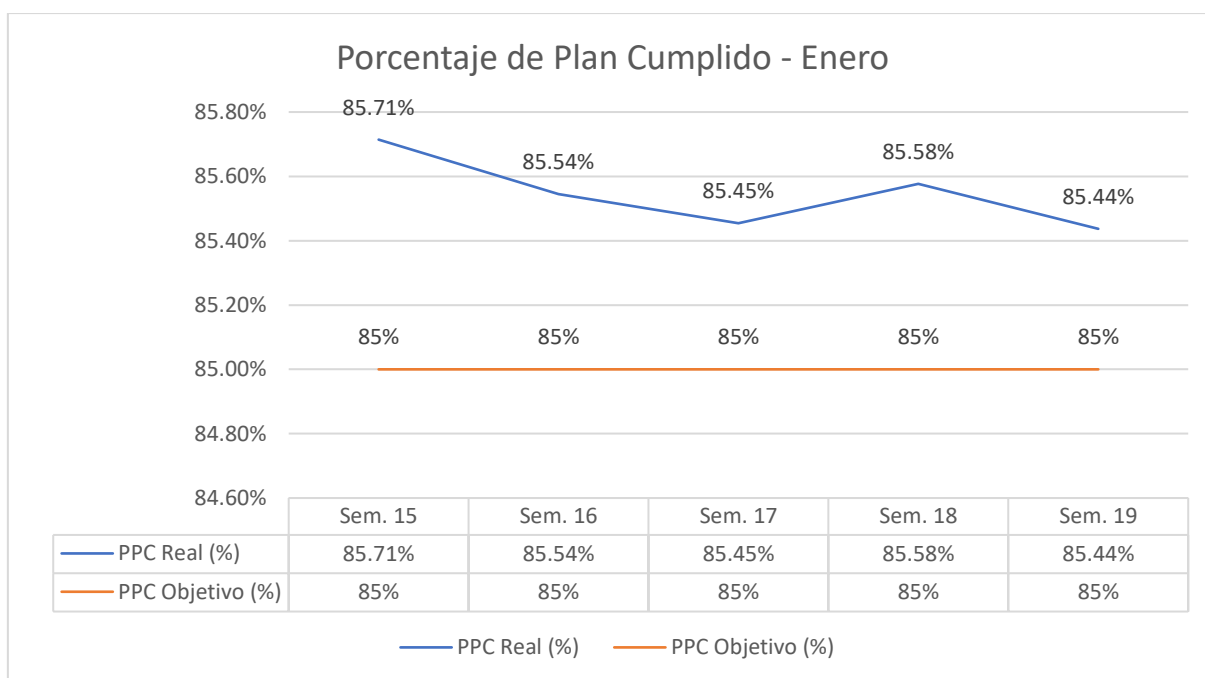
**Elaboración:** Los autores

Para el Mes de Enero se muestra la evolución del PPC en donde se planificaron un total de 509 actividades que comprendía Movimiento de Tierras Margen derecho e izquierdo y Colocación de Concreto Premezclado MD e MI de las cuales solo 435 fueron completadas al 100% representando un 85.4%.

**Tabla 17.** Porcentaje de Plan Cumplido - enero

PPC Enero	
Actividades cumplidas al 100%	435
Actividades no completadas	74
Actividades planificadas	509
% de actividades cumplidas	85.4%

**Elaboración:** Los autores



**Figura 134.** Porcentaje de Plan Cumplido - enero

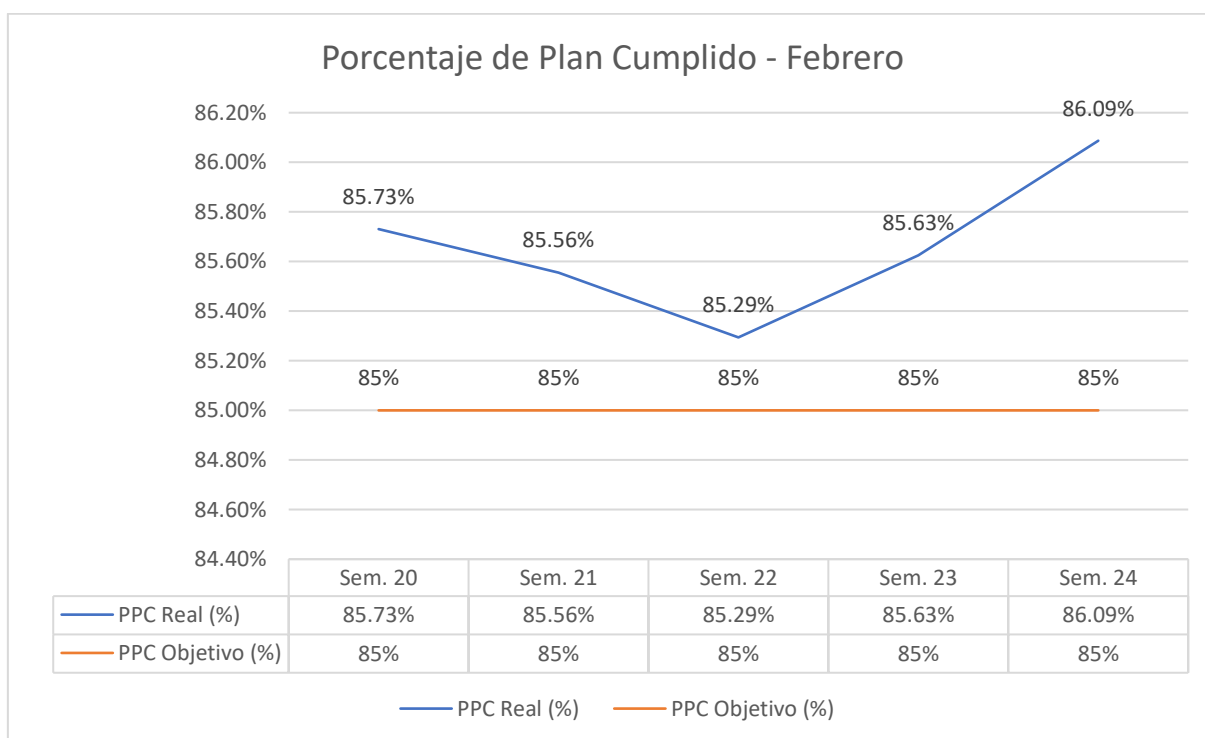
**Elaboración:** Los autores

Para el Mes de Febrero se continua con los Trabajos de movimiento de tierras y adicional se activa el Tramo de las Progresivas 0+000 – 0+646 zona comprometida por presentar un flujo vehicular pesado, en la siguiente tabla muestra la evolución del PPC en donde se planificaron un total de 478 actividades que comprendía Movimiento de Tierras Margen derecho e izquierdo y Colocación de Concreto Premezclado MD e MI de las cuales solo 409 fueron completadas al 100% representando un 85.6%.

**Tabla 18.** Porcentaje de Plan Cumplido - febrero

PPC Febrero	
Actividades cumplidas al 100%	409
Actividades no completadas	69
Actividades planificadas	478
% de actividades cumplidas	85.6%

**Elaboración:** Los autores



**Figura 135.** Porcentaje de Plan Cumplido - febrero

**Elaboración:** Los autores

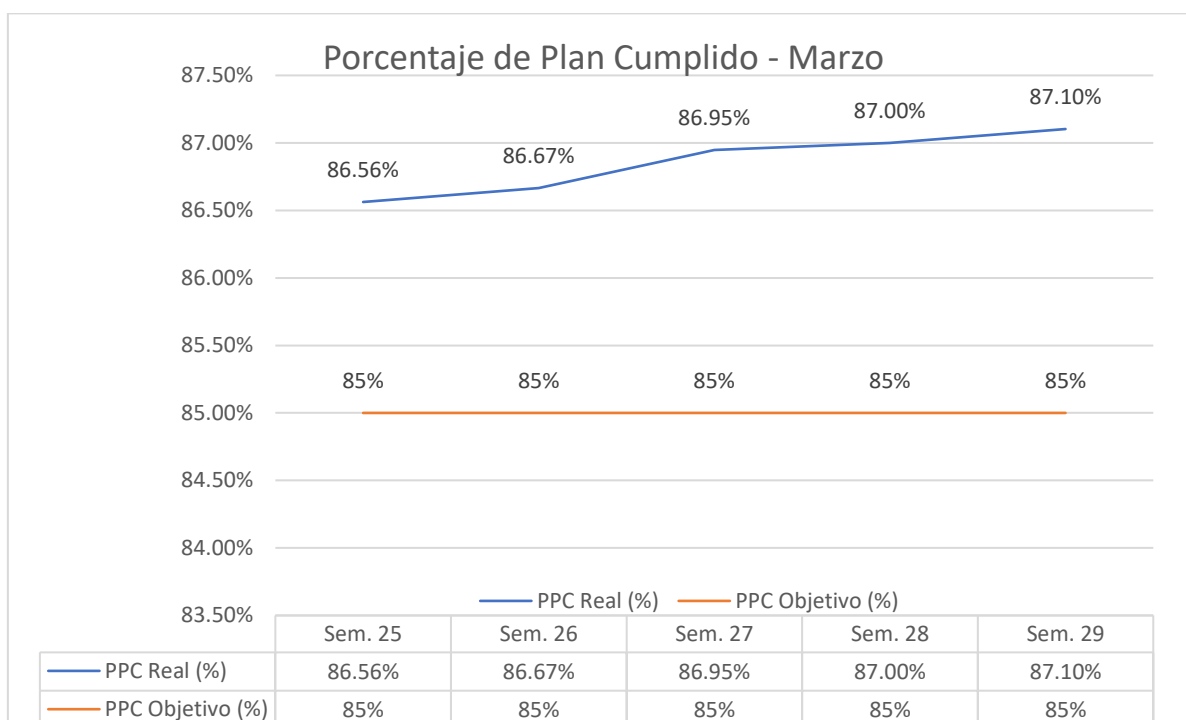


En el Mes de Marzo se continua con los Trabajos de movimiento de tierras y Pavimento Rígido y adicional se activa el Tramo de las Progresivas 6+100 – 8+000 zona comprometida por presentar una sola calzada sin pase a desvió de tránsito , en la siguiente tabla muestra la evolución del PPC en donde se planificaron un total de 503 actividades que comprendía Movimiento de Tierras Margen derecho e izquierdo y Colocación de Concreto Premezclado MD e MI de las cuales solo 437 fueron completadas al 100% representando un 86.8%.

**Tabla 19.** Porcentaje de Plan Cumplido - marzo

PPC Marzo	
Actividades cumplidas al 100%	437
Actividades no completadas	66
Actividades planificadas	503
% de actividades cumplidas	86.8%

**Elaboración:** Los autores



**Figura 136.** Porcentaje de Plan Cumplido - marzo

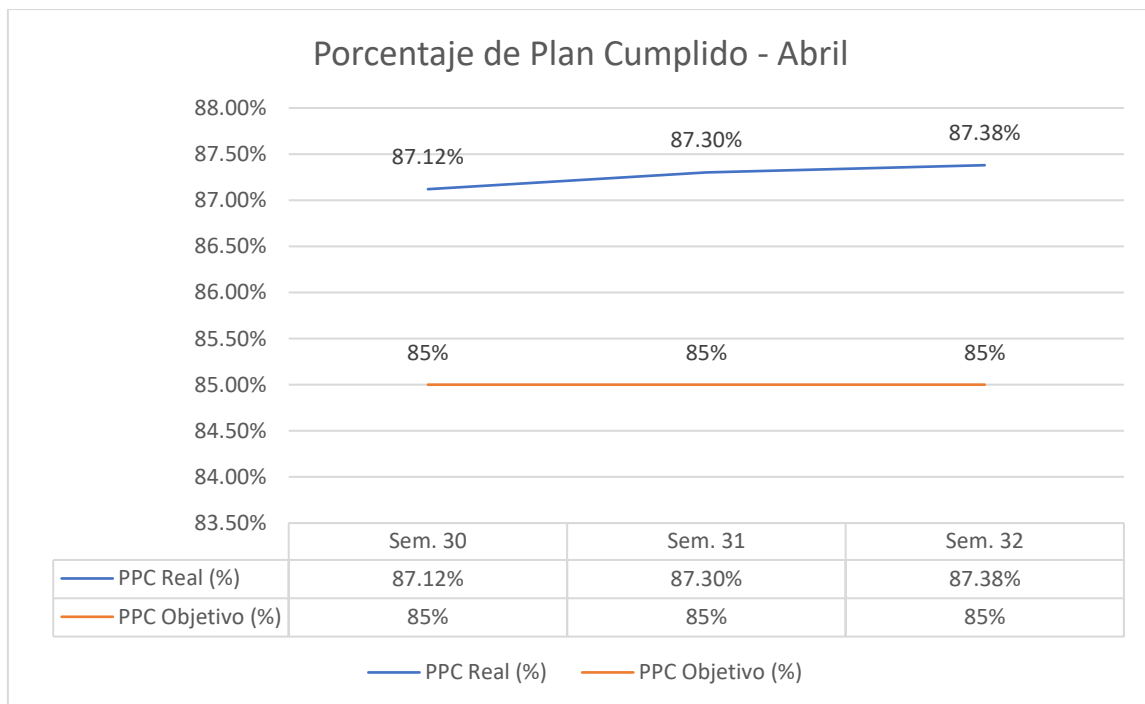
**Elaboración:** Los autores

En el Mes de Abril adicional a los trabajos mencionados se activan los Trabajos de Movimiento de Tierras y Concreto en los Ingresos del Proyecto en la siguiente tabla muestra la evolución del PPC en donde se planificaron un total de 307 actividades que comprendía Movimiento de Tierras Margen derecho e izquierdo y Colocación de Concreto Premezclado MD e MI e Ingresos de las cuales solo 268 fueron completadas al 100% representando un 87.2%.

**Tabla 20.** Porcentaje de Plan Cumplido - abril

PPC Abril	
Actividades cumplidas al 100%	268
Actividades no completadas	39
Actividades planificadas	307
% de actividades cumplidas	87.2%

**Elaboración:** Los autores



**Figura 137.** Porcentaje de Plan Cumplido - abril

**Elaboración:** Los autores

## 5.4 Weekly Plan Visual

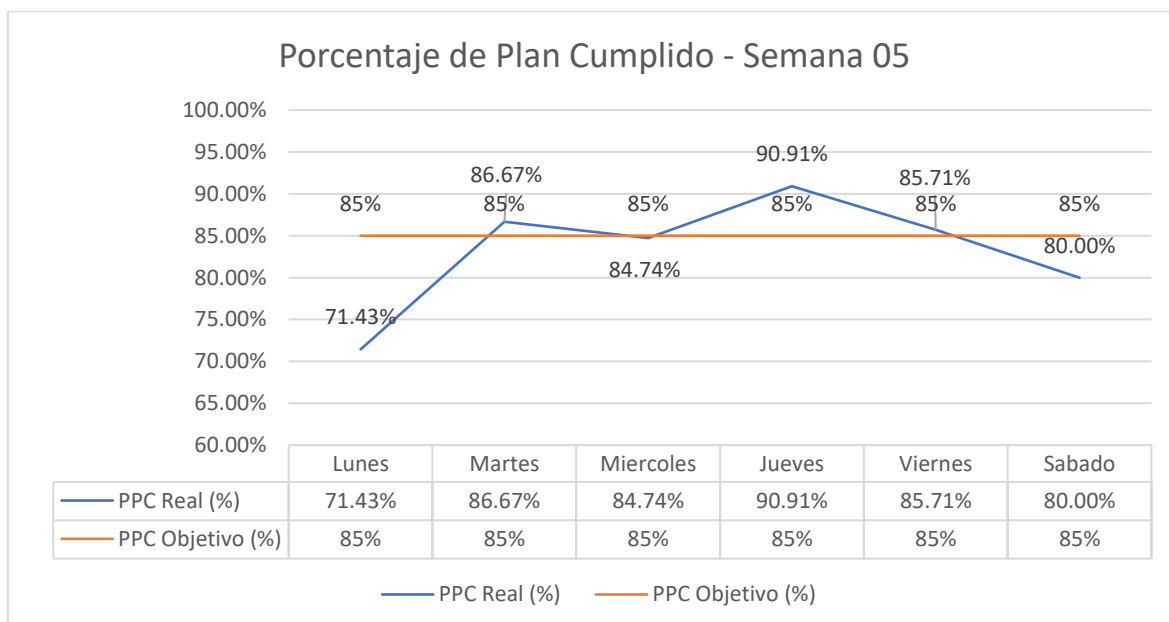
### 5.4.1 Porcentaje de Plan Cumplido y Causas de No Cumplimiento

A partir de la Semana 05 se activan las partidas de Movimiento de Tierras MD en la siguiente tabla se muestra el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico de 90.91 % en el día jueves obteniendo el mejor resultado en la semana. este pico se dio más en la Partida de Excavaciones no Clasificadas para Explanaciones. Con respecto al PPC se planificaron un total de 69 actividades de las cuales solo 58 fueron completadas al 100% representando un 84%.

**Tabla 21. PPC Semana 05**

PPC semana 05	
Actividades cumplidas al 100%	58
Actividades no completadas	11
Actividades planificadas	69
% de actividades cumplidas	84.20%

**Elaboración:** Los autores



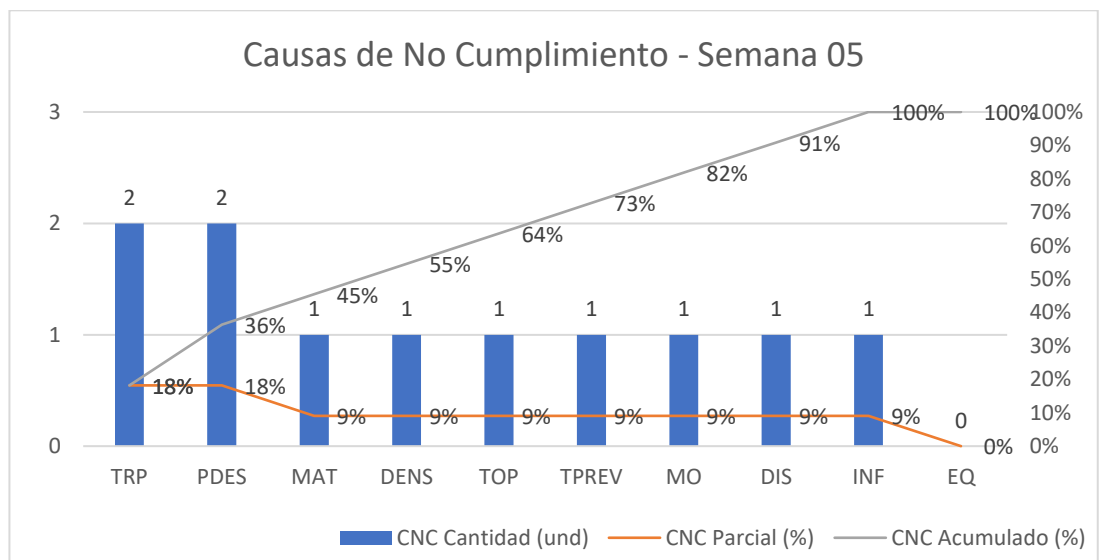
**Figura 138.** Porcentaje promedio real en la semana 05 de PPC es 83%

**Elaboración:** Los Autores

**Tabla 22.** CNC Semana 05 - Movimiento de Tierras MD

Causas de No Cumplimiento - Semanal 05				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	1	9%	9%
Equipos	EQ	0	0%	9%
Densidades de campo	DENS	1	9%	18%
Topografía	TOP	1	9%	27%
Trabajo previo	TPREV	1	9%	36%
Mano de obra	MO	1	9%	45%
Diseño	DIS	1	9%	55%
Trazo y replanteo	TRP	2	18%	73%
Plan de desvío	PDES	2	18%	91%
Información	INF	1	9%	100%
Total		11		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 139.** CNC Semana 05 - Movimiento de Tierras MD

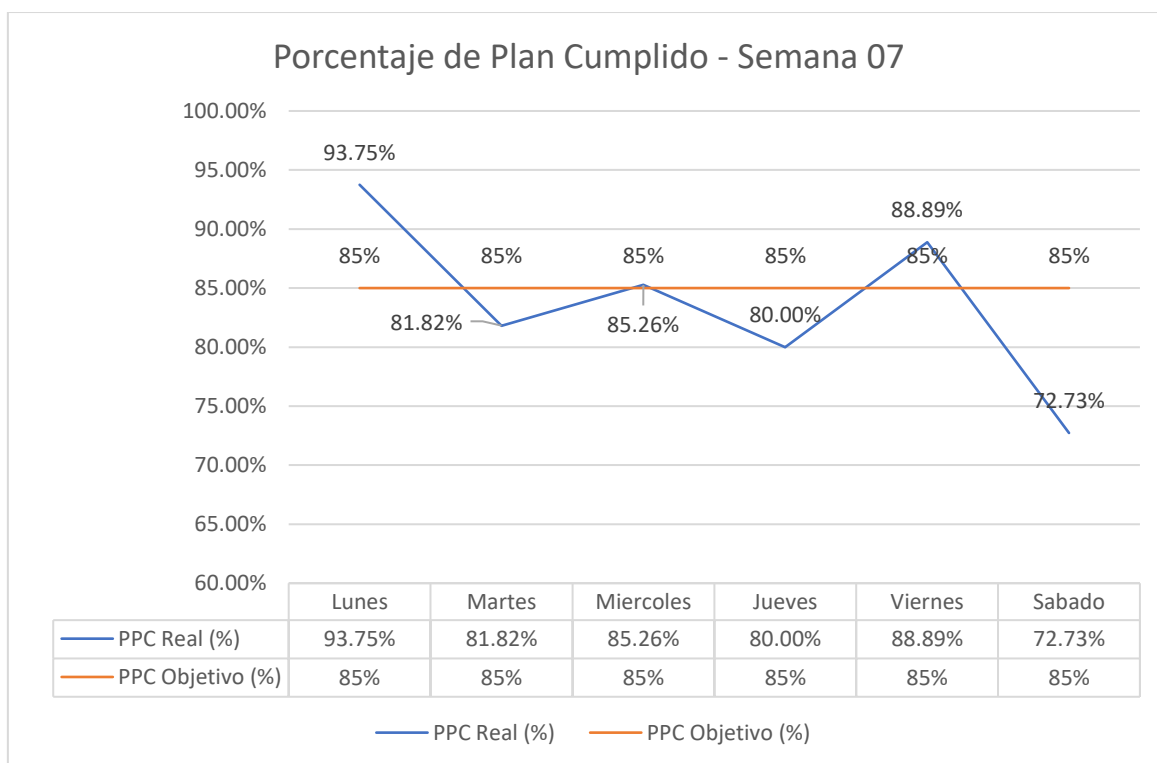
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 07 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD se muestra en la siguiente tabla se muestra el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico de 93.75 % en el día Lunes obteniendo el mejor resultado en la semana. este pico se dio más en la Partida de Excavaciones no Clasificadas para Explanaciones. Con respecto al PPC se planificaron un total de 96 actividades de las cuales solo 81 fueron completadas al 100% representando un 84.4%.

**Tabla 23. PPC Semana 07**

PPC semana 07	
Actividades cumplidas al 100%	81
Actividades no completadas	15
Actividades planificadas	96
% de actividades cumplidas	84.4%

**Elaboración:** Los autores



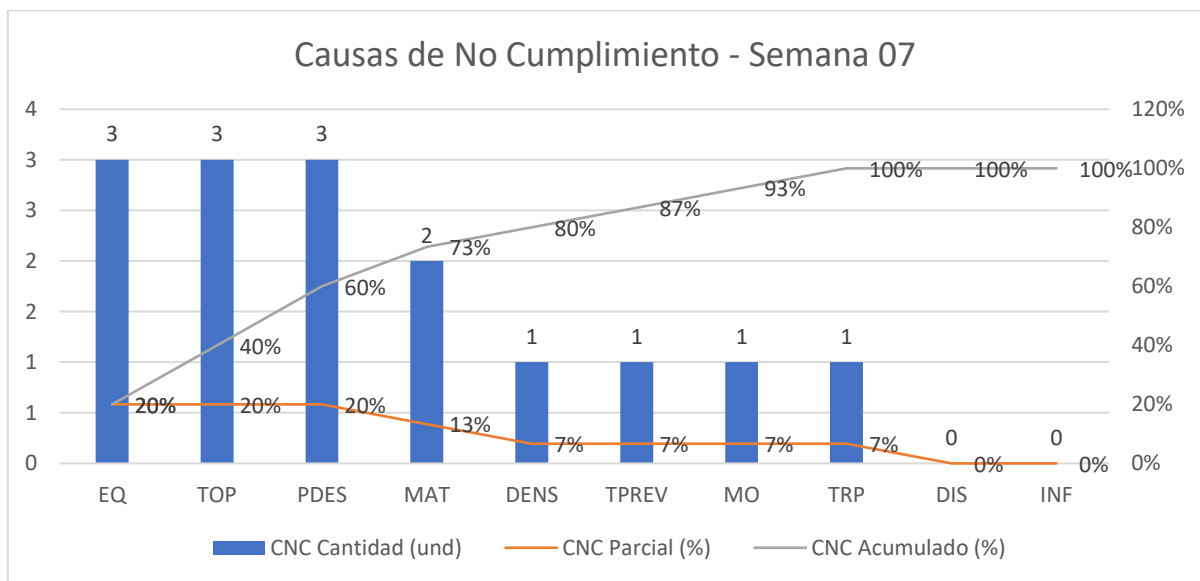
**Figura 140.** Porcentaje promedio real en la semana 07 de PPC es 84%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 24. CNC Semana 07 – Mov. de Tierras MD**

Causas de No Cumplimiento - Semana 07				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	2	13%	13%
Equipos	EQ	3	20%	33%
Densidades de campo	DENS	1	7%	40%
Topografía	TOP	3	20%	60%
Trabajo previo	TPREV	1	7%	67%
Mano de obra	MO	1	7%	73%
Diseño	DIS	0	0%	73%
Trazo y replanteo	TRP	1	7%	80%
Plan de desvió	PDES	3	20%	100%
Información	INF	0	0%	100%
Total		15		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 141. CNC Semana 07 – Mov. de Tierras MD**

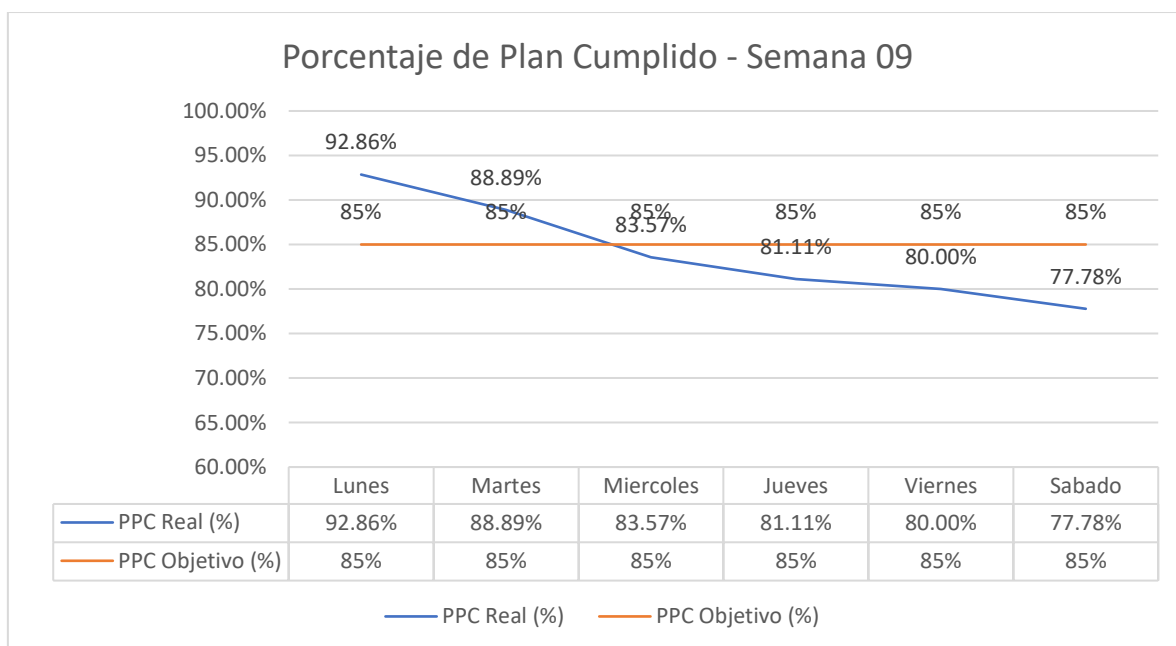
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 09 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD, se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico de 92.86 % en el día lunes obteniendo el mejor resultado en la semana. Con respecto al PPC 09 se planificaron un total de 88 actividades de las cuales solo 74 fueron completadas al 100% representando un 84.0%.

**Tabla 25. PPC Semana 09**

PPC semana 09	
Actividades cumplidas al 100%	74
Actividades no completadas	14
Actividades planificadas	88
% de actividades cumplidas	84%

**Elaboración:** Los autores



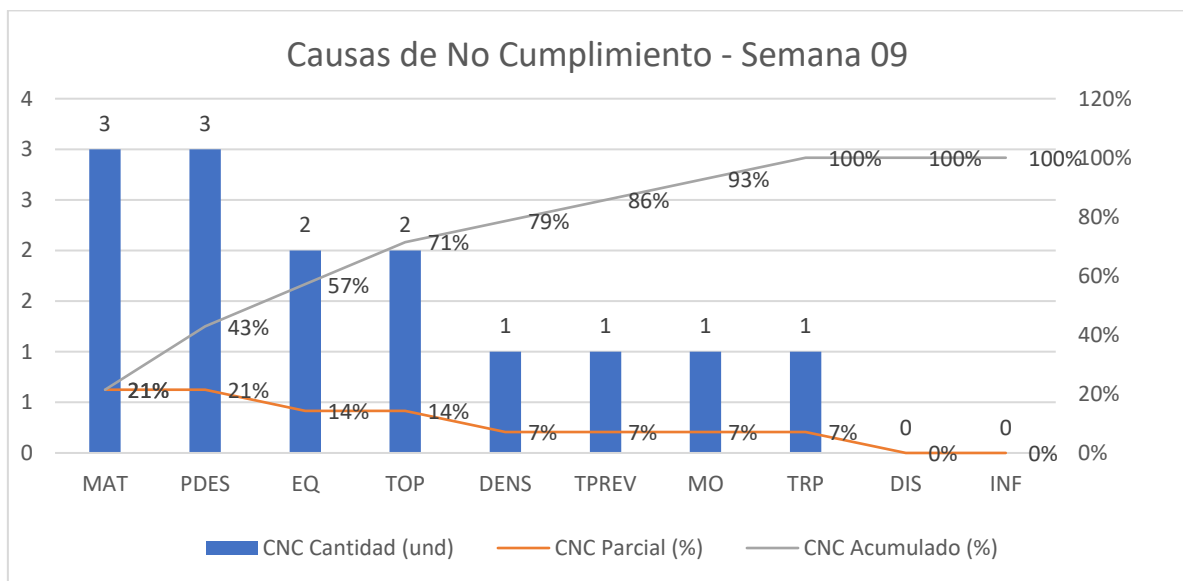
**Figura 142.** Porcentaje promedio real en la semana 09 de PPC es 84%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 26.** CNC Semana 09 – Pavimento Rígido MD

Causas de No Cumplimiento - Semana 09				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	3	21%	21%
Equipos	EQ	2	14%	36%
Densidades de campo	DENS	1	7%	43%
Topografía	TOP	2	14%	57%
Trabajo previo	TPREV	1	7%	64%
Mano de obra	MO	1	7%	71%
Diseño	DIS	0	0%	71%
Trazo y replanteo	TRP	1	7%	79%
Plan de desvió	PDES	3	21%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	14		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 143.** CNC Semana 09 – Pavimento Rígido MD

**Elaboración:** Los autores

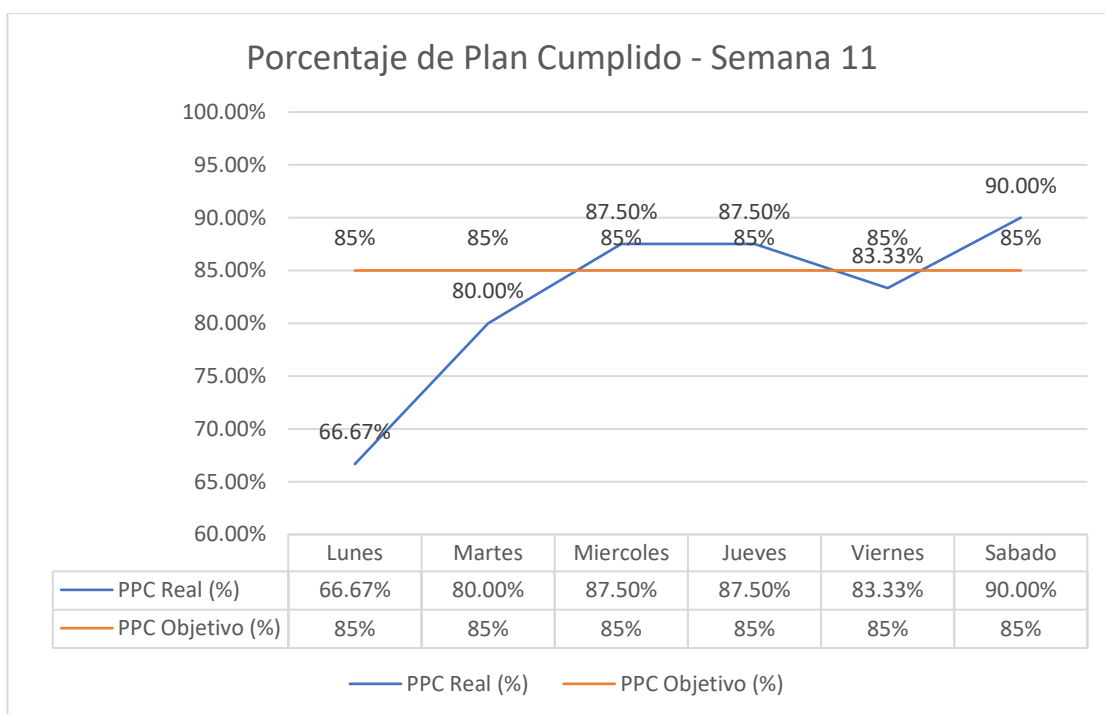


En la Semana 11 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico de 90.00 % y punto más bajo de 66.67% este indicador alerto un posible fallo en la planificación. Con respecto al PPC se planificaron un total de 43 actividades de las cuales solo 36 fueron completadas al 100% representando un 83.7%.

**Tabla 27.** PPC semana 11

PPC semana 11	
Actividades cumplidas al 100%	36
Actividades no completadas	7
Actividades planificadas	43
% de actividades cumplidas	83.7%

**Elaboración:** Los autores



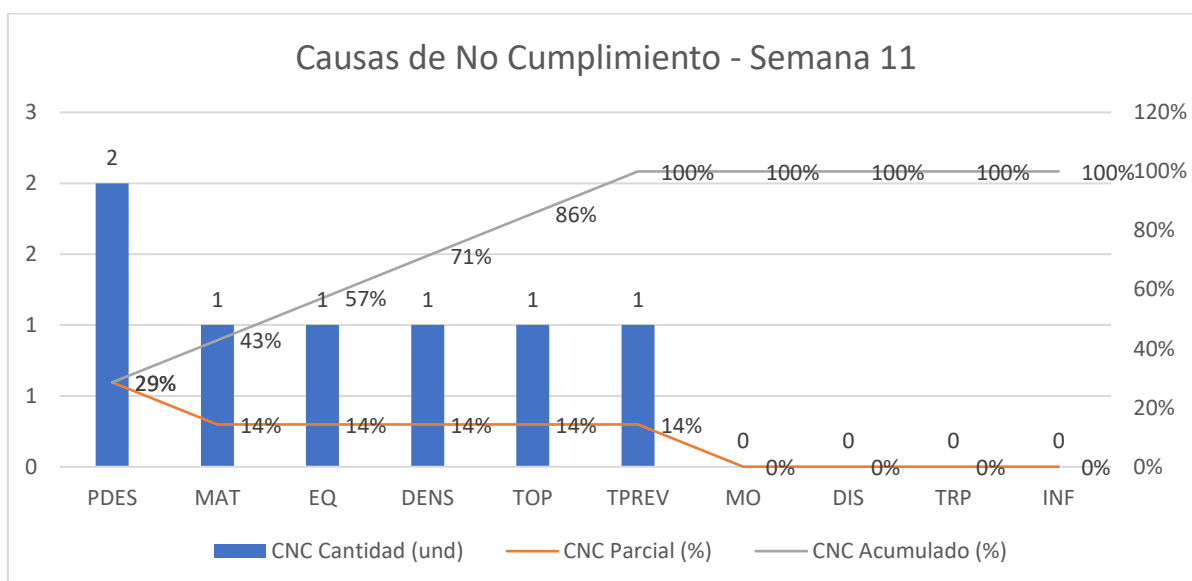
**Figura 144.** Porcentaje promedio real en la semana 11 de PPC es 82%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 28.** CNC semana 11 – Movimiento de Tierras MI

Causas de No Cumplimiento - Semana 11				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	1	14%	14%
Equipos	EQ	1	14%	29%
Densidades de campo	DENS	1	14%	43%
Topografía	TOP	1	14%	57%
Trabajo previo	TPREV	1	14%	71%
Mano de obra	MO	0	0%	71%
Diseño	DIS	0	0%	71%
Trazo y replanteo	TRP	0	0%	71%
Plan de desvió	PDES	2	29%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	7		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 145.** CNC semana 11 – Movimiento de Tierras MI

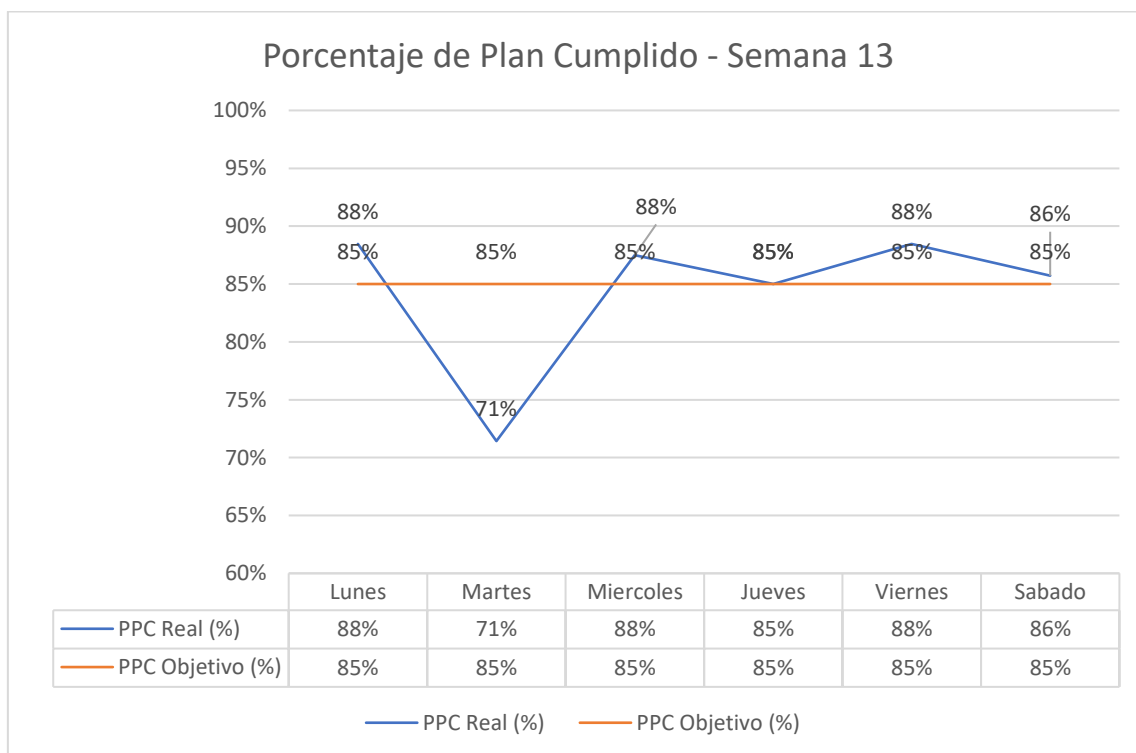
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 13 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico solo de 88%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 101 actividades de las cuales solo 86 fueron completadas al 100% representando un 85.14%.

**Tabla 29. PPC Semana 13**

PPC semana 13	
Actividades cumplidas al 100%	86
Actividades no completadas	15
Actividades planificadas	101
% de actividades cumplidas	85.14%

**Elaboración:** Los autores



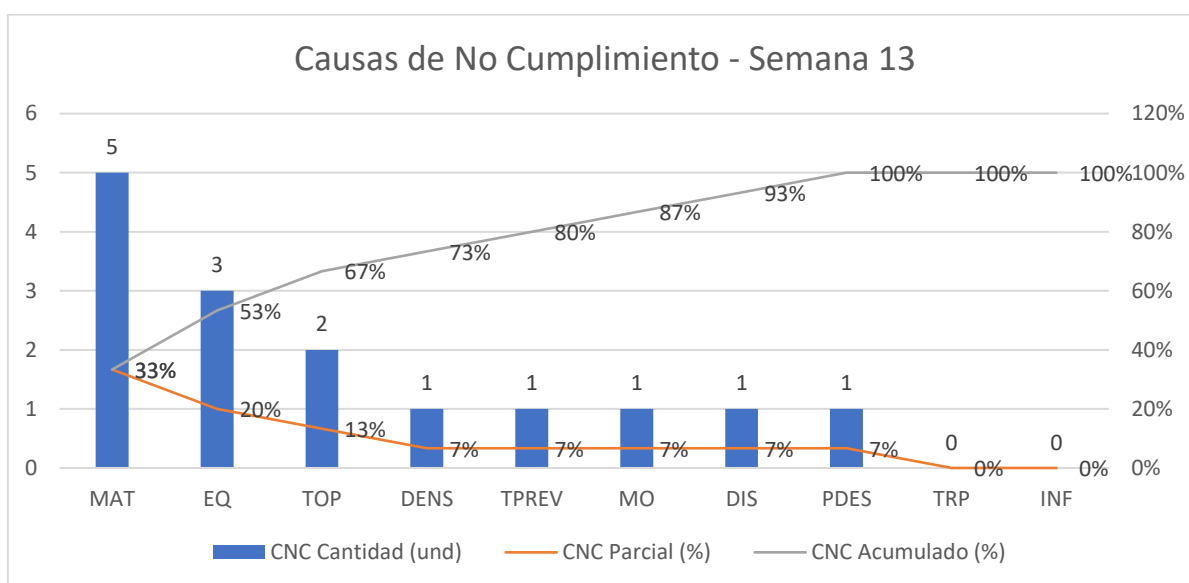
**Figura 146.** Porcentaje promedio real en la semana 13 de PPC es 84%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 30. CNC Semana 13 - Pavimento Rígido MD**

Causas de No Cumplimiento - Semana 13				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	5	33%	33%
Equipos	EQ	3	20%	53%
Densidades de campo	DENS	1	7%	60%
Topografía	TOP	2	13%	73%
Trabajo previo	TPREV	1	7%	80%
Mano de obra	MO	1	7%	87%
Diseño	DIS	1	7%	93%
Trazo y replanteo	TRP	0	0%	93%
Plan de desvió	PDES	1	7%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	15		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 147. CNC Semana 13 – Pavimento Rígido MD**

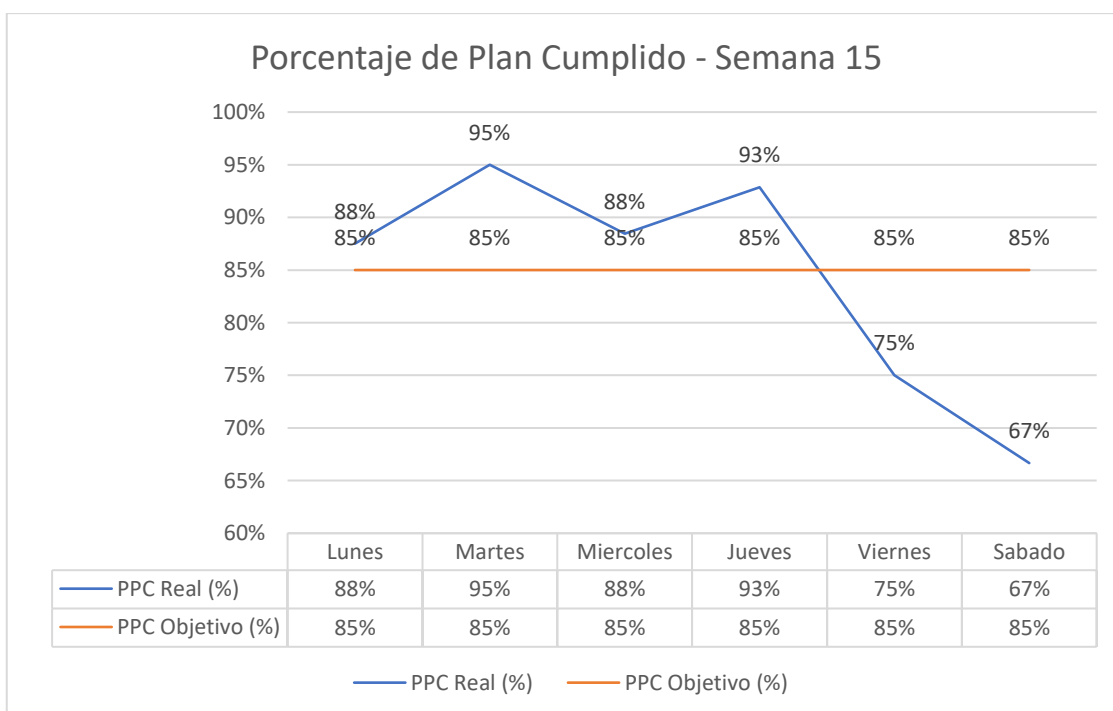
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 15 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido, MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico solo de 95%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 91 actividades de las cuales solo 78 fueron completadas al 100% representando un 85.71%.

**Tabla 31. PPC Semana 15**

PPC semana 15	
Actividades cumplidas al 100%	78
Actividades no completadas	13
Actividades planificadas	91
% de actividades cumplidas	85.71%

**Elaboración:** Los autores



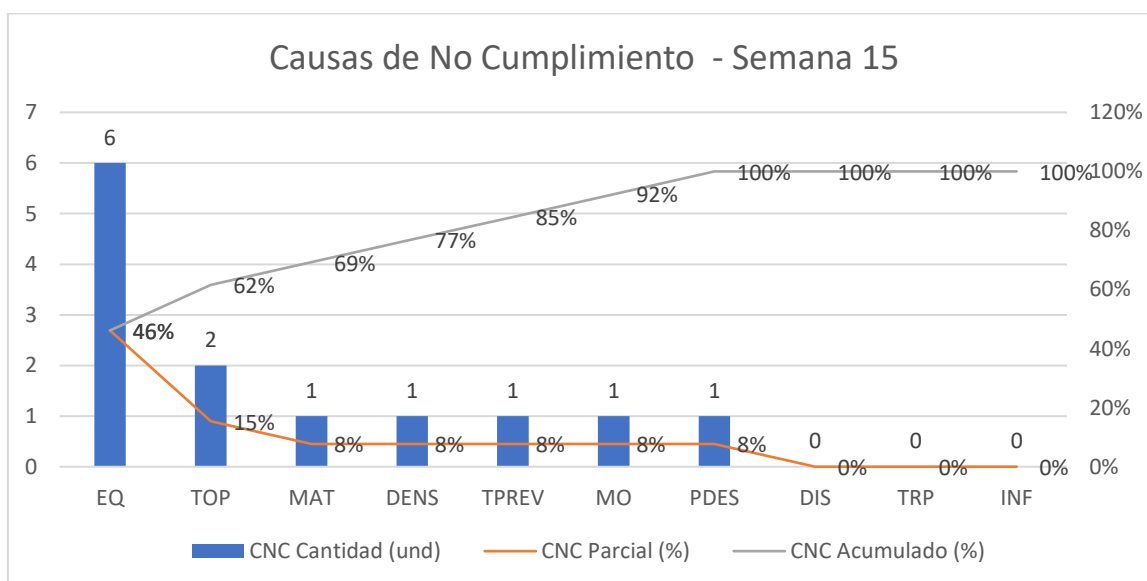
**Figura 148.** Porcentaje promedio real en la semana 15 de PPC es 84%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 32. CNC Semana 15 - Movimiento de Tierras MI-MD**

Causas de No Cumplimiento - Semana 15				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	1	8%	8%
Equipos	EQ	6	46%	54%
Densidades de campo	DENS	1	8%	62%
Topografía	TOP	2	15%	77%
Trabajo previo	TPREV	1	8%	85%
Mano de obra	MO	1	8%	92%
Diseño	DIS	0	0%	92%
Trazo y replanteo	TRP	0	0%	92%
Plan de desvió	PDES	1	8%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	13		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 149. CNC Semana 15 – Movimiento de Tierras MI-MD**

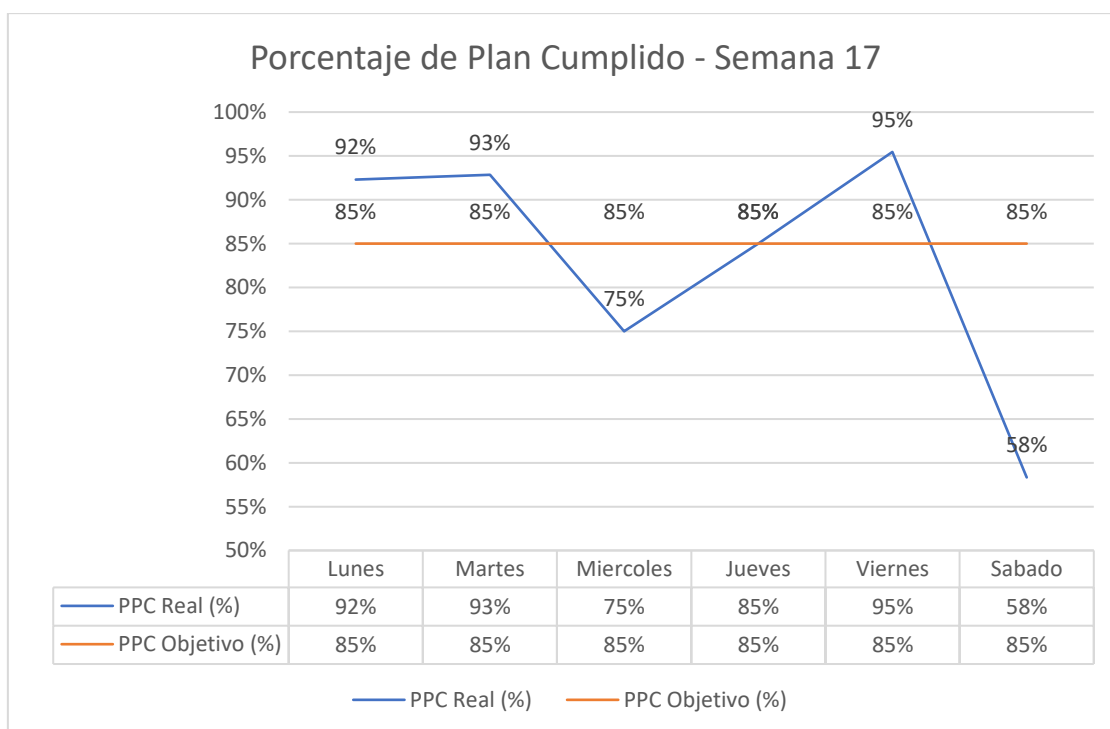
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 17 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico solo de 95%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 110 actividades de las cuales solo 94 fueron completadas al 100% representando un 85.50%.

**Tabla 33. PPC Semana 17**

PPC semana 17	
Actividades cumplidas al 100%	94
Actividades no completadas	16
Actividades planificadas	110
% de actividades cumplidas	85.5%

**Elaboración:** Los autores



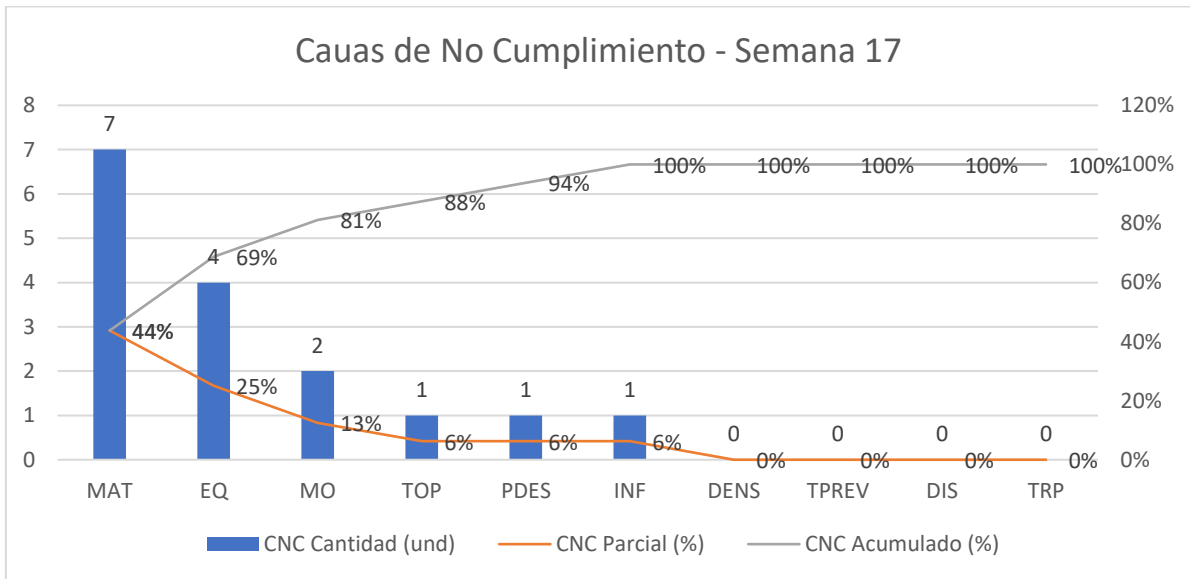
**Figura 150.** Porcentaje promedio real en la semana 17 de PPC es 83%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 34. CNC Semana 17 - Movimiento de tierra MI**

Causas de No Cumplimiento - Semana 17				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	7	44%	44%
Equipos	EQ	4	25%	69%
Densidades de campo	DENS	0	0%	69%
Topografía	TOP	1	6%	75%
Trabajo previo	TPREV	0	0%	75%
Mano de obra	MO	2	13%	88%
Diseño	DIS	0	0%	88%
Trazo y replanteo	TRP	0	0%	88%
Plan de desvió	PDES	1	6%	94%
Información	INF	1	6%	100%
	Total	16		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 151. CNC Semana 17 – Movimiento de tierra MI**

**Elaboración:** Los autores

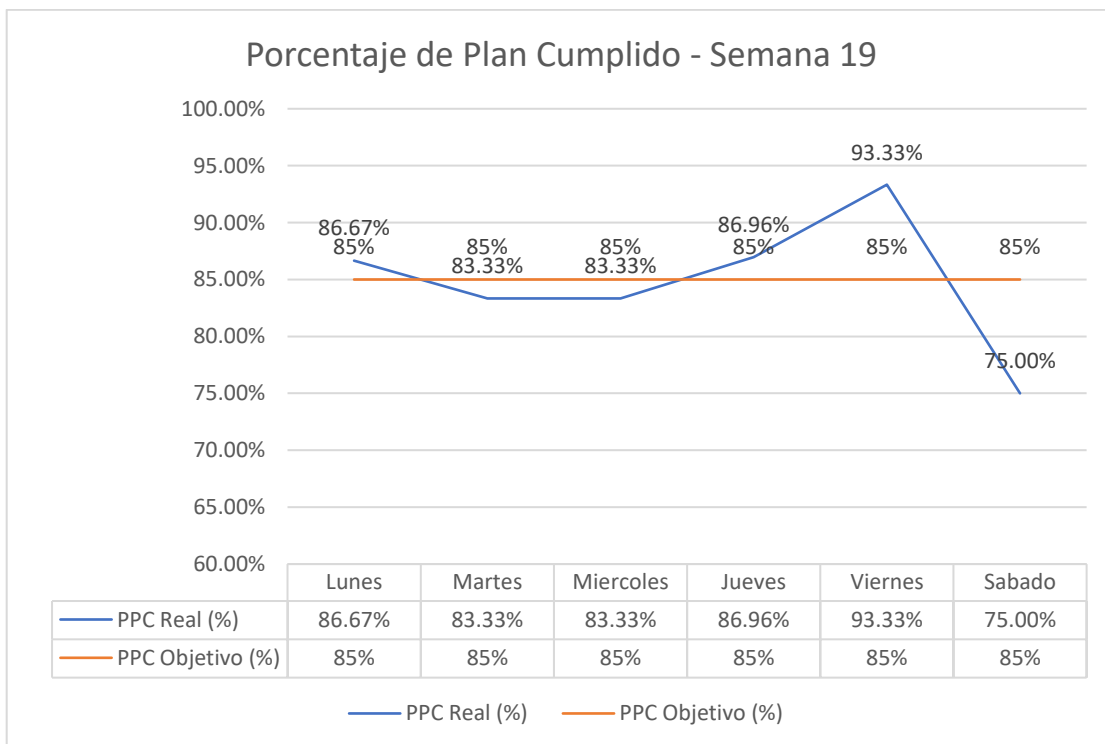


En la Semana 19 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico solo de 93.33%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 103 actividades de las cuales solo 88 fueron completadas al 100% representando un 85.40%.

**Tabla 35. PPC Semana 19**

PPC semana 19	
Actividades cumplidas al 100%	88
Actividades no completadas	15
Actividades planificadas	103
% de actividades cumplidas	85.4%

**Elaboración:** Los autores



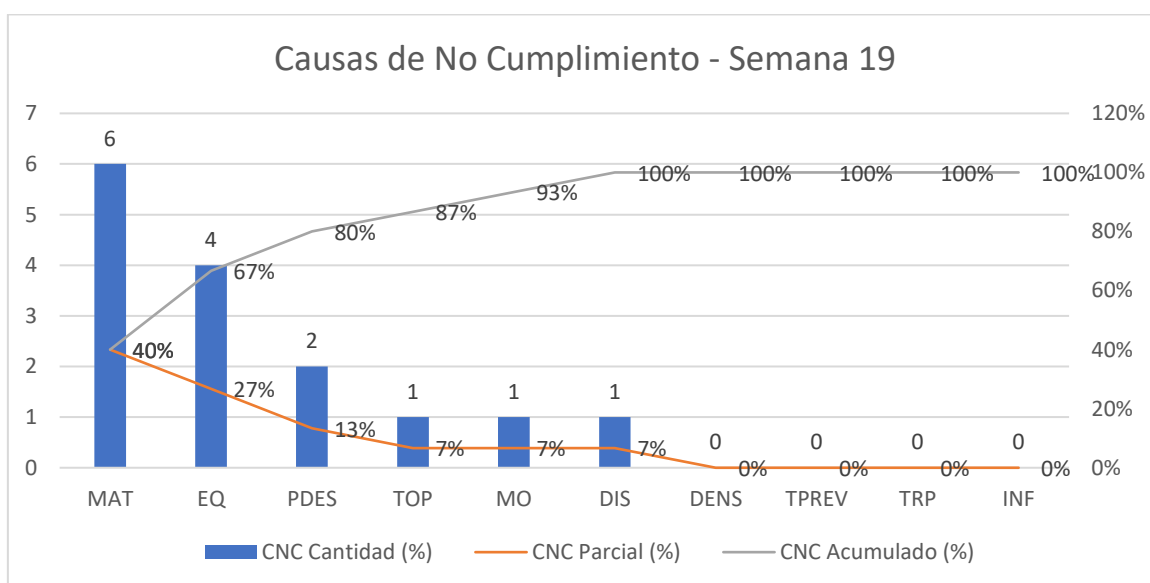
**Figura 152.** Porcentaje promedio real en la semana 19 de PPC es 85%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 36.** CNC Semana 19 –Pavimento Rígido - MI

Causas de No Cumplimiento - Semana 19				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	6	40%	40%
Equipos	EQ	4	27%	67%
Densidades de campo	DENS	0	0%	67%
Topografía	TOP	1	7%	73%
Trabajo previo	TPREV	0	0%	73%
Mano de obra	MO	1	7%	80%
Diseño	DIS	1	7%	87%
Trazo y replanteo	TRP	0	0%	87%
Plan de desvío	PDES	2	13%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	15		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 153.** CNC PPC Semana 19 –Pavimento Rígido - MI

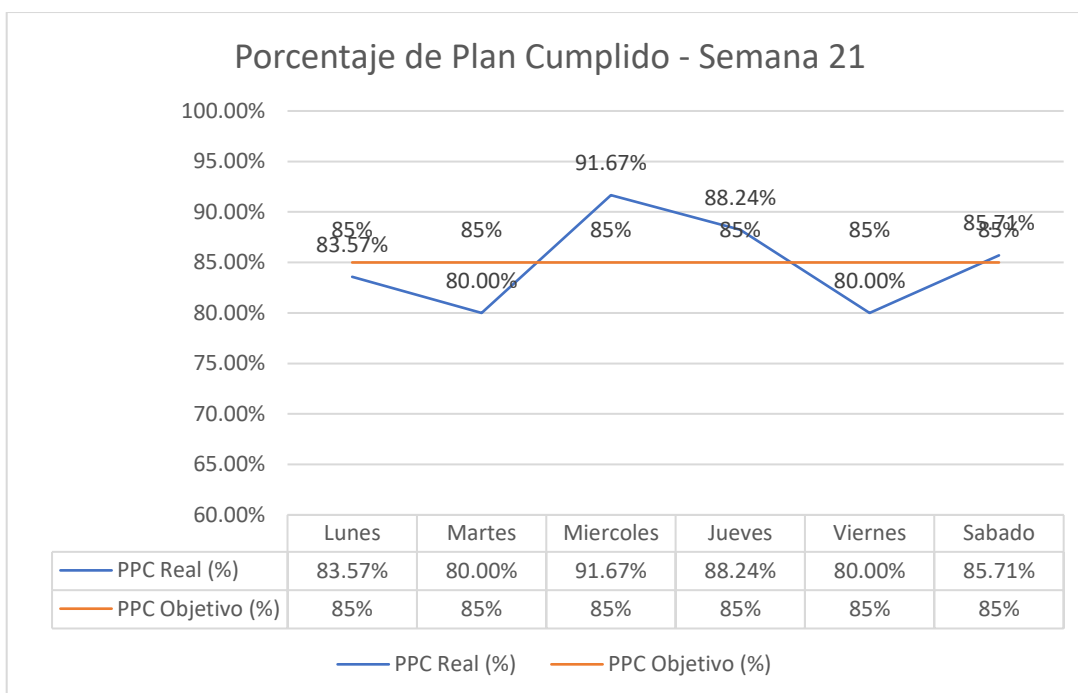
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 21 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico solo de 91.67%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 99 actividades de las cuales solo 85 fueron completadas al 100% representando un 85.80%.

**Tabla 37. PPC Semana 21**

PPC semana 21	
Actividades cumplidas al 100%	85
Actividades no completadas	19
Actividades planificadas	99
% de actividades cumplidas	85.8%

**Elaboración:** Los autores



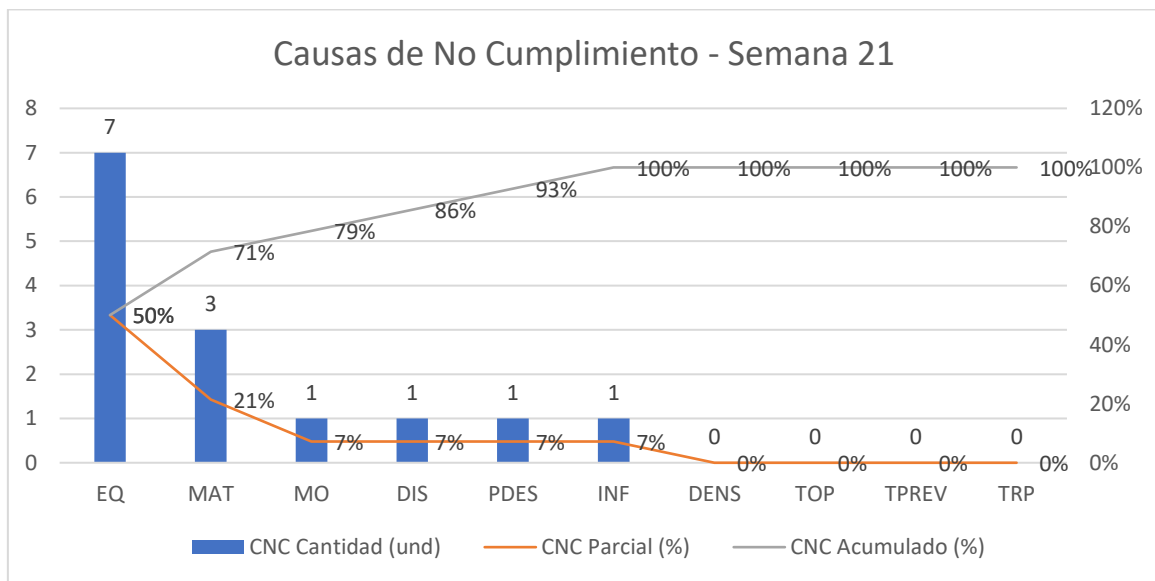
**Figura 154.** Porcentaje promedio real en la semana 21 de PPC es 85%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 38.** CNC Semana 21 –Mov. tierra – Pav. Rígido MI

Causas de No Cumplimiento - Semana 21				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	3	21%	21%
Equipos	EQ	7	50%	71%
Densidades de campo	DENS	0	0%	71%
Topografía	TOP	0	0%	71%
Trabajo previo	TPREV	0	0%	71%
Mano de obra	MO	1	7%	79%
Diseño	DIS	1	7%	86%
Trazo y replanteo	TRP	0	0%	86%
Plan de desvió	PDES	1	7%	93%
Información	INF	1	7%	100%
	Total	14		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 155.** CNC Semana 21 –Mov. tierra – Pav. Rígido MI

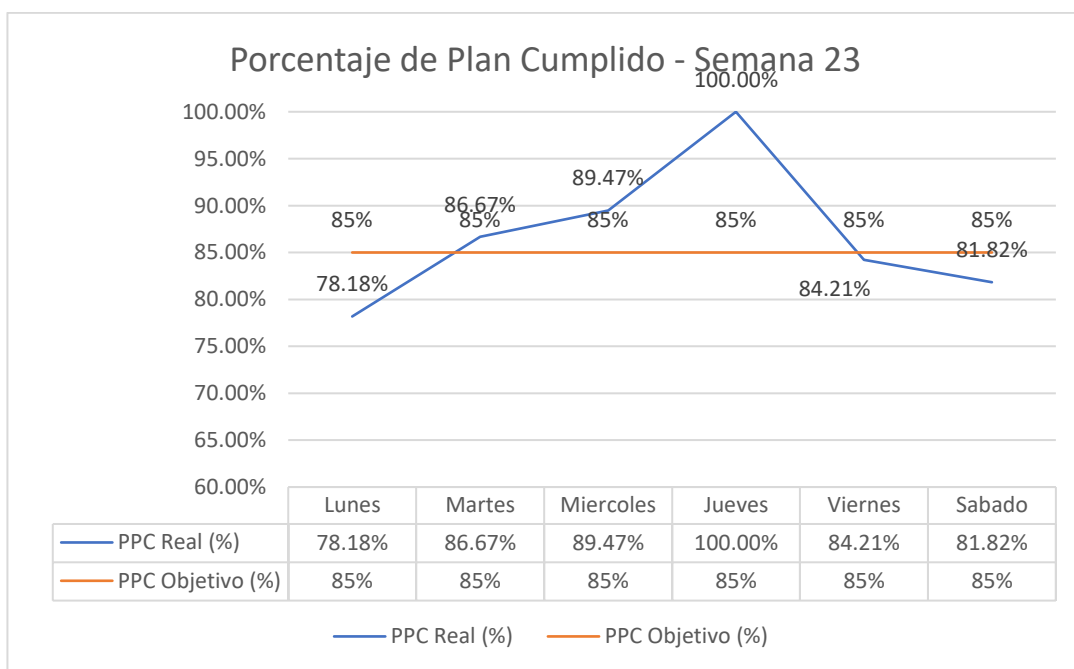
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 23 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico del 100%. El más alto en la Fase. Con respecto al PPC se planificaron un total de 96 actividades de las cuales solo 82 fueron completadas al 100% representando un 85.40%.

**Tabla 39. PPC Semana 23**

PPC semana 23	
Actividades cumplidas al 100%	82
Actividades no completadas	14
Actividades planificadas	96
% de actividades cumplidas	85.4%

**Elaboración:** Los autores



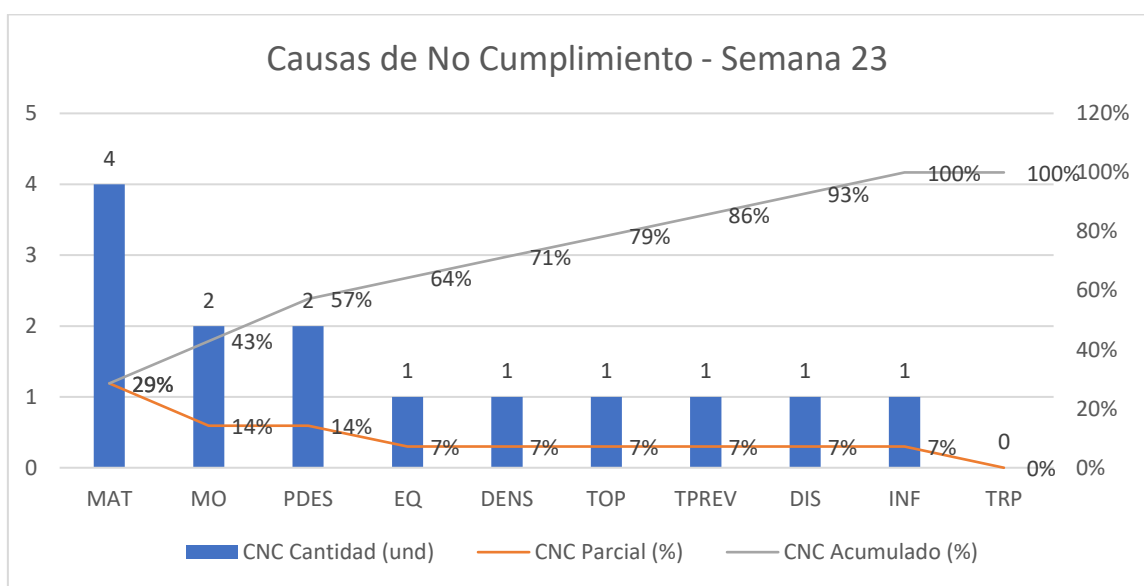
**Figura 156.** Porcentaje promedio real en la semana 23 de PPC es 87%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 40. CNC Semana 23 – Mov. Tierra – Pav. Rígido MI**

Causas de No Cumplimiento - Semana 23				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	4	29%	29%
Equipos	EQ	1	7%	36%
Densidades de campo	DENS	1	7%	43%
Topografía	TOP	1	7%	50%
Trabajo previo	TPREV	1	7%	57%
Mano de obra	MO	2	14%	71%
Diseño	DIS	1	7%	79%
Trazo y replanteo	TRP	0	0%	79%
Plan de desvió	PDES	2	14%	93%
Información	INF	1	7%	100%
	Total	14		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 157. CNC Semana 23 – Mov. Tierra – Pav. Rígido MI**

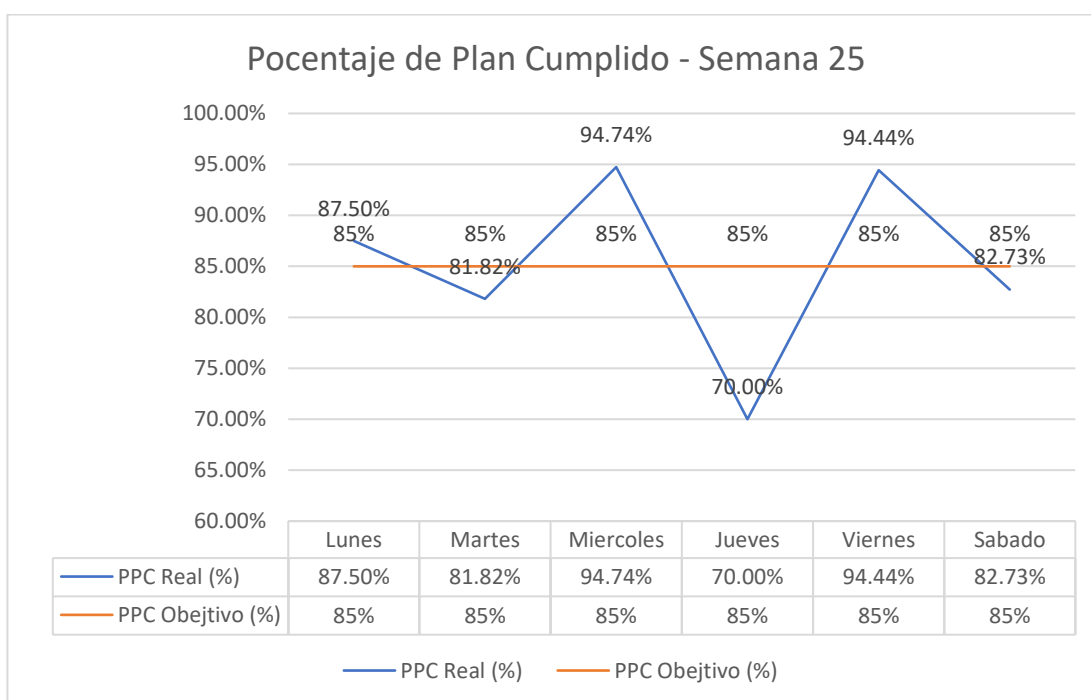
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 25 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico del 94.74%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 96 actividades de las cuales solo 82 fueron completadas al 100% representando un 85.40%.

**Tabla 41. PPC Semana 25**

PPC semana 25	
Actividades cumplidas al 100%	82
Actividades no completadas	14
Actividades planificadas	96
% de actividades cumplidas	85.4%

**Elaboración:** Los autores



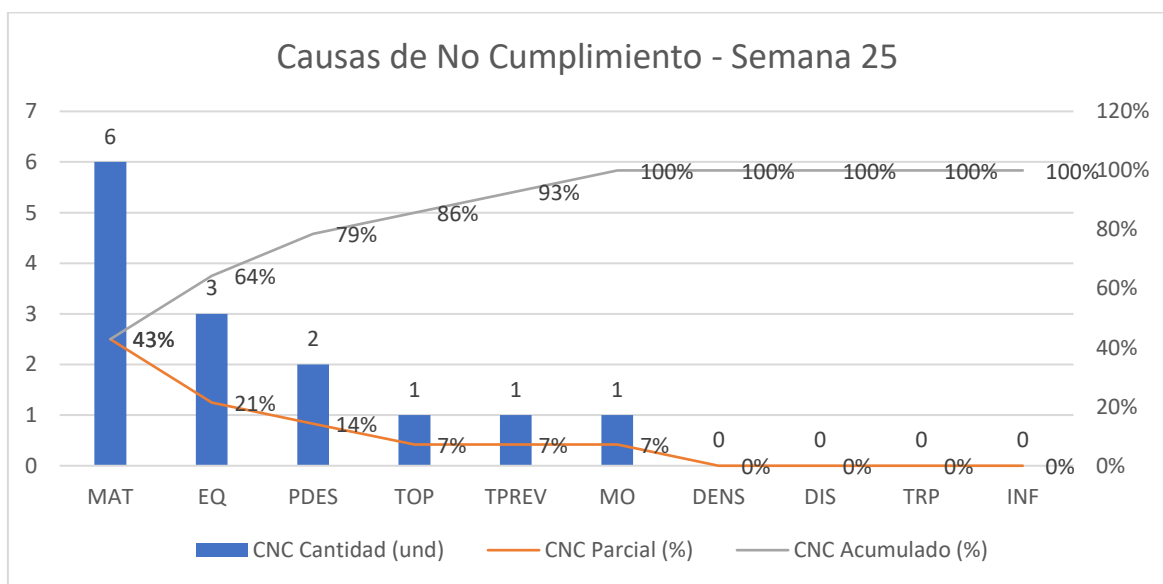
**Figura 158.** Porcentaje promedio real en la semana 25 de PPC es 84%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 42. CNC Semana 25 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD**

Causas de No Cumplimiento - Semana 25				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	6	43%	43%
Equipos	EQ	3	21%	64%
Densidades de campo	DENS	0	0%	64%
Topografía	TOP	1	7%	71%
Trabajo previo	TPREV	1	7%	79%
Mano de obra	MO	1	7%	86%
Diseño	DIS	0	0%	86%
Trazo y replanteo	TRP	0	0%	86%
Plan de desvío	PDES	2	14%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	14		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 159. CNC Semana 25 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD**

**Elaboración:** Los autores

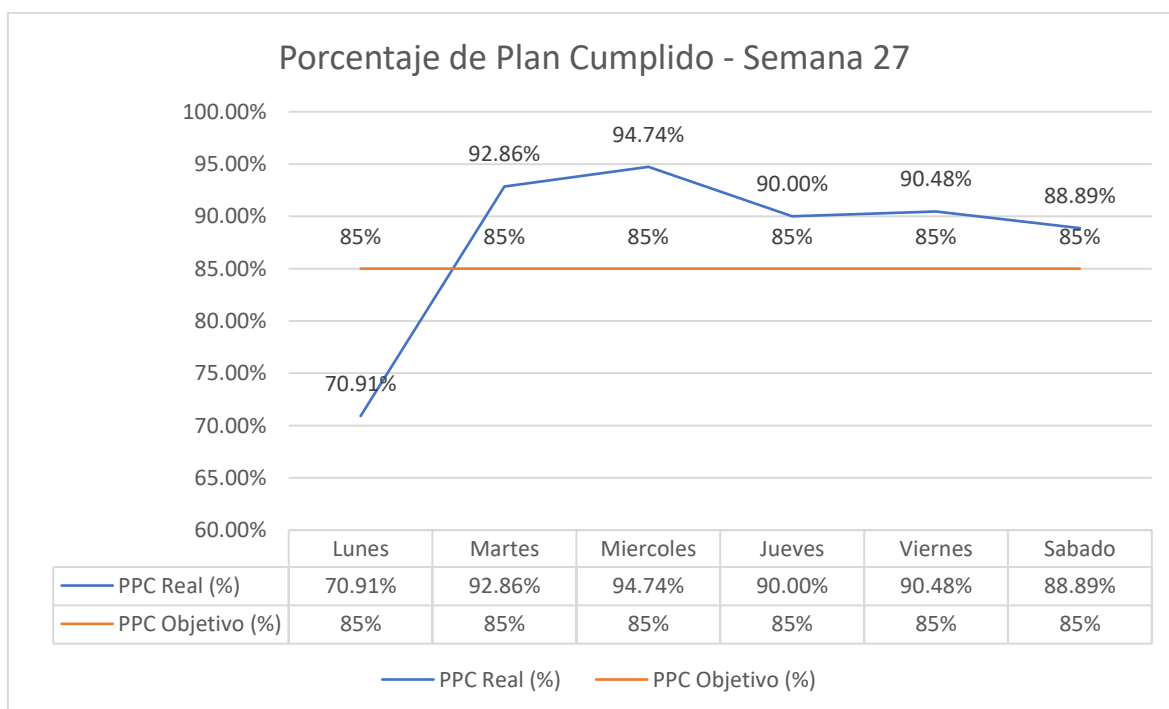


En la Semana 27 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico del 94.74%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 95 actividades de las cuales solo 83 fueron completadas al 100% representando un 87.3%.

**Tabla 43. PPC Semana 27**

PPC semana 27	
Actividades cumplidas al 100%	83
Actividades no completadas	12
Actividades planificadas	95
% de actividades cumplidas	87.3%

**Elaboración:** Los autores



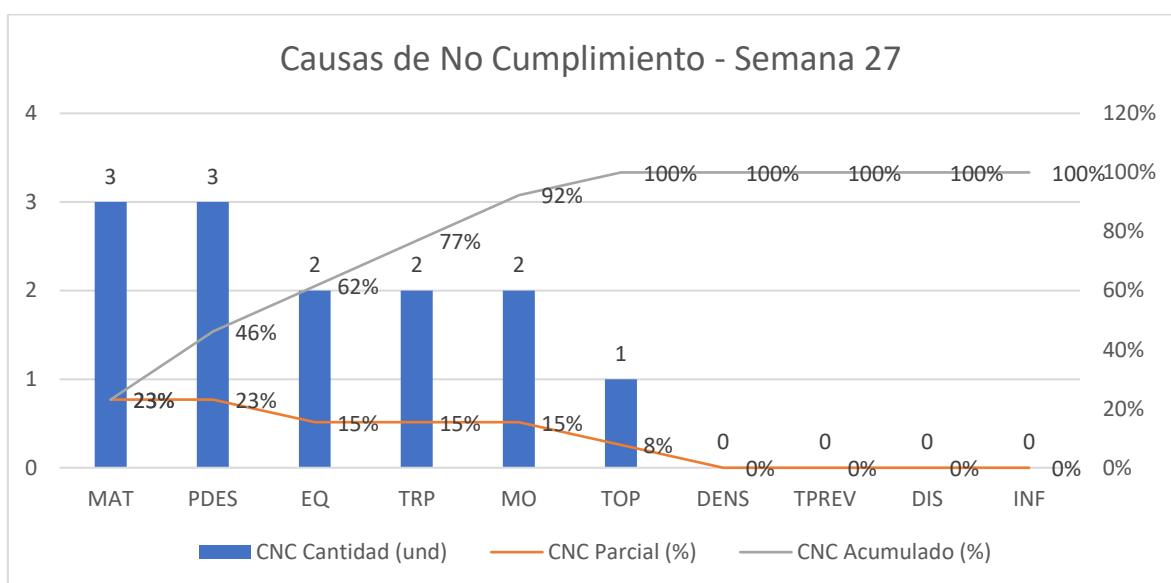
**Figura 160.** Porcentaje promedio real en la semana 27 de PPC es 87%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 44.** CNC Semana 27 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MI

Causas de No Cumplimiento - Semana 27				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	3	23%	23%
Equipos	EQ	2	15%	38%
Densidades de campo	DENS	0	0%	38%
Topografía	TOP	1	8%	46%
Trabajo previo	TPREV	0	0%	46%
Mano de obra	MO	2	15%	62%
Diseño	DIS	0	0%	62%
Trazo y replanteo	TRP	2	15%	77%
Plan de desvió	PDES	3	23%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	13		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 161.** CNC Semana 27 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MI

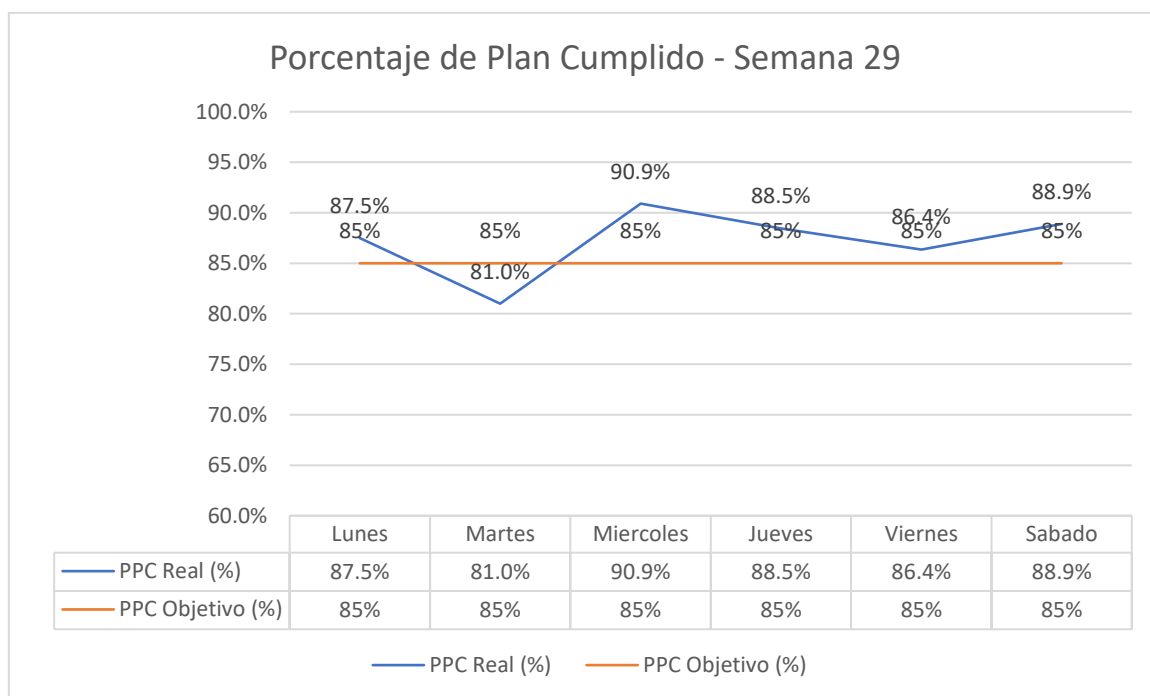
**Elaboración:** Los autores

En la Semana 29 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico del 90.9%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 107 actividades de las cuales solo 93 fueron completadas al 100% representando un 86.9%.

**Tabla 45. PPC Semana 29**

PPC semana 29	
Actividades cumplidas al 100%	93
Actividades no completadas	14
Actividades planificadas	107
% de actividades cumplidas	86.9%

**Elaboración:** Los autores



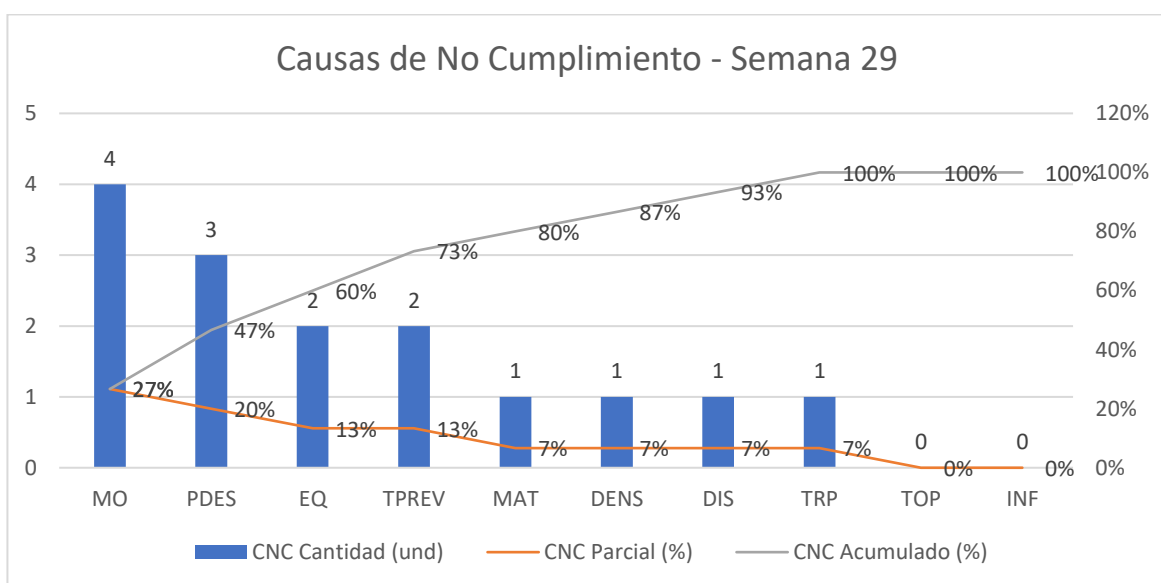
**Figura 162.** Porcentaje promedio real en la semana 29 de PPC es 87%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 46.** CNC Semana 29 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD

Causas de No Cumplimiento - Semana 29				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	1	7%	7%
Equipos	EQ	2	13%	20%
Densidades de campo	DENS	1	7%	27%
Topografía	TOP	0	0%	27%
Trabajo previo	TPREV	2	13%	40%
Mano de obra	MO	4	27%	67%
Diseño	DIS	1	7%	73%
Trazo y replanteo	TRP	1	7%	80%
Plan de desvió	PDES	3	20%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	15		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 163.** CNC Semana 29 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD

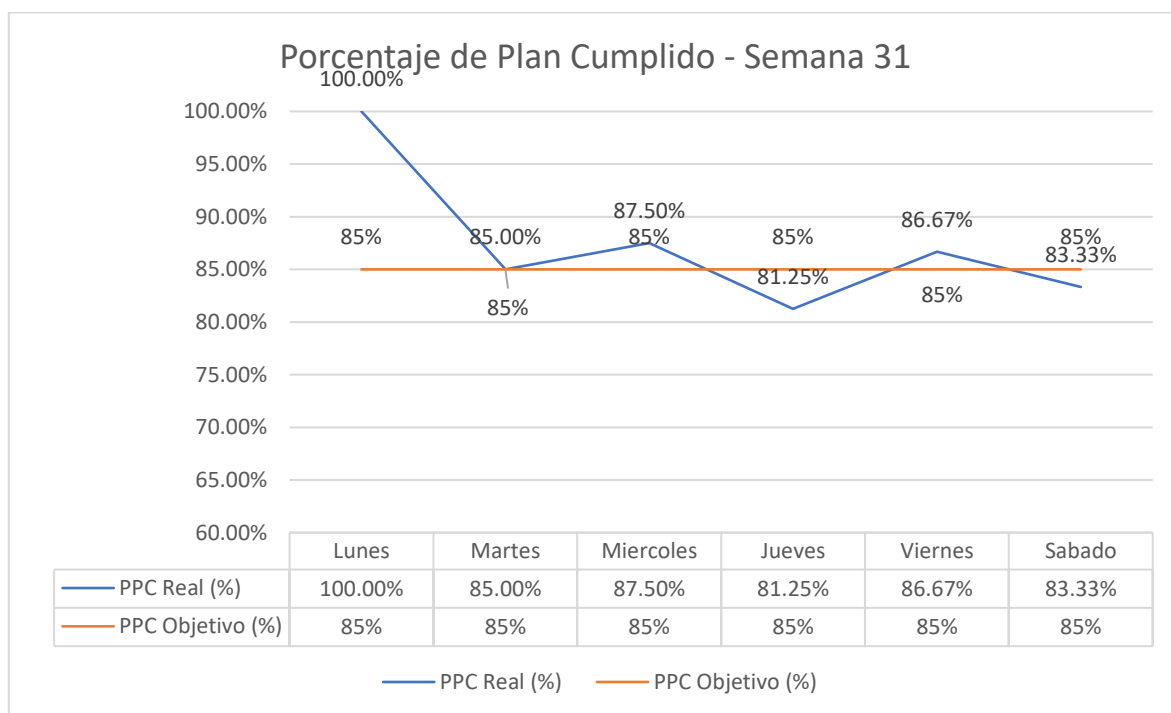
**Elaboración:** Los autores

Al cierre de la Semana 31 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico del 100%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 100 actividades de las cuales solo 86 fueron completadas al 100% representando un 86.9%.

**Tabla 47. PPC Semana 31**

PPC semana 31	
Actividades cumplidas al 100%	86
Actividades no completadas	13
Actividades planificadas	100
% de actividades cumplidas	86%

**Elaboración:** Los autores



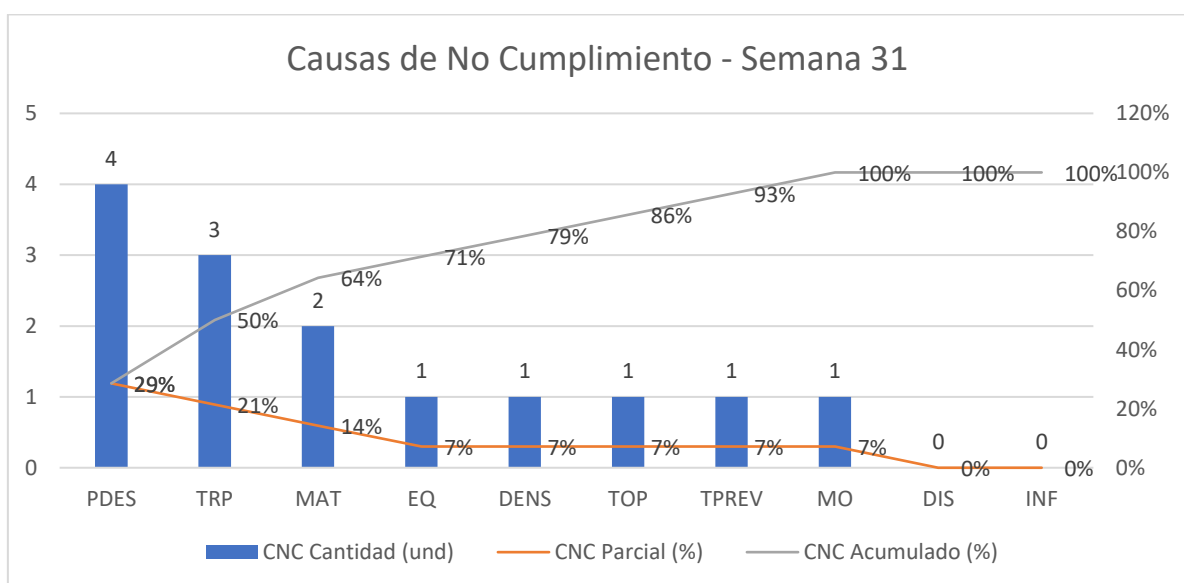
**Figura 164.** Porcentaje promedio real en la semana 31 de PPC es 87%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 48. CNC Semana 31 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MI**

Causas de No Cumplimiento - Semana 31				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	2	14%	14%
Equipos	EQ	1	7%	21%
Densidades de campo	DENS	1	7%	29%
Topografía	TOP	1	7%	36%
Trabajo previo	TPREV	1	7%	43%
Mano de obra	MO	1	7%	50%
Diseño	DIS	0	0%	50%
Trazo y replanteo	TRP	3	21%	71%
Plan de desvió	PDES	4	29%	100%
Información	INF	0	0%	100%
	Total	14		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 165. CNC Semana 31 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MI**

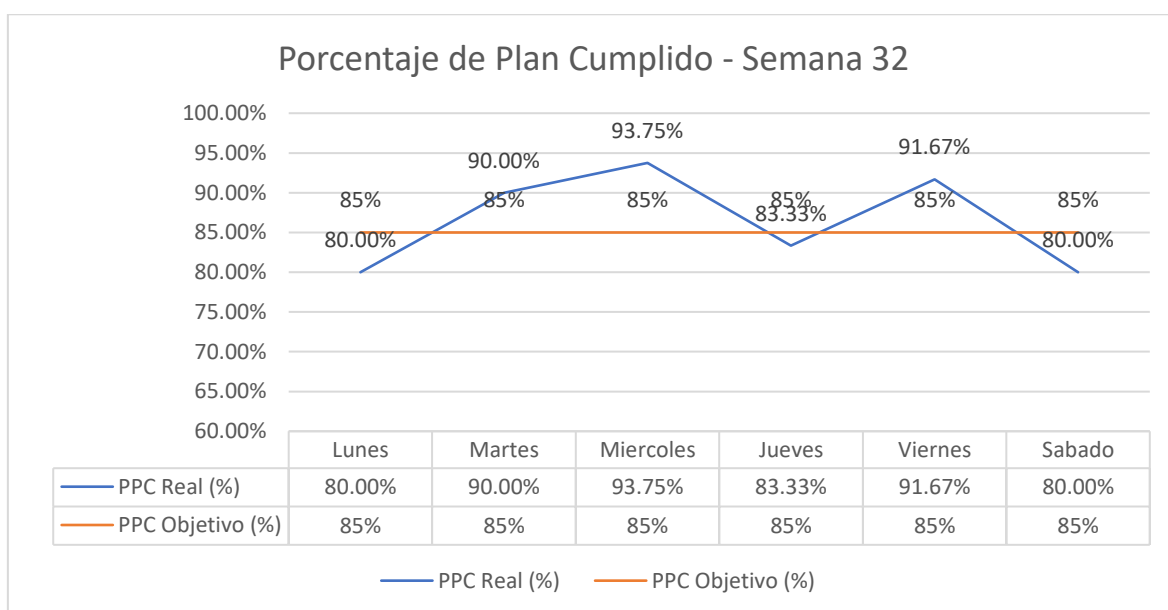
**Elaboración:** Los autores

Al cierre de la Semana 32 se continua con las partidas de Movimiento de Tierras y Pavimento rígido manteniendo el Tren de trabajo solo en el MD y Movimiento de tierras y Pavimento rígido MI en la tabla se muestra en la siguiente tabla el PPC real y el PPC objetivo en el cual se logró alcanzar un pico del 93.75%. Con respecto al PPC se planificaron un total de 103 actividades de las cuales solo 89 fueron completadas al 100% representando un 86%.

**Tabla 49.** PPC Semana 32 – Mov. Tierra – Pav. Rígido MI

PPC semana 32	
Actividades cumplidas al 100%	89
Actividades no completadas	14
Actividades planificadas	103
% de actividades cumplidas	86%

**Elaboración:** Los autores



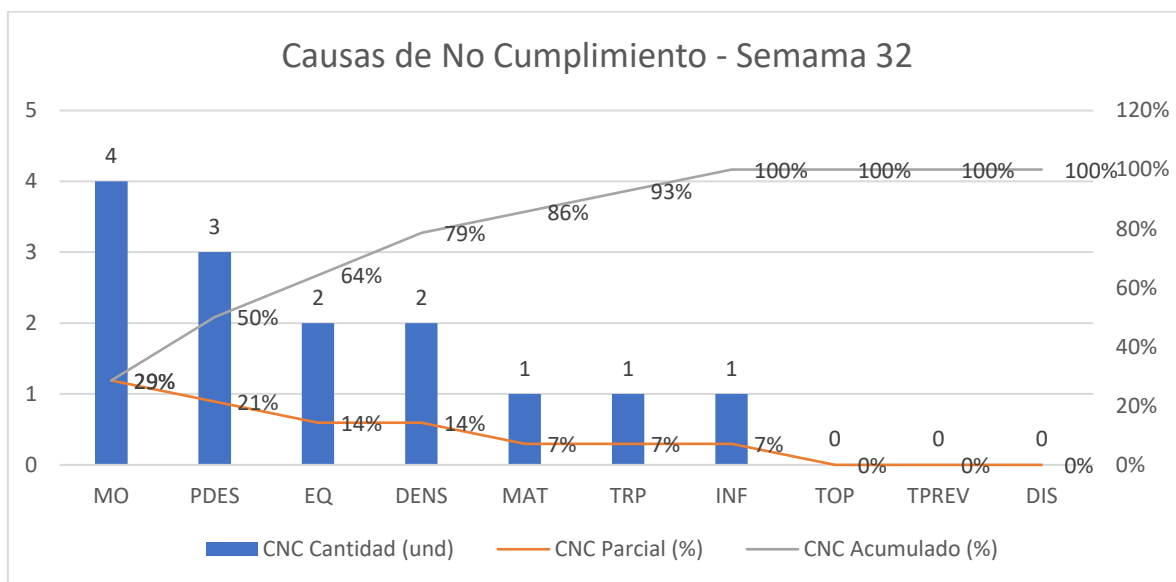
**Figura 166.** Porcentaje promedio real en la semana 32 de PPC es 86%

**Elaboración:** Los autores

**Tabla 50. CNC Semana 32 - Mov. Tierra – Pav. Rígido MD**

Causas de No Cumplimiento - Semana 32				
Cuadrilla	Código	Cantidad	Parcial	Total
Materiales	MAT	1	7%	7%
Equipos	EQ	2	14%	21%
Densidades de campo	DENS	2	14%	36%
Topografía	TOP	0	0%	36%
Trabajo previo	TPREV	0	0%	36%
Mano de obra	MO	4	29%	64%
Diseño	DIS	0	0%	64%
Trazo y replanteo	TRP	1	7%	71%
Plan de desvió	PDES	3	21%	93%
Información	INF	1	7%	100%
	Total	14		

**Elaboración:** Los autores



**Figura 167. Mov. Tierra – Pav. Rígido MD**

**Elaboración:** Los autores



## 5.5 Daily Plan

### 5.5.1 Excavación No clasificada - ISP

A partir de los entregables por parte del área de costos, el rendimiento Hm/m<sup>3</sup> de la partida de excavación no clasificada para explanaciones es 0.0100 Hm/m<sup>3</sup> teniendo para un volumen de 142,800 m<sup>3</sup> un total de 1428 Hm que representa un valor en soles de S/. 332,724.00.

**Tabla 51.** ISP-Excavación no clasificada para explanaciones

DATOS DEL PRESUPUESTO		
Rendimiento ppto o meta	0.0100	Hm/m <sup>3</sup>
Metrado	142,800	m <sup>3</sup>
Total Hm	1,428.00	Hm
Costo Hm Exc.	233.00	Soles / Hm
Hora Maquina Total	332,724.00	Soles

**Elaboración:** Los autores

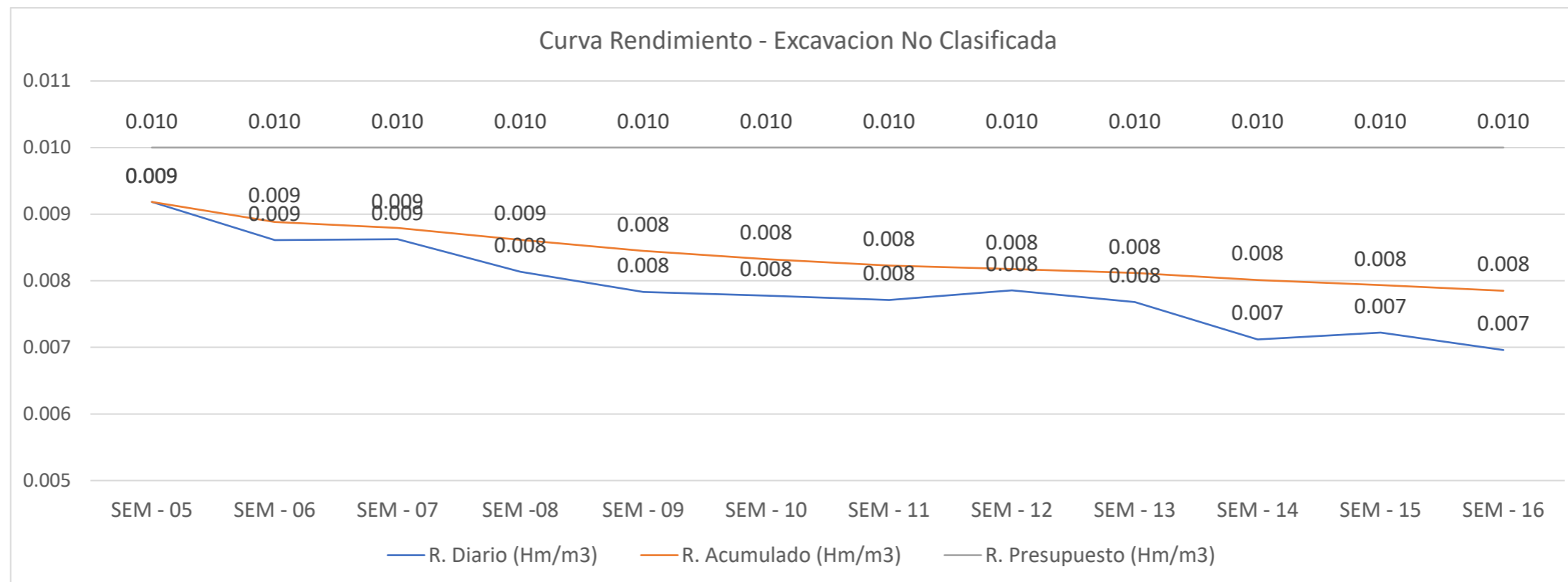
Mediante los reportes diarios de Producción entregados por parte del área de producción durante el tiempo que duro la actividad de movimiento de tierras se registra el avance en m<sup>3</sup> y la cantidad de Hm empleadas o gastadas de la semana, al cierre de la Actividad en la Semana 16 se tiene una cantidad de 307 Hm acumuladas a favor.

En la Curva de rendimiento se muestra al término de la semana un Rendimiento acumulado de 0.008 Hm/m<sup>3</sup> en comparación con el rendimiento presupuesto de 0.010 Hm/m<sup>3</sup>.

**Tabla 52.** ISP-Excavación no clasificada para explanaciones

Excavación no clasificada para explanaciones	SEM - 05	SEM - 06	SEM - 07	SEM -08	SEM - 09	SEM - 10	SEM - 11	SEM - 12	SEM - 13	SEM - 14	SEM - 15	SEM - 16
Rendimiento (Hm/m3)	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.007	0.007	0.007
Rendimiento Acumulado (Hm/m3)	0.009	0.009	0.009	0.009	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Rendimiento presupuesto (Hm/m3)	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010	0.010
Hm	90.0	93.0	94.0	96.0	91.0	98.0	97.0	99.0	96.0	89.0	91.0	87.0
Avance m3	9800	10800	10900	11800	11620	12600	12580	12600	12500	12500	12600	12500
Hm Acumulado	90.00	183.00	277.00	373.00	464.00	562.00	659.00	758.00	854.00	943.00	1034.00	1121.00
Avance Acumulado (m3)	9800	20600	31500	43300	54920	67520	80100	92700	105200	117700	130300	142800
Hm ganados / Perdida del día	8.000	15.000	15.000	22.000	25.200	28.000	28.800	27.000	29.000	36.000	35.000	38.000
Hm ganados / Pérdidas acumuladas	8.0	23.0	38.0	60.0	85.2	113.2	142.0	169.0	198.0	234.0	269.0	307.0

Elaboración: Los autores



**Figura 168.** Curva de rendimiento – Excavación No Clasificada

Elaboración: Los autores

### 5.5.2 Conformación de Subrasante

A partir de los entregables por parte del área de costos, el rendimiento Hm/ de los equipos de **Motoniveladoras** de la partida de Conformación de Subrasante es 0.0114 Hm/m<sup>2</sup> teniendo para un área de 204,498 m<sup>2</sup> un total de 2331.27 Hm que representa un valor en soles de S/.429,653.95.

**Tabla 53.** ISP-Conformación de Subrasante

DATOS DEL PRESUPUESTO		
Rendimiento ppto o meta	0.0114	Hm/m <sup>2</sup>
Metrado	204,498	m <sup>2</sup>
Total Hm	2,331.27	Hm
Costo Hm Exc.	184.30	Soles / Hm
Hora Maquina Total	429,653.95	Soles

**Elaboración:** Los autores

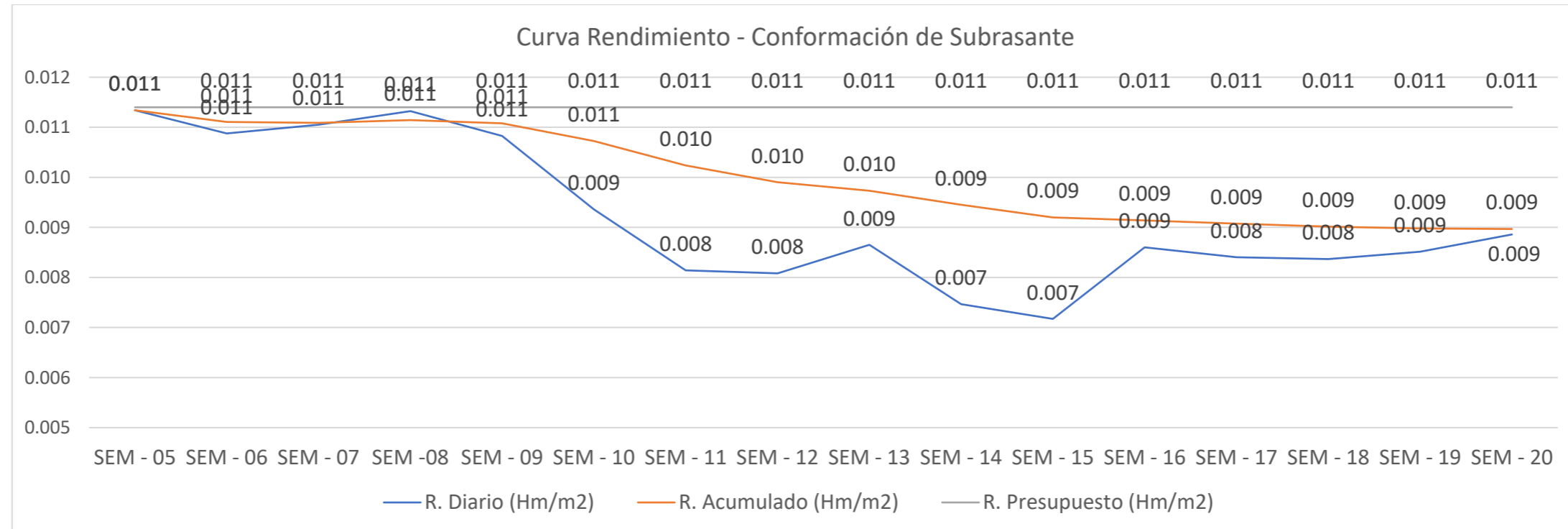
Mediante los reportes diarios de Producción entregados por parte del área de producción durante el tiempo que duro la actividad de movimiento de tierras se registra el avance en m<sup>2</sup> y la cantidad de Hm empleadas o gastadas de la semana, al cierre de la Actividad en la Semana 20 se tiene una cantidad de 497.3 Hm acumuladas a favor.

En la Curva de rendimiento se muestra al término de la semana un Rendimiento acumulado de 0.009 Hm/m<sup>2</sup> en comparación con el rendimiento presupuesto de 0.011 Hm/m<sup>2</sup>.

**Tabla 54. ISP- Conformación de Subrasante**

Conformación y compactación de Subrasante	SEM - 05	SEM - 06	SEM - 07	SEM - 08	SEM - 09	SEM - 10	SEM - 11	SEM - 12	SEM - 13	SEM - 14	SEM - 15	SEM - 16	SEM - 17	SEM - 18	SEM - 19	SEM - 20
Rendimiento (Hm/m2)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.009	0.008	0.008	0.009	0.007	0.007	0.009	0.008	0.008	0.009	0.009
Rendimiento Acumulado (Hm/m2)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.010	0.010	0.010	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009	0.009
Rendimiento presupuesto (Hm/m2)	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011	0.011
Hm	110.0	108.0	105.0	107.0	105.0	117.0	115.0	113.0	118.0	109.0	104.0	126.0	121.0	123.0	125.0	128.0
Avance m2	9700	9930	9500	9450	9700	12500	14120	13982	13640	14600	14500	14650	14400	14700	14680	14445
Hm Acumulado	110.00	218.00	323.00	430.00	535.00	652.00	767.00	880.00	998.00	1107.00	1211.00	1337.00	1458.00	1581.00	1706.00	1834.00
Avance Acumulado (m2)	9700	19630	29130	38580	48280	60780	74900	88882	102522	117122	131622	146272	160672	175372	190052	204497
Hm ganadas / Perdida del día	0.580	5.202	3.300	0.730	5.580	25.500	45.968	46.395	37.496	57.440	61.300	41.010	43.160	44.580	42.352	36.673
Hm ganadas / Pérdidas acumuladas	0.6	5.8	9.1	9.8	15.4	40.9	86.9	133.3	170.8	228.2	289.5	330.5	373.7	418.2	460.6	497.3

**Elaboración:** Los autores



**Figura 169.** Curva de Rendimiento – Conformación de subrasante

**Elaboración:** Los autores

### 5.5.3 Compactación de Subrasante

A partir de los entregables por parte del área de costos, el rendimiento Hm/m<sup>3</sup> de los equipos de **Rodillo Liso Vibratorio** de la partida de Conformación y compactación de Subrasante para explanaciones es 0.0057 Hm/m<sup>2</sup> teniendo para un área de 204,498 m<sup>2</sup> un total de 1165.64 Hm que representa un valor en soles de S/.147,931.04

**Tabla 55.** ISP - Compactación de Subrasante

DATOS DEL PRESUPUESTO		
Rendimiento ppto o meta	0.0057	Hm/m <sup>2</sup>
Metrado	204,498	m <sup>2</sup>
Total Hm	1,165.64	Hm
Costo Hm Exc.	126.91	Soles / Hm
Hora Maquina Total	147,931.04	Soles

**Elaboración:** Los autores

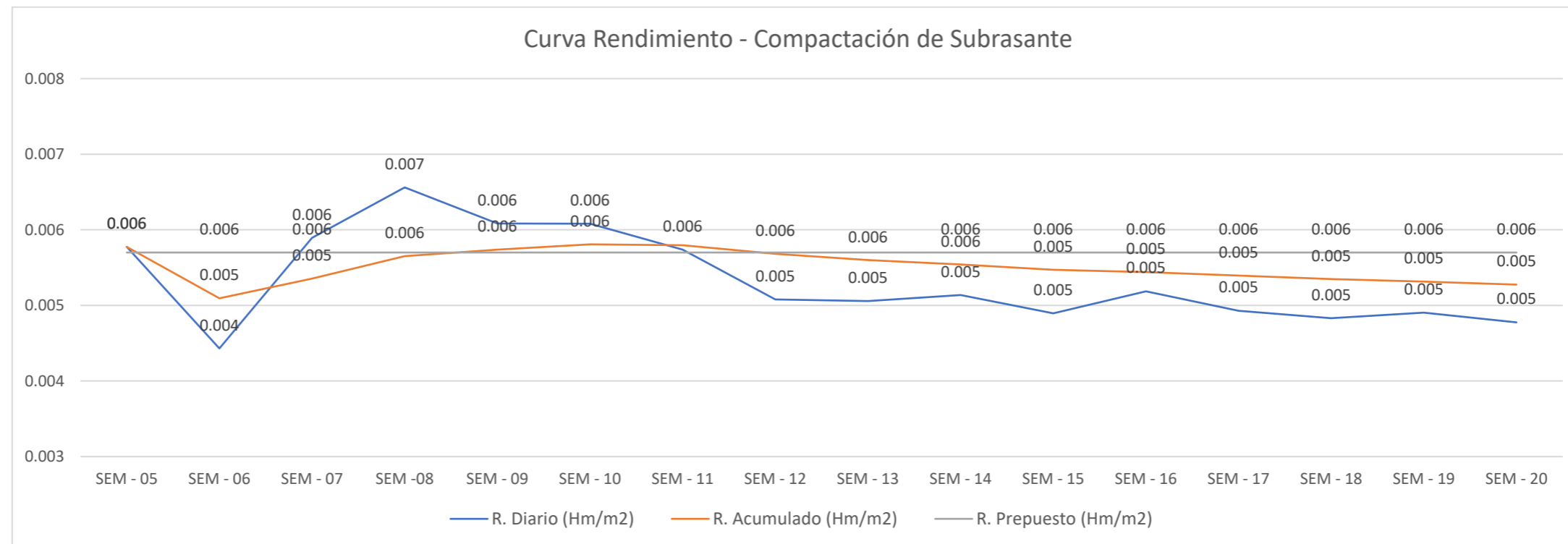
Mediante los reportes diarios de Producción entregados por parte del área de producción durante el tiempo que duro la actividad de movimiento de tierras se registra el avance en m<sup>2</sup> y la cantidad de Hm empleadas o gastadas de la semana, al cierre de la Actividad en la Semana 20 se tiene una cantidad de 86.6 Hm acumuladas a favor.

En la Curva de rendimiento se muestra al término de la semana un Rendimiento acumulado de 0.005 Hm/m<sup>2</sup> en comparación con el rendimiento presupuesto de 0.006 Hm/m<sup>2</sup>.

**Tabla 56.** ISP - Compactación de Subrasante

Conformación y Compactación de Subrasante	SEM - 05	SEM - 06	SEM - 07	SEM - 08	SEM - 09	SEM - 10	SEM - 11	SEM - 12	SEM - 13	SEM - 14	SEM - 15	SEM - 16	SEM - 17	SEM - 18	SEM - 19	SEM - 20
Rendimiento (Hm/m2)	0.006	0.004	0.006	0.007	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Rendimiento Acumulado (Hm/m2)	0.006	0.005	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005	0.005
Rendimiento presupuesto (Hm/m2)	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Hm	56.0	44.0	56.0	62.0	59.0	76.0	81.0	71.0	69.0	75.0	71.0	76.0	71.0	71.0	72.0	69.0
Avance m2	9700	9930	9500	9450	9700	12500	14120	13982	13640	14600	14500	14650	14400	14700	14680	14445
Hm Acumulado	56.00	100.00	156.00	218.00	277.00	353.00	434.00	505.00	574.00	649.00	720.00	796.00	867.00	938.00	1010.00	1079.00
Avance Acumulado (m2)	9700	19630	29130	38580	48280	60780	74900	88882	102522	117122	131622	146272	160672	175372	190052	204497
Hm ganadas / Perdida del día	-0.710	12.601	-1.850	-8.135	-3.710	-4.750	-0.516	8.697	8.748	8.220	11.650	7.505	11.080	12.790	11.676	13.337
Hm ganadas / Pérdidas acumuladas	-0.7	11.9	10.0	1.9	-1.8	-6.6	-7.1	1.6	10.4	18.6	30.2	37.8	48.8	61.6	73.3	86.6

Elaboración: Los autores



**Figura 170.** Curva de Rendimiento – Compactación de Subrasante

Elaboración: Los autores

#### 5.5.4 Conformación de Subrasante con Material de Cantera

A partir de los entregables por parte del área de costos, el rendimiento Hm/m<sup>3</sup> de los equipos de **Motoniveladoras** de la partida de Mejoramiento de Subrasante con material de cantera es 0.0320 Hm/m<sup>3</sup> teniendo para un volumen de 77,531 m<sup>3</sup> un total de 2480.99 Hm que representa un valor en soles de S/.457,246.83.

**Tabla 57.** ISP- Conformación de Capa Mejoramiento de Subrasante

DATOS DEL PRESUPUESTO		
Rendimiento ppto o meta	0.0320	Hm/m <sup>3</sup>
Metrado	77,531	m <sup>3</sup>
Total Hm	2,480.99	Hm
Costo Hm Exc.	184.30	Soles / Hm
Hora Maquina Total	457,246.83	Soles

**Elaboración:** Los autores

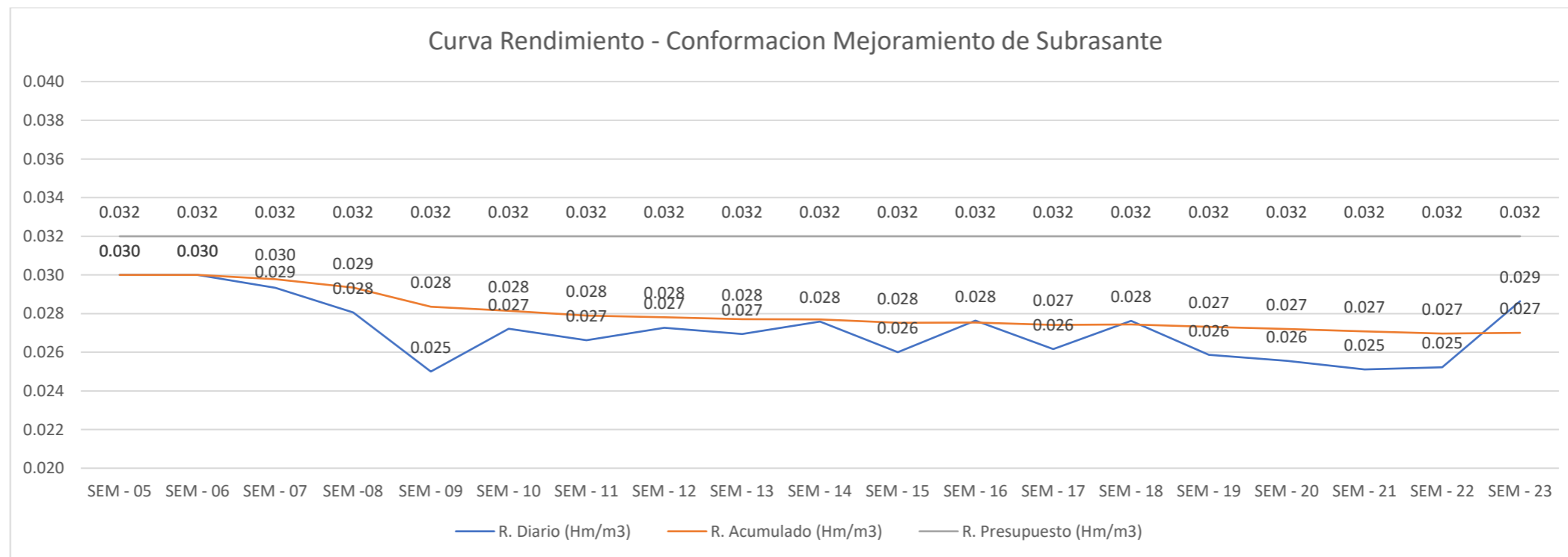
Mediante los reportes diarios de Producción entregados por parte del área de producción durante el tiempo que duro la actividad de movimiento de tierras se registra el avance en m<sup>3</sup> y la cantidad de Hm empleadas o gastadas de la semana, al cierre de la Actividad en la Semana 23 se tiene una cantidad de 387 Hm acumuladas a favor.

En la Curva de rendimiento se muestra al término de la semana un Rendimiento acumulado de 0.027 Hm/m<sup>3</sup> en comparación con el rendimiento presupuesto de 0.032 Hm/m<sup>3</sup>.

**Tabla 58.** ISP-Conformación de Capa Mejoramiento de Subrasante

Mejoramiento de Subrasante con material de cantera	SEM - 05	SEM - 06	SEM - 07	SEM - 08	SEM - 09	SEM - 10	SEM - 11	SEM - 12	SEM - 13	SEM - 14	SEM - 15	SEM - 16	SEM - 17	SEM - 18	SEM - 19	SEM - 20	SEM - 21	SEM - 22	SEM - 23
Rendimiento (Hm/m3)	0.030	0.030	0.029	0.028	0.025	0.027	0.027	0.027	0.027	0.028	0.026	0.028	0.026	0.028	0.026	0.026	0.025	0.025	0.029
Rendimiento Acumulado (Hm/m3)	0.030	0.030	0.030	0.029	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.028	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027	0.027
Rendimiento presupuesto (Hm/m3)	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
Hm	105.0	108.0	105.0	101.0	105.0	117.0	115.0	113.0	118.0	120.0	117.0	123.0	117.0	121.0	119.0	115.0	108.0	111.0	56.0
Avance m3	3500	3600	3580	3600	4200	4300	4320	4145	4380	4350	4500	4450	4471	4380	4600	4500	4300	4400	1955
Hm Acumulado	105.00	213.00	318.00	419.00	524.00	641.00	756.00	869.00	987.00	1107.00	1224.00	1347.00	1464.00	1585.00	1704.00	1819.00	1927.00	2038.00	2094.00
Avance Acumulado (m3)	3500	7100	10680	14280	18480	22780	27100	31245	35625	39975	44475	48925	53396	57776	62376	66876	71176	75576	77531
Hm ganados / Perdida del día	7.000	7.200	9.560	14.200	29.400	20.600	23.240	19.640	22.160	19.200	27.000	19.400	26.072	19.160	28.200	29.000	29.600	29.800	6.560
Hm ganados / Pérdidas acumuladas	7.0	14.2	23.8	38.0	67.4	88.0	111.2	130.8	153.0	172.2	199.2	218.6	244.7	263.8	292.0	321.0	350.6	380.4	387.0

**Elaboración:** Los autores



**Figura 171.** Curva Rendimiento– Conformación Mejoramiento de Subrasante

**Elaboración:** Los autores



### 5.5.5 Compactación de Mejoramiento de Subrasante

A partir de los entregables por parte del área de costos, el rendimiento Hm/m<sup>3</sup> de los equipos de **Rodillo Liso Vibratorio** de la partida de Mejoramiento de Subrasante con material de cantera es 0.0320 Hm/m<sup>3</sup> teniendo para un volumen de 77,531 m<sup>3</sup> un total de 2480.99 Hm que representa un valor en soles de S/. 314,862.69

**Tabla 59.** ISP – Compactación de Mejoramiento de Subrasante

DATOS DEL PRESUPUESTO		
Rendimiento ppto o meta	0.0320	Hm/m <sup>3</sup>
Metrado	77,531	m <sup>3</sup>
Total Hm	2,480.99	Hm
Costo Hm Exc.	126.91	Soles / Hm
Hora Maquina Total	314,862.69	Soles

**Elaboración:** Los autores

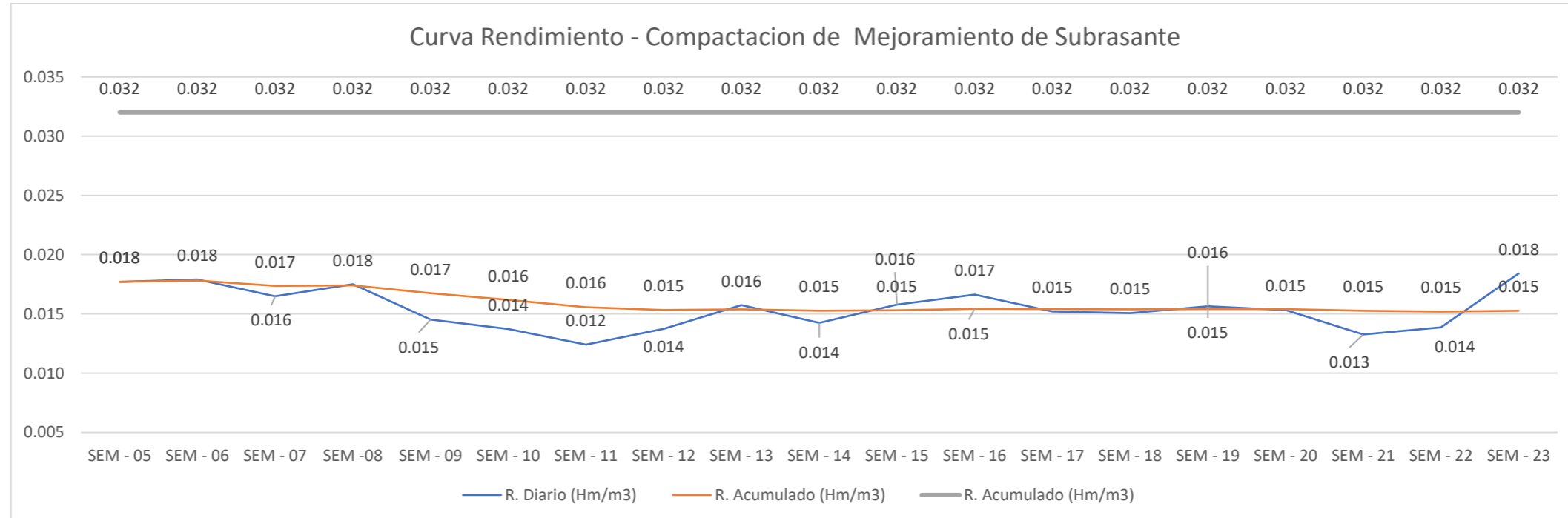
Mediante los reportes diarios de Producción entregados por parte del área de producción durante el tiempo que duro la actividad de movimiento de tierras se registra el avance en m<sup>3</sup> y la cantidad de Hm empleadas o gastadas de la semana, al cierre de la Actividad en la Semana 23 se tiene una cantidad de 1296.9 Hm acumuladas a favor.

En la Curva de rendimiento se muestra al término de la semana un Rendimiento acumulado de 0.015 Hm/m<sup>3</sup> en comparación con el rendimiento presupuesto de 0.032 Hm/m<sup>3</sup>.

**Tabla 60. ISP – Compactación de Mejoramiento de Subrasante**

Mejoramiento de Subrasante con material de cantera	SEM - 05	SEM - 06	SEM - 07	SEM - 08	SEM - 09	SEM - 10	SEM - 11	SEM - 12	SEM - 13	SEM - 14	SEM - 15	SEM - 16	SEM - 17	SEM - 18	SEM - 19	SEM - 20	SEM - 21	SEM - 22	SEM - 23
Rendimiento (Hm/m3)	0.018	0.018	0.016	0.018	0.015	0.014	0.012	0.014	0.016	0.014	0.016	0.017	0.015	0.015	0.016	0.015	0.013	0.014	0.018
Rendimiento Acumulado (Hm/m3)	0.018	0.018	0.017	0.017	0.017	0.016	0.016	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015	0.015
Rendimiento presupuesto (Hm/m3)	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
Hm	62.0	64.5	59.0	63.0	61.0	59.0	53.6	57.0	69.0	62.0	71.0	74.0	68.0	66.0	72.0	69.0	57.0	61.0	36.0
Avance m2	3500	3600	3580	3600	4200	4300	4320	4145	4380	4350	4500	4450	4471	4380	4600	4500	4300	4400	1955
Hm Acumulado	62.00	126.50	185.50	248.50	309.50	368.50	422.10	479.10	548.10	610.10	681.10	755.10	823.10	889.10	961.10	1030.10	1087.10	1148.10	1184.10
Avance Acumulado (m3)	3500	7100	10680	14280	18480	22780	27100	31245	35625	39975	44475	48925	53396	57776	62376	66876	71176	75576	77531
Hm ganadas / Perdida del día	50.000	50.700	55.560	52.200	73.400	78.600	84.640	75.640	71.160	77.200	73.000	68.400	75.072	74.160	75.200	75.000	80.600	79.800	26.560
Hm ganadas / Pérdidas acumuladas	50.0	100.7	156.3	208.5	281.9	360.5	445.1	520.7	591.9	669.1	742.1	810.5	885.6	959.7	1034.9	1109.9	1190.5	1270.3	1296.9

Elaboración: Los autores



**Figura 172. Curva Rendimiento – Compactación de Mejoramiento de Subrasante**

Elaboración: Los autores

### 5.5.6 Sub base Granular e= 0.15 m

A partir de los entregables por parte del área de costos, el rendimiento Hm/m<sup>3</sup> de los equipos de **Motoniveladoras** de la partida de Sub base granular e= 0.15 m. con material de cantera es 0.0320 Hm/m<sup>3</sup> teniendo para un volumen de 26,673 m<sup>3</sup> un total de 853.53 Hm que representa un valor en soles de S/. 157,305.51

**Tabla 61.** ISP – Conformación Sub base Granular e=0.15 m

DATOS DEL PRESUPUESTO		
Rendimiento ppto o meta	0.0320	Hm/m <sup>3</sup>
Metrado	26,673	m <sup>3</sup>
Total Hm	853.53	Hm
Costo Hm Exc.	184.30	Soles / Hm
Hora Maquina Total	157,305.51	Soles

**Elaboración:** Los autores

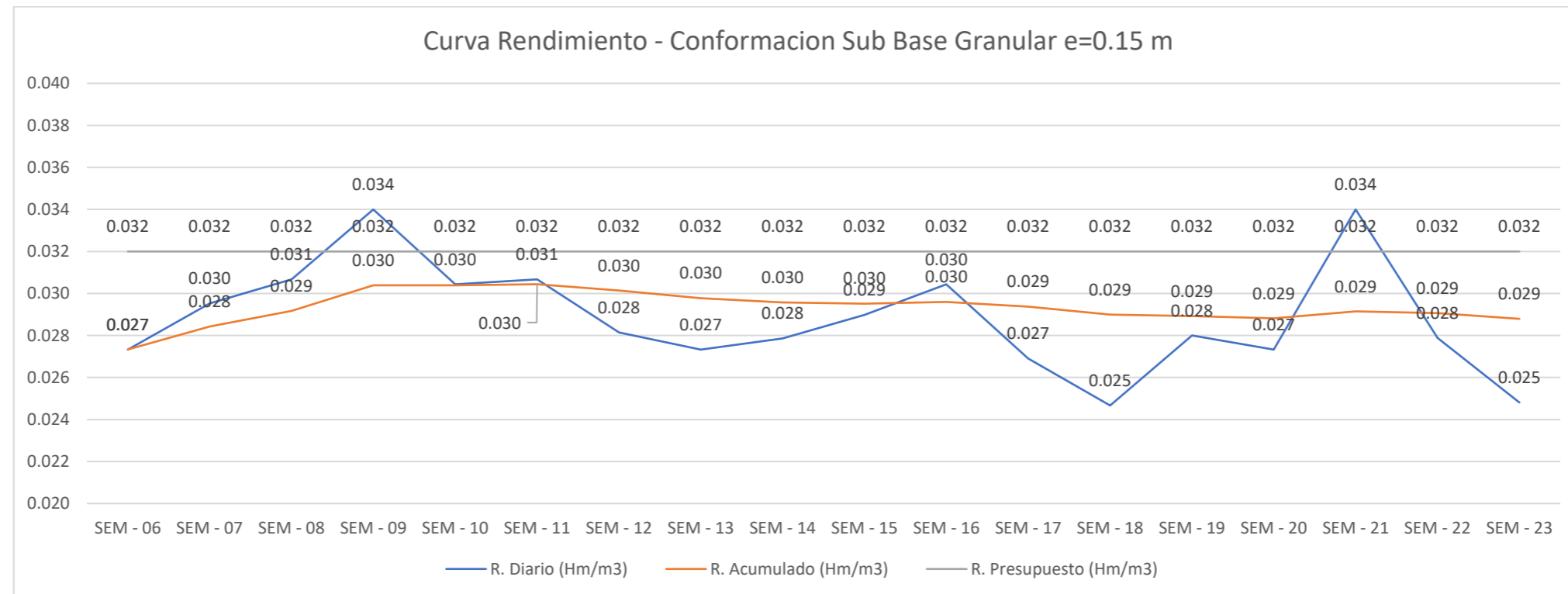
Mediante los reportes diarios de Producción entregados por parte del área de producción durante el tiempo que duro la actividad de movimiento de tierras se registra el avance en m<sup>3</sup> y la cantidad de Hm empleadas o gastadas de la semana, al cierre de la Actividad en la Semana 23 se tiene una cantidad de 85.5 Hm acumuladas a favor.

En la Curva de rendimiento se muestra al término de la semana un Rendimiento acumulado de 0.029 Hm/m<sup>3</sup> en comparación con el rendimiento presupuesto de 0.032 Hm/m<sup>3</sup>.

**Tabla 62.** ISP – Conformación Sub Base Granular e=0.15 m

Sub Base Granular e=0.15 m	SEM - 06	SEM - 07	SEM - 08	SEM - 09	SEM - 10	SEM - 11	SEM - 12	SEM - 13	SEM - 14	SEM - 15	SEM - 16	SEM - 17	SEM - 18	SEM - 19	SEM - 20	SEM - 21	SEM - 22	SEM - 23
Rendimiento (Hm/m3)	0.027	0.030	0.031	0.034	0.030	0.031	0.028	0.027	0.028	0.029	0.030	0.027	0.025	0.028	0.027	0.034	0.028	0.025
Rendimiento Acumulado (Hm/m3)	0.027	0.028	0.029	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.030	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029	0.029
Rendimiento presupuesto (Hm/m3)	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
Hm	41.0	44.0	46.0	51.0	42.0	46.0	38.0	41.0	39.0	40.0	42.0	39.0	37.0	42.0	41.0	51.0	46.0	42.0
Avance m3	1500	1490	1500	1500	1380	1500	1350	1500	1400	1380	1380	1450	1500	1500	1500	1500	1650	1692.8
Hm Acumulado	41.00	85.00	131.00	182.00	224.00	270.00	308.00	349.00	388.00	428.00	470.00	509.00	546.00	588.00	629.00	680.00	726.00	768.00
Avance Acumulado (m3)	1500	2990	4490	5990	7370	8870	10220	11720	13120	14500	15880	17330	18830	20330	21830	23330	24980	26673
Hm ganadas / Perdida del día	7.000	3.680	2.000	-3.000	2.160	2.000	5.200	7.000	5.800	4.160	2.160	7.400	11.000	6.000	7.000	-3.000	6.800	12.170
Hm ganadas / Pérdidas acumuladas	7.0	10.7	12.7	9.7	11.8	13.8	19.0	26.0	31.8	36.0	38.2	45.6	56.6	62.6	69.6	66.6	73.4	85.5

**Elaboración:** Los autores



**Figura 173.** Curva Rendimiento – Conformación Sub Base Granular e=0.15 m.

**Elaboración:** Los autores

### 5.5.7 Compactación Sub base Granular e= 0.15 m

A partir de los entregables por parte del área de costos, el rendimiento Hm/m<sup>3</sup> de los equipos de **Rodillo Liso Vibratorio** de la partida de Sub base Granular e= 0.15 m. es 0.0320 Hm/m<sup>3</sup> teniendo para un volumen de 26,613 m<sup>3</sup> un total de 851.62 Hm que representa un valor en soles de S/. 108,078.59

**Tabla 63.** ISP- Compactación Sub base Granular e=0.15 m

DATOS DEL PRESUPUESTO		
Rendimiento ppto o meta	0.0320	Hm/m <sup>3</sup>
Metrado	26,613	m <sup>3</sup>
Total Hm	851.62	Hm
Costo Hm Exc.	126.91	Soles / Hm
Hora Maquina Total	108,078.59	Soles

**Elaboración:** Los autores

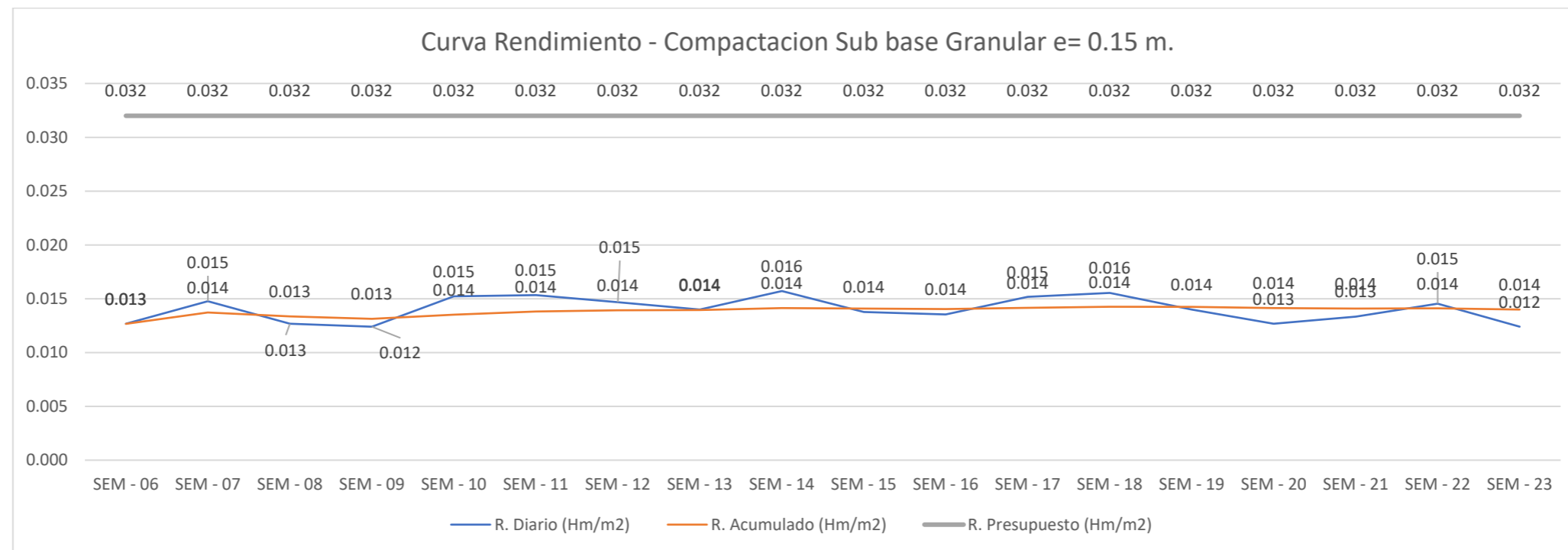
Mediante los reportes diarios de Producción entregados por parte del área de producción durante el tiempo que duro la actividad de movimiento de tierras se registra el avance en m<sup>3</sup> y la cantidad de Hm empleadas o gastadas de la semana, al cierre de la Actividad en la Semana 23 se tiene una cantidad de 480.1 Hm acumuladas a favor.

En la Curva de rendimiento se muestra al término de la semana un Rendimiento acumulado de 0.014 Hm/m<sup>3</sup> en comparación con el rendimiento presupuesto de 0.032 Hm/m<sup>3</sup>.

**Tabla 64.** ISP- Compactación Sub base Granular e=0.15 m

Sub Base Granular e=0.15 m	SEM - 06	SEM - 07	SEM - 08	SEM - 09	SEM - 10	SEM - 11	SEM - 12	SEM - 13	SEM - 14	SEM - 15	SEM - 16	SEM - 17	SEM - 18	SEM - 19	SEM - 20	SEM - 21	SEM - 22	SEM - 23
Rendimiento (Hm/m2)	0.013	0.015	0.013	0.012	0.015	0.015	0.015	0.014	0.016	0.014	0.014	0.015	0.016	0.014	0.013	0.013	0.015	0.012
Rendimiento Acumulado (Hm/m2)	0.013	0.014	0.013	0.013	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014	0.014
Rendimiento presupuesto (Hm/m2)	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032	0.032
Hm	19.0	22.0	19.0	18.6	21.0	23.0	19.8	21.0	22.0	19.0	18.7	22.0	23.3	21.0	19.0	20.0	24.0	21.0
Avance m2	1500	1490	1500	1500	1380	1500	1350	1500	1400	1380	1380	1450	1500	1500	1500	1500	1650	1692.8
Hm Acumulado	19.00	41.00	60.00	78.60	99.60	122.60	142.40	163.40	185.40	204.40	223.10	245.10	268.40	289.40	308.40	328.40	352.40	373.40
Avance Acumulado (m2)	1500	2990	4490	5990	7370	8870	10220	11720	13120	14500	15880	17330	18830	20330	21830	23330	24980	26673
Hm ganadas / Perdida del día	29.000	25.680	29.000	29.400	23.160	25.000	23.400	27.000	22.800	25.160	25.460	24.400	24.700	27.000	29.000	28.000	28.800	33.170
Hm ganadas / Pérdidas acumuladas	29.0	54.7	83.7	113.1	136.2	161.2	184.6	211.6	234.4	259.6	285.1	309.5	334.2	361.2	390.2	418.2	447.0	480.1

**Elaboración:** Los autores



**Figura 174.** Curva Rendimiento – Compactación Sub Base Granular e=0.15 m

**Elaboración:** Los autores

### 5.5.8 Colocación y acabado de concreto Premezclado

A partir de los entregables por parte del área de costos, el rendimiento Hm/m<sup>2</sup> de la Pavimentadora es 0.0084 Hm/m<sup>2</sup> teniendo para un área de 204,498 m<sup>2</sup> un total de 1,717.78 Hm que representa un valor en soles de S/. 2,327,593.85

**Tabla 65.** ISP – Colocación y Acabado de Concreto Premezclado F'c = 420 kg/cm<sup>2</sup>

DATOS DEL PRESUPUESTO		
Rendimiento ppto o meta	0.0084	Hm/m <sup>2</sup>
Metrado	204,498	m <sup>2</sup>
Total Hm	1,717.78	Hm
Costo Hm Exc.	1,355.00	Soles / Hm
Hora Maquina Total	2,327,593.85	Soles

**Elaboración:** Los autores

Mediante los reportes diarios de Producción entregados por parte del área de producción durante el tiempo que duro la actividad de Pavimento Rígido se registra el avance en m<sup>2</sup> y la cantidad de Hm empleadas o gastadas de la semana, al cierre de la Actividad en la Semana 33 se tiene una cantidad de 431.1 Hm acumuladas a favor.

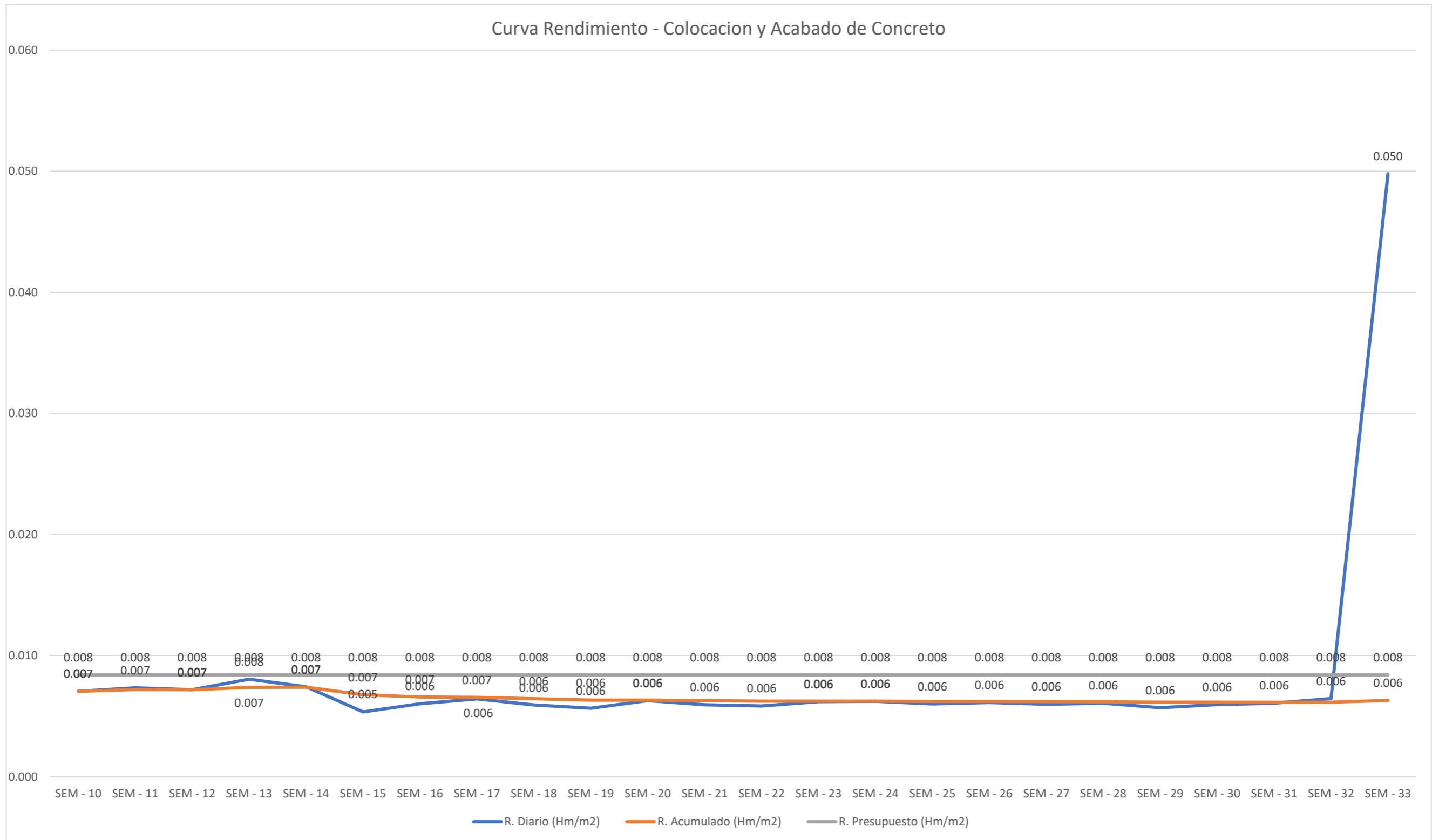
En la Curva de rendimiento se muestra al término de la semana un Rendimiento acumulado de 0.005 Hm/m<sup>2</sup> en comparación con el rendimiento presupuestado de 0.006 Hm/m<sup>2</sup>.

**Tabla 66.** ISP- Colocación y Acabado de Concreto Premezclado F'c = 420 kg/cm2

Colocación y acabado de concreto Premezclado F'c=420 kg/cm2	SEM - 10	SEM - 11	SEM - 12	SEM - 13	SEM - 14	SEM - 15	SEM - 16	SEM - 17	SEM - 18	SEM - 19	SEM - 20	SEM - 21	SEM - 22	SEM - 23	SEM - 24	SEM - 25	SEM - 26	SEM - 27	SEM - 28	SEM - 29	SEM - 30	SEM - 31	SEM - 32	SEM - 33
Rendimiento (Hm/m2)	0.007	0.007	0.007	0.008	0.007	0.005	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.050
Rendimiento Acumulado (Hm/m2)	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.007	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
Rendimiento presupuesto (Hm/m2)	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008	0.008
Hm	33.0	33.0	33.0	33.0	33.0	52.0	65.0	67.0	64.0	61.0	61.0	62.0	61.0	58.0	56.0	61.0	62.0	61.0	59.0	57.0	60.0	59.0	65.0	31.0
Avance m2 (Metrado)	4680	4500	4600	4100	4450	9720	10800	10440	10800	10800	9720	10440	10440	9360	9000	10150	10120	10200	9720	9995	10080	9720	10080	622.6
Hm Acumulado	33.00	66.00	99.00	132.00	165.00	217.00	282.00	349.00	413.00	474.00	535.00	597.00	658.00	716.00	772.00	833.00	895.00	956.00	1015.00	1072.00	1132.00	1191.00	1256.00	1287.00
Avance Acumulado (m2)	4680	9180	13780	17880	22330	32050	42850	53290	64090	74890	84610	95050	105490	114850	123850	134000	144120	154320	164040	174035	184115	193835	203915	204538
Hm ganadas / Perdida del día	6.312	4.800	5.640	1.440	4.380	29.648	25.720	20.696	26.720	29.720	20.648	25.696	26.696	20.624	19.600	24.260	23.008	24.680	22.648	26.958	24.672	22.648	19.672	-25.770
Hm ganadas / Pérdidas acumuladas	6.3	11.1	16.8	18.2	22.6	52.2	77.9	98.6	125.4	155.1	175.7	201.4	228.1	248.7	268.3	292.6	315.6	340.3	362.9	389.9	414.6	437.2	456.9	431.1

**Elaboración:** Los autores





**Figura 175.** Curva Rendimiento – Colocación y acabado de concreto

**Elaboración:** Los autores

## **CAPITULO VI**

### **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

#### **6.1 Discusión de Hipótesis**

La hipótesis general menciona que la aplicación de Last Planner System con Herramientas de gestión visual mejora la planificación y control de la producción del Proyecto vía antigua panamericana sur Km. 0+000 al Km. 15+600 ubicado en la provincia y departamento de lima. Luego de aplicar esta metodología se determinó que a nivel de plazos en la fase 01 de mejoramiento de infraestructura vial hubo un adelanto en los tiempos de entrega mayor al 5% teniendo en cuenta que durante el primer mes se contaba con un atraso del 1%.

A nivel de planificación se usó el indicador PPC que media cuanto de las actividades programadas se cumplían obteniendo un valor promedio mayor al 85% teniendo un impacto positivo en el control de actividades planificadas, a nivel de costos al tener una reducción en plazos de entrega en la Fase 01 de infraestructura vial hubo un ahorro de S/. 1,070,913.04 por lo tanto la aplicación de estas metodologías cumple con mejorar la planificación y control de la producción. Concluyendo que la hipótesis general es **VÁLIDA**

#### **6.1.1 Contrastación de Hipótesis Especificas**

**Hipótesis específica 01** menciona que, al aplicar el Master Plan, reduce los plazos de entrega de Fase Infraestructura vial entre un 5% a 10% del Proyecto Vía Antigua Panamericana sur Km. 0+000 al Km. 15+600 ubicado en la provincia y departamento de Lima. Luego de aplicar la primera etapa de la metodología al corte de las actividades de Movimiento de tierras se cumplieron con los plazos según cronograma, en el caso de Excavaciones al cierre de la semana 16 hubo una reducción del plazo en un 14.29 %, en el caso de Conformación y compactación de Subrasante al cierre de la semana 20 hubo una reducción en un 12.56 % ; para el mejoramiento de Subrasante con material de cantera al cierre de la semana 23 hubo una reducción del 5.00% ; en el caso de Sub base Granular al cierre de la semana 23 el plazo se redujo en un 10% ; en el caso de Colocación y acabado de concreto premezclado al cierre de la semana 33 en comparación con

el avance programado hubo una reducción de plazo de 12.05%, en general al comparar los avances del cronograma con el ejecutado se tiene variaciones positivas en un rango del 5% al 14.29%. Concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.

**Tabla 67.** Comparativo Cronograma versus el ejecutado

N.º	Descripción de Actividad	Avance		
		Cronograma	Ejecutado	Variación
1.00	Excavación no clasificada para explanaciones	85.71%	100.00%	14.29%
2.00	Conformación y compactación de Subrasante	87.44%	100.00%	12.56%
3.00	Mejoramiento de Subrasante con material de cantera	95.00%	100.00%	5.00%
4.00	Sub base Granular E=0.15 m.	90.00%	100.00%	10.00%
5.00	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr = 48 kg/cm2 con Cemento Tipo HS (Incluye fibra)	87.95%	100.00%	12.05%

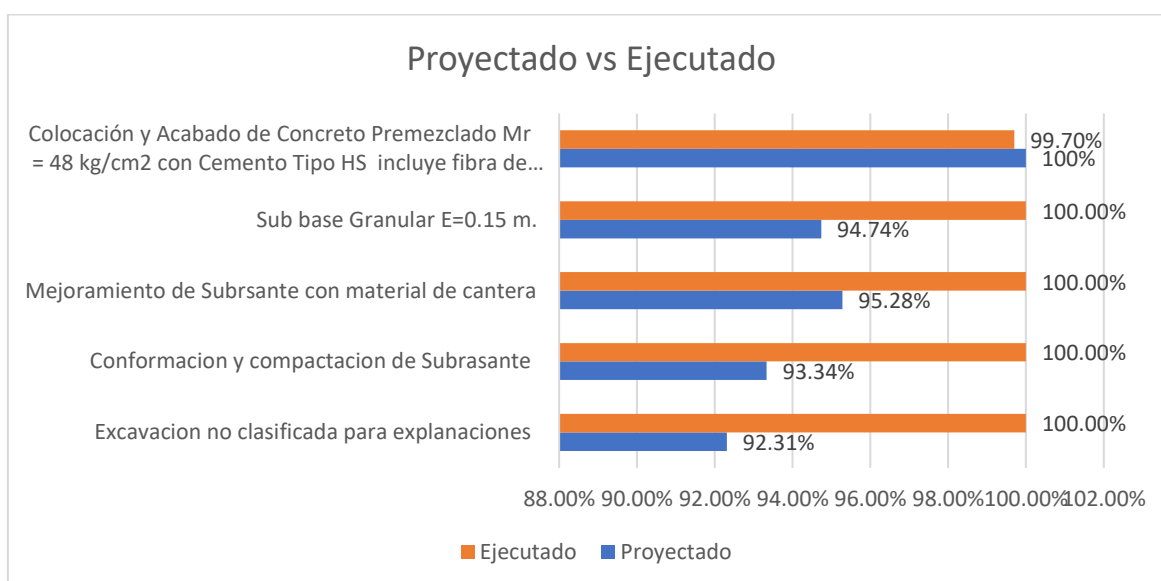
**Elaboración:** Los autores

**Hipótesis específica 02** menciona que al aplicar el Phase Schedule reduce los plazos de entrega de Fase infraestructura vial entre un 5% a 10% del Proyecto Vía Antigua Panamericana sur Km. 0+000 al Km. 15+600 ubicado en la provincia y departamento de Lima. Luego de aplicar esta segunda etapa de la metodología al corte de las actividades de Movimiento de tierras se cumplieron con los plazos programados, en el caso de Excavaciones al cierre de la semana 16 hubo una reducción del plazo en 7.69 %, en el caso de Conformación y compactación de Subrasante al cierre de la semana 20 hubo una reducción del 6.66 % ; para el mejoramiento de Subrasante con material de cantera al cierre de la semana 23 hubo una reducción del 4.72% ; en el caso de Sub base Granular al cierre de la semana 23 el plazo se redujo en un 5.26% ; en el caso de Colocación y acabado de concreto premezclado al cierre de la semana 33 hubo un atraso de - 0.30% , sin embargo si lo comparamos con el avance según cronograma estas variación sería positiva. Concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.

**Tabla 68.** Comparativo Proyectado versus el ejecutado

N.º	Descripción de Actividad	Avance		
		Proyectado	Ejecutado	Variación
1.00	Excavación no clasificada para explanaciones	92.31%	100.00%	7.69%
2.00	Conformación y compactación de Subrasante	93.34%	100.00%	6.66%
3.00	Mejoramiento de Subrasante con material de cantera	95.28%	100.00%	4.72%
4.00	Sub base Granular E=0.15 m.	94.74%	100.00%	5.26%
5.00	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr = 48 kg/cm2 con Cemento Tipo HS (Incluye fibra)	100%	99.70%	-0.30%

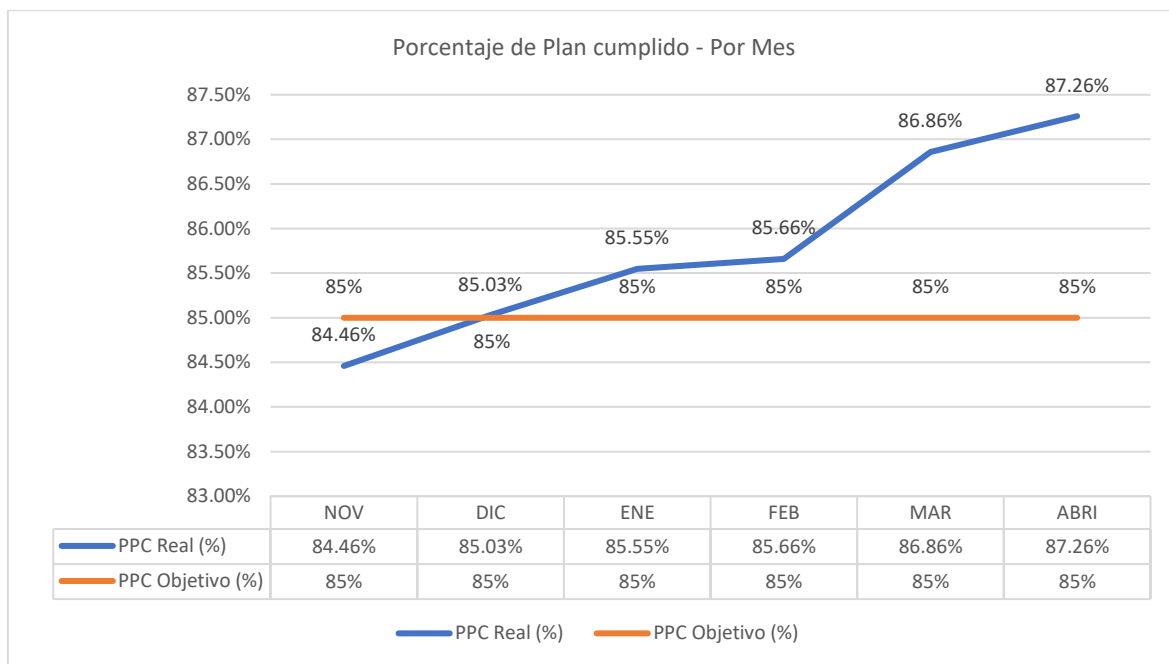
**Elaboración:** Los autores



**Figura 176.** Diagrama de barras – proyectado vs ejecutado

**Elaboración:** Los autores

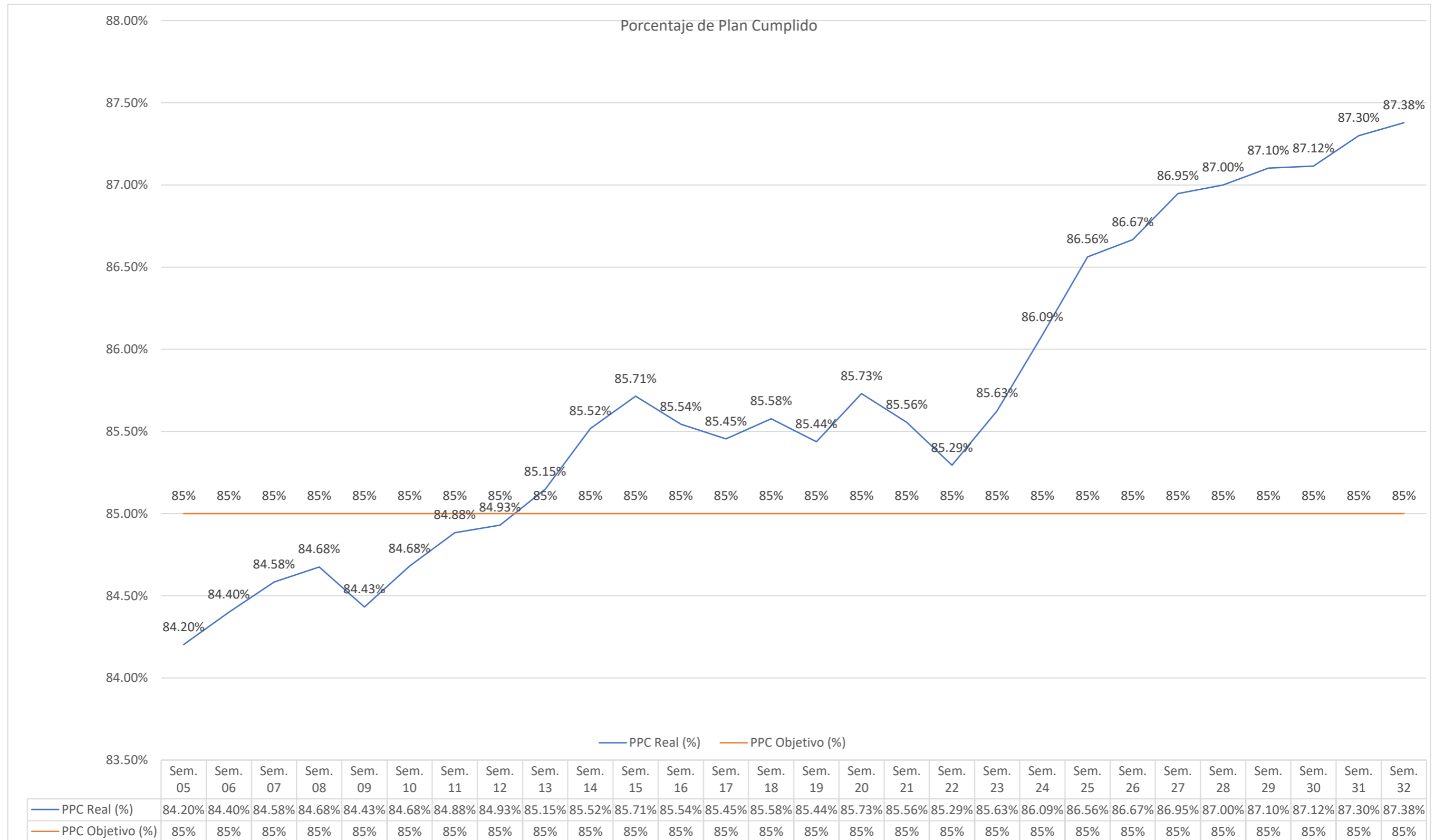
**Hipótesis específica 03** menciona que al aplicar el Lookahead Planning aumenta el porcentaje de plan cumplido por mes en la fase de infraestructura vial en más del 85% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima. Luego de aplicar esta tercera etapa de la metodología en la fase de infraestructura vial hubo un aumento progresivo de cumplimiento de las actividades proyectadas por mes (PPC) empezando por el mes de Noviembre -18 hasta el cierre de actividades a fines del mes de Abril -19 dio como valor promedio de PPC en % por mes de 85.80%. Concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.



**Figura 177.** Porcentajes de PPC mensuales

**Elaboración:** Los autores

**Hipótesis específica 04** menciona que al aplicar el Weekly plan visual aumenta el porcentaje de plan cumplido por semana en la fase de infraestructura vial en más del 85% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima. Luego de aplicar esta cuarta etapa de la metodología en la fase de infraestructura vial hubo un aumento progresivo de cumplimiento de las actividades proyectadas por semana (PPC) empezando por la semana 05 en el mes de noviembre -18 hasta el cierre de actividades de la semana 32 a fines del mes de abril -19 en donde se obtuvo una mínima de 84.20 % y una máxima de 87.38% alcanzándose en las últimas semanas dando como valor promedio de PPC un 85.70.%. Concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.



**Figura 178.** Porcentajes de PPC semanales

**Elaboración:** Los autores

**Hipótesis específica 05** menciona que al aplicar el Daily plan reduce los costos Hm en la fase de infraestructura vial entre un 5% a 10% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima, Luego de aplicar esta quinta etapa en la fase de infraestructura vial se observa al corte de la Semana 32, en la actividad de Excavación no clasificada para explanaciones hubo un ahorro de 307 Hm representando un ahorro de S/.71,531.00; en la actividad de Conformación y Compactación de Subrasante hubo un ahorro de 86.63 Hm en el Equipo de Rodillo Liso Vibratorio y 497.27 Hm en el Equipo de Motoniveladora representando ambos un ahorro de S/. 102,640.72; en la actividad de Mejoramiento de Subrasante hubo un ahorro de 1296 Hm en el Equipo de Rodillo Liso Vibratorio y 387 Hm en el Equipo de Motoniveladora representando ambos un ahorro de S/. 235,913.68; en la actividad de Sub base Granular hubo un ahorro de 480.10 Hm en el Equipo de Rodillo Liso Vibratorio y 85.50 Hm en el Equipo de Motoniveladora representando ambos un ahorro de S/. 76,687.14; en la actividad de Colocación y acabado de Concreto Premezclado hubo un ahorro de 431.10 Hm representando un ahorro de S/.584,140.50.

El costo total de Hm en las partidas que comprenden principalmente el Mejoramiento de Infraestructura vial suma un total de S/.4,275,638.87, la suma total de ganancia de Hm es de S/. 1,070,913.04 representando el 25.05% del costo total de horas Maquina de la Fase. Concluyendo que la hipótesis específica es **VÁLIDA**.

**Tabla 69.** Resumen costos Discusión Antecedentes

Nº	Descripción de Actividad	Excavadora DOOSAN DX340			Rodillo Liso Vibratorio HAMM 3520			Motoniveladora CAT 140H			Pavim. de Encofrado deslizante Wirtgen SP500			Total Ganancia o perdida
		Hm G/P	Costo Hm	Perdida o Ganancia S/.	Hm G/P	Costo Hm	Perdida o Ganancia (S/.)	Hm G/P	Costo Hm (S/.)	Perdida o Ganancia (S/.)	Hm G/P	Costo Hm	Perdida o Ganancia S/.	
1.00	Excavación no clasificada para explanaciones	307.00	S/.233.00	S/.71,531.00	-	-	-	-	-	-	-	-	-	S/.71,531.00
2.00	Conformación y compactación de Subrasante	-	-	-	86.63	S/.126.91	S/.10,994.59	497.27	S/.184.30	S/.91,646.12	-	-	-	S/.102,640.72
3.00	Mejoramiento de Subrasante con material de cantera	-	-	-	1296.90	S/.126.91	S/.164,589.58	387.00	S/.184.30	S/.71,324.10	-	-	-	S/.235,913.68
4.00	Sub base Granular E=0.15 m.	-	-	-	480.10	S/.126.91	S/.60,929.49	85.50	S/.184.30	S/.15,757.65	-	-	-	S/.76,687.14
5.00	Colocación y Acabado de Concreto Premezclado Mr = 48 kg/cm2 con Cemento Tipo HS incluye fibra de polipropileno Dowells	-	-	-	-	-	-	-	-	-	431.10	S/.1,355.00	S/.584,140.50	S/.584,140.50
												<b>TOTAL AHORRO COSTO TOTAL</b>	<b>S/.1,070,913.04</b>	
												<b>VARIACION %</b>	<b>25.05%</b>	

**Elaboración:** Los autores



### **6.1.2 Contrastación con antecedentes Internacionales**

**Álvarez, K. & Barbosa, L. (2019)**

En sus tesis “Implementación del sistema Last Planner bajo la filosofía Lean Construction en el proyecto edificio verde en el municipio Ocaña, norte de Santander - Colombia” cuyo objetivo general Implementar el sistema Last Planner en el proyecto edificio verde en Ocaña, Norte de Santander para incrementar la productividad en la ejecución de las etapas estructural y de mampostería.

Finalmente, concluyen que el PPC supero el 79% durante la utilización del sistema Last Planner System, enfatizando los resultados de las semanas 8, 10 y 12 donde alcanzo el 100%, es decir, la cantidad de actividades previstas ejecutadas igualaron a la cantidad de actividades previstas de cada semana. %. En contraste la presente tesis de investigación al aplicar Last Planner System con herramientas de gestión visual desde la Semana 05 hacia adelante se logró cumplir con un 84.20 % de las actividades planificadas generando después un crecimiento por encima del meta que era del 85%, esta meta es más relevante por el atraso que se tenía en obra y la necesidad de generar compromisos confiables.

### **6.1.3 Contrastación con antecedentes Nacionales**

**Iturrizaga, J & Camacho, S. (2021)**

En sus tesis “Implementación del sistema Last Planner en la construcción de la ampliación de la Clínica Médica Cayetano Heredia.” Cuyo objetivo general Implementación del sistema Last Planner en la parte de estructuras en la obra de construcción de la ampliación de la clínica médica Cayetano Heredia en la ciudad de Lima.

Concluye que según el grafico de tendencia en el tiempo del Porcentaje de Actividades Cumplidas, se puede apreciar que las primeras 10 semanas se lograba cumplir con el 50 % de las tareas completadas, a partir de la semana 11 hacia adelante se ve una considerable mejora llegando a cumplir con nuestro porcentaje

meta del 80 %. En contraste la presente tesis de investigación al aplicar Last Planner System con herramientas de gestión visual desde la Semana 05 hacia adelante se logró cumplir con un 84.20 % de las actividades planificadas generando después un crecimiento por encima del meta que era del 85%, esta meta es más relevante por el atraso que se tenía en obra y la necesidad de generar compromisos confiables.

## CONCLUSIONES

1. La aplicación de Last Planner System con Herramientas de gestión visual en Obras de Infraestructura vial disminuyó la incertidumbre en las actividades programadas mejorando la confiabilidad en la programación estas se vieron reflejadas con el aumento progresivo de actividades completadas (PPC) durante la fase de Infraestructura vial lo que conllevó a una reducción en los plazos de entrega, costos, mejorando la planificación y el control de la producción.
2. La aplicación del Master Plan permite fijar hitos meta con la finalidad de obtener buffer de tiempo para cuidar los plazos de entrega de obra, al definir estos parámetros se obtuvo en el caso de Excavación no clasificada para explanaciones al cierre de la semana 16 hubo una reducción del plazo en un 14.29 %, en el caso de Conformación y compactación de Subrasante al cierre de la semana 20 hubo una reducción en un 12.56 % ; para el Mejoramiento de Subrasante con material de cantera al cierre de la semana 23 hubo una reducción del 5.00% ; en el caso de Sub base Granular al cierre de la semana 23 el plazo se redujo en un 10% ; en el caso de Colocación y acabado de concreto premezclado al cierre de la semana 33 en comparación con el avance programado hubo una reducción de plazo de 11.75%.
3. La aplicación del Phase Schedule permitió decantar a partir del plan de hitos la duración de actividades, y fechas límite, esta implementación generó en el caso de Excavaciones no clasificada para al cierre de la semana 16 hubo una reducción del plazo en 7.69 %, en el caso de Conformación y compactación de Subrasante al cierre de la semana 20 hubo una reducción del 6.66 % ; para el mejoramiento de Subrasante con material de cantera al cierre de la semana 23 hubo una reducción del 4.72% ; en el caso de Sub base Granular al cierre de la semana 23 el plazo se redujo en un 5.26% ; en el caso de Colocación y acabado de concreto premezclado al cierre de la semana 33 hubo un atraso de - 0.30%.
4. La aplicación Lookahead Planning permite agarrar una ventana del plan de fases y asignar una serie de actividades en un intervalo de 05 semanas, esta implementación generó un aumento progresivo de cumplimiento de las actividades proyectadas por mes (PPC), desde Noviembre -18 hasta el

cierre de actividades a fines del mes de Abril -19 dio como valor promedio de PPC en % por mes de 85.80% evidenciando que a partir de un análisis de restricciones y evaluando causas de no cumplimiento aumentan la confiabilidad en la programación.

5. Weekly plan Visual toma del Lookahead una ventana de 01 semana para analizar restricciones de las actividades a ejecutar, esta implementación genero un aumento progresivo de cumplimiento de las actividades proyectadas por semana (PPC) con un valor promedio por debajo del 85% en las primeras 12 semanas, luego en la semana 13 hasta la semana 33 superando el % meta llegando a un valor promedio semanal de 85.70%.
6. Daily plan toma del Weekly plan un día para ejecutar partidas programadas durante el día, esta implementación genero un aumento progresivo en los rendimientos de las actividades, generando un ahorro de S/. 1,070,913.04.

## RECOMENDACIONES

- 1 Implementar el Plan de hitos generando buffers de tiempo en un rango de 3 a 4 semanas para Obras de Mejoramiento de Infraestructura Vial en fase de Movimiento de Tierras y Pavimentación.
- 2 El equipo en una reunión Last Planner tenga la información certera con rendimientos no muy optimistas en conformación Capas de Mejoramiento y Sub base Granular.
- 3 Implementar 02 Reuniones generales en donde se detalle las estrategias y tecnologías a utilizar para las partidas de Pavimento rígido.
- 4 Implementar las restricciones macro antes del Inicio del Proyecto y en conjunto con todo el Staff de trabajo.
- 5 Utilizar herramientas de Gestión visual como Vuelos Dron para la planificación de Mediano Plazo (Lookahead).
- 6 Utilizar herramientas de Gestión Visual como Cuadro de Avance Longitudinal desglosado por partidas para el Control de Avance Diario en las Partidas de Movimiento de tierras y Pavimento Rígido.
- 7 Desarrollar la Sectorización del Proyecto de Mejoramiento de vías en función de la Sección de Vías del Proyecto y el paquete estructural a Pavimentar.
- 8 Elaborar un Phase Schedule en función del tipo de Mejoramiento dividiéndolo por Mejoramiento de Infraestructura vial, peatonal, señalización y seguridad vial y paisajismo.
- 9 Reuniones semanales para un mejor cruce de información explicando la metodología Last Planner System con la visualización del Lookahead Planning a todos los líderes de grupo analizando los problemas que podrían darse en la semana siguiente a la reunión y acordando la persona responsable de levantarla.
- 10 Las Causas de No Cumplimiento como el Porcentaje de Plan Cumplido su realización y medición debe de ser todas las semanas de manera ininterrumpida para un correcto análisis de los posibles factores que afecten el avance programado del proyecto.
- 11 Tomar en cuenta como Restricción Macro los tiempos Técnicos en el uso de la Pavimentadora deslizante ya que este tipo de equipo requieren de 3 a 4 días en modificar su ancho de encofrado.

12 Para Obras de Infraestructura vial en zonas costeras tomar en cuenta los Vaciados de concreto con características de Slump 2" ejecutarlos en una jornada entre las 6:30 pm. hasta las 3:00 am. (Turno noche)

## ANEXOS

ANEXO I MATRIZ DE CONSISTENCIA.....	201
ANEXO II PRESUPUESTO .....	203
ANEXO III PANEL FOTOGRAFICO.....	205
ANEXO IV CONTRATO .....	232
ANEXO V PLANOS.....	234

**ANEXO I**  
**MATRIZ DE CONSISTENCIA**



**MATRIZ DE CONSISTENCIA**

Título de Tesis: LAST PLANNER SYSTEM CON HERRAMIENTAS DE GESTIÓN VISUAL PARA LA PLANIFICACIÓN Y CONTROL DE LA PRODUCCIÓN DEL PROYECTO VÍA ANTIGUA PANAMERICANA SUR KM. 0+000 AL KM. 15+600 EN LA PROVINCIA Y DEPARTAMENTO DE LIMA

Elaborado por: Chacon Cheng, Jean Pierre - Verastegui Altamirano, Juan

Problema	Objetivo	Hipótesis	Variables	Dimensiones	Indicadores	Metodología
Problema general	Objetivo general	Hipótesis general	Variable Independiente			Diseño
¿De qué manera influye Last Planner System con Herramientas de Gestión Visual en la Planificación y Control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km. 0+000 al Km. 15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Determinar la influencia del Last Planner System con Herramientas de Gestión Visual en la Planificación y Control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 - Provincia y Departamento de Lima?	La Aplicación del Last Planner System con las Herramientas de Gestión Visual, mejora los procesos de Planificación y Control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima	Last Planner System con Herramientas de Gestión Visual	1. Master Plan	Hitos de Proyecto Estrategias de Proyecto y Tecnologías Secuencia de Trabajo Macro Sectorización Macro Restricciones Principales (Largo Plazo)	Tipo de Investigación: Aplicada
				2. Phase Schedule	Sectorización por Fase Programación Pull (Secuencia de Trabajo) Situación actual por vuelo dron	Nivel de investigación: Descriptivo
				3. Lookahead Planning	Programación 05 semanas Gráfico Longitudinal de Avance Situación Actual por Vuelo Dron Análisis de restricciones	Diseño de la Investigación: No experimental, Longitudinal
				4. Weekly Plan Visual	Actividades Libre de restricciones Programación 01 Semana Tren de Actividad Programación Semanal Grafica	Muestra La Población está conformada por: el Proyecto de Mejoramiento de la Vía Antigua Panamericana Sur Tramo IV entre las progresivas 0+000 - 15+600 de 02 vías con 02 carriles en un solo sentido cada uno - en los distritos de Lurín hasta Santa María.  La Muestra está compuesto por: Pavimento Rígido de 15.6 Km. de 204,497.79 m2 conformado por 02 vías de 7.20 m. de ancho y Concreto F'C= 420Kg/cm2 Conformación y compactación de Subrasante por 204,497.79 m2 Excavación no Clasificada de Explanaciones por 142,800 m3 Mejoramiento de Subrasante por 77,531 m3 Sub base Granular E= 0.15 m. de 26,672.80 m3
				5. Daily Plan	Distribución de Personal, Equipos, Actividades Volúmenes de Trabajo	
Problemas específicos	Objetivos específicos	Hipótesis específicas	Variable Dependiente			Instrumentos
¿De qué manera el Master Plan influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Aplicar el Master Plan para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima	Al aplicar el Master Plan, reduce los Plazos de entrega de Fase Infraestructura vial entre un 5% a 10% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima	Planificación y Control de la Producción	Planificación	Curva de Avance Programado vs Ejecutado	Como Inputs tenemos los Alcances del Proyecto, Presupuesto, Contrato, Cronograma de Avance. La técnica utilizada es la observación y como Instrumento de registro será mediante caminatas gamba, vuelos dron, Reportes de Control diario de Producción, Registro de avance físico, Registro de restricciones, rendimientos, Informes de Producción Semanal, Curvas de Producción. Los resultados serán procesados mediante Cuadros Excel y serán analizados a través de Tablas, Gráficos,
¿De qué manera el Phase Schedule influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Aplicar el Phase Schedule para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Al aplicar el Phase Schedule, reduce los Plazos de entrega de fase Infraestructura vial entre un 5% a 10% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima				
¿De qué manera el Lookahead Planning influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Aplicar el Lookahead Planning para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Al aplicar Lookahead Planning, aumenta el porcentaje de plan cumplido por mes en la fase de infraestructura vial en más del 85% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima				
¿De qué manera el Weekly Plan Visual influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Aplicar el Weekly Plan visual para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Al aplicar el Weekly Plan Visual, aumenta el porcentaje de plan cumplido por semana en la fase de infraestructura vial en más del 85% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima				
¿De qué manera el Daily Plan influye en la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Aplicar el Daily Plan visual para mejorar la planificación y control de la Producción del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima?	Al aplicar el Daily Plan Visual, reduce los costos por actividad en la fase de infraestructura vial entre un 5% a 10% del Proyecto Vía Antigua Panamericana Sur Km.0+000 al Km.15+600 en la Provincia y Departamento de Lima				
				Control de la Producción	Reporte de Control diario de Producción Indicadores Movimiento de Tierras Indicadores Pavimento Rígido Indicadores PPC Indicadores CNC	Procedimiento Revisión de fuentes de información, papers de IGLC, antecedentes nacionales e internacionales actuales. Análisis de la Situación actual del Proyecto, problemas recurrentes, alternativas de solución. Descripción grafica del Proceso constructivo del Proyecto Aplicación de Metodología Last Planner y Herramientas de gestión visual Recolección de datos mediante los reportes de Producción, Vuelos dron del proyecto, elaboración de tablas para control de avance. Elaboración de tablas estadísticas de PPC y CNC, curvas de rendimiento semanal por actividad en movimiento de tierras y pavimento rígido.

**ANEXO II**  
**PRESUPUESTO**



emape s.a.



PRESUPUESTO OFERTADO

Table with project details: OBRA, UBICACION, CONVOCATORIA, CONTRATISTA, SUPERVISOR, PROPIETARIO, PRESUPUESTO REFERENCIAL, PRESUPUESTO CONTRATADO.

Main budget table with columns: Item, Descripción, Und., Metrado, PRECIO UNITARIO S/., PARCIAL S/.

SON: Noventa y Seis Millones Novecientos Veintitrés mil Setecientos Noventa y Cinco con 61/100 Soles

**ANEXO III**  
**PANEL FOTOGRAFICO**



Fotografía 01. Llegada de Pavimentadora de Encofrado Deslizante Wirtgen SP500



Fotografía 02. Cantera Doris Alt. Km. 47 de la Antigua Panamericana Sur



Fotografía 03. Preparación Material Mejoramiento de Subrasante – Cantera Doris



Fotografía 04. Preparación de Material Sub Base granular – Cantera Doris



Fotografía 05. Oficina área técnica – Consorcio Vial Santa María – Tesistas Jean Pierre Chacon y Juan Verastegui Altamirano



Fotografía 06. Caminatas Gemba – Prog. 0+000 – 6+300



Fotografía 07. DME – 01 – Tesista Juan Verastegui Altamirano

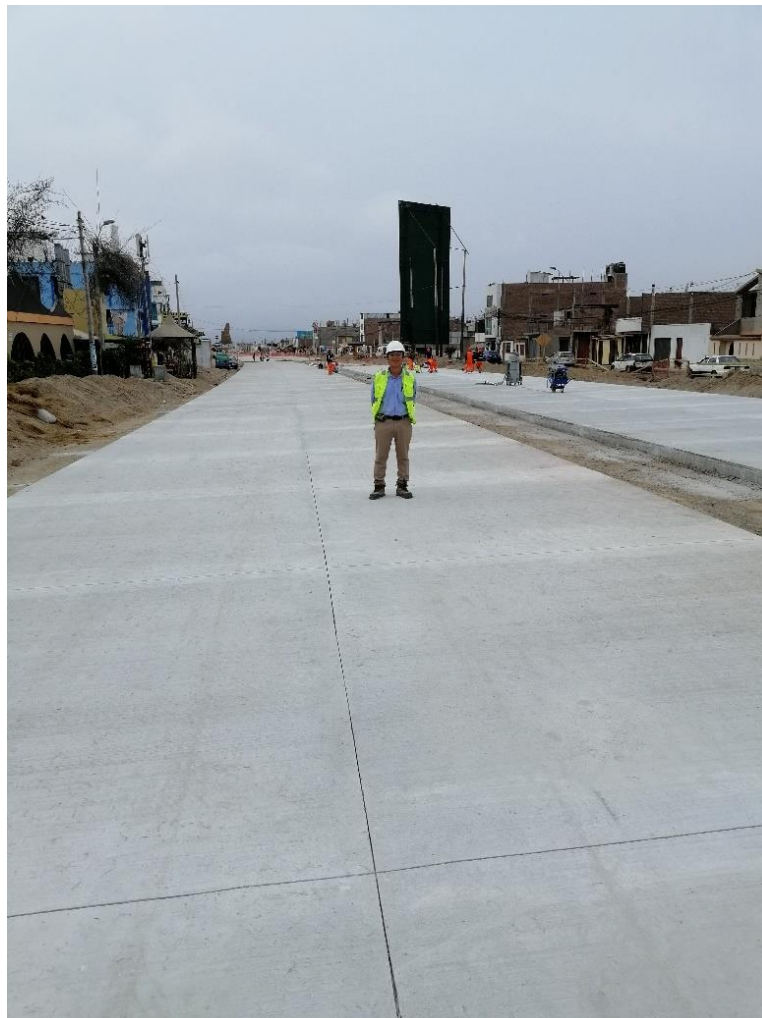


Fotografía 08. DME – 02 – C&M Brahma





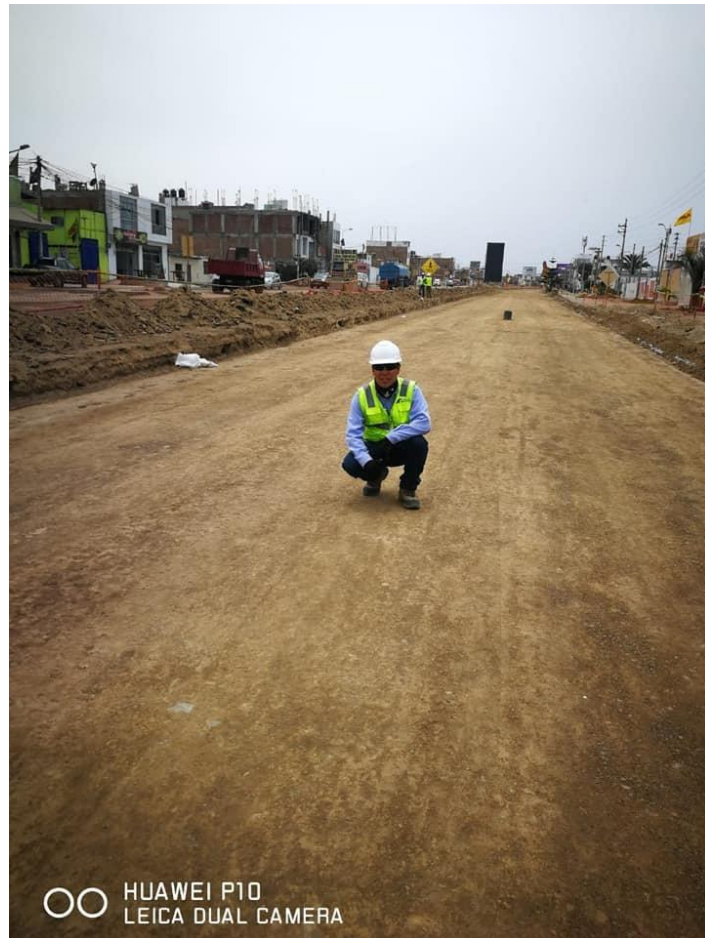
Fotografía 09. Ubicación de Pavimentadora 1+700



Fotografía 10. Verificación Sellado de Juntas – Tesista Jean Pierre Chacon Cheng



Fotografía 11. Pull planing – Tramo I – Prog 0+000 – 5+100



Fotografía 12. Verificación de Capa Sub base – Tesista Jean Pierre Chacón



-

Fotografía 13. Equipo de excavación Masiva – Tesistas



Fotografía 14. Movilización de Pavimentadora – Prog. 2+350 Margen Izquierdo



Fotografía 15. Control de Avance Longitudinal – Oficina Técnica



Fotografía 16. Pavimento Rígido ancho 7.20 m. – Prog. 2+400



Fotografía 17. Colocación de Pavimento Rígido en Paraderos – Prog 1+400  
Margen Izquierdo



Fotografía 18. Pavimentadora de Encofrado Deslizante Wirtgen – Prog. 3+300



Fotografía 19. Excavación no clasificada para explanaciones – Excavadora tipo Oruga – Prog. 13+000



Fotografía 20. Excavación no clasificada para explanaciones – Excavadora tipo Oruga – Prog. 3+800



Fotografía 21. Excavación no clasificada para explanaciones – Prog. 11+600



Fotografía 22. Conformación de Subrasante – Prog. 9+400 margen Izquierdo



Fotografía 23. Ensayo Densidad de campo 1era Capa Mejoramiento Prog. 4+100



Fotografía 24. Hidratación de Plataforma Sub base – Prog. 7+800 marg. derecho





Fotografía 25. Compactación de Subrasante – Prog. 12+350



Fotografía 26. Fresado de Asfalto existente E = 2" – Prog. 8+500



Fotografía 27. Liberación de Capa Sub base – Ingreso AV. Industrial



Fotografía 28. Reunión 02 con Staff de Obra – Estrategias del Proyecto – 02/11/2018



Fotografía 29. Pavimento Rígido – Ingreso Playa el Silencio 02



Fotografía 30. Reunión con Vuelo Dron – Plan de Desvió – 08/01/2019



Fotografía 31. Ensayo de Péndulo en Pavimento rígido – Prog. 10+400



Fotografía 32. Ensayo círculo de Arena – Prog. 10+400



Fotografía 33. Campamento Central – Entrada San Bartolo – Prog. 12+800



Fotografía 34. Equipo de Movimiento de Tierras – Cargador Frontal – Excavadora tipo Oruga



Fotografía 35. Equipo Movimiento de Tierras – Motoniveladora – Cargador Frontal



Fotografía 36. Excavación no clasificada para explanaciones – Turno noche – Prog. 0+300 Margen derecho



Fotografía 37. Trazo y replanteo – Colocación de Ejes de Vía – Prog. 1+800



Fotografía 38. Compactación de Subrasante – Prog. 9+100 margen derecho



Fotografía 39. hidratacion con Cisterna capa Subrasante – Prog. 10+600



Fotografía 40. Colocación de Dowells – Torres de Luz – Prog. 2+400 margen derecho





Fotografía 41. Colocación de Concreto Premezclado con Pavimentadora Deslizante – Prog 1+250 margen derecho – Turno noche



Fotografía 42. Colocación de Concreto Premezclado con Volquete de 24 m<sup>3</sup> – Pavimentadora de Encofrado deslizante



Fotografía 43. Colocación de Líneas guía para Pavimentadora



Fotografía 44 Corte de junta Transversal de 6mm. En Pavimento Rígido



Fotografía 45 Dowells de Acero Liso 1 ¼" en paraderos – Prog. 1+400



Fotografía 46 Colocación de Concreto con Pavimentadora de encofrado deslizable – Prog. 8+880



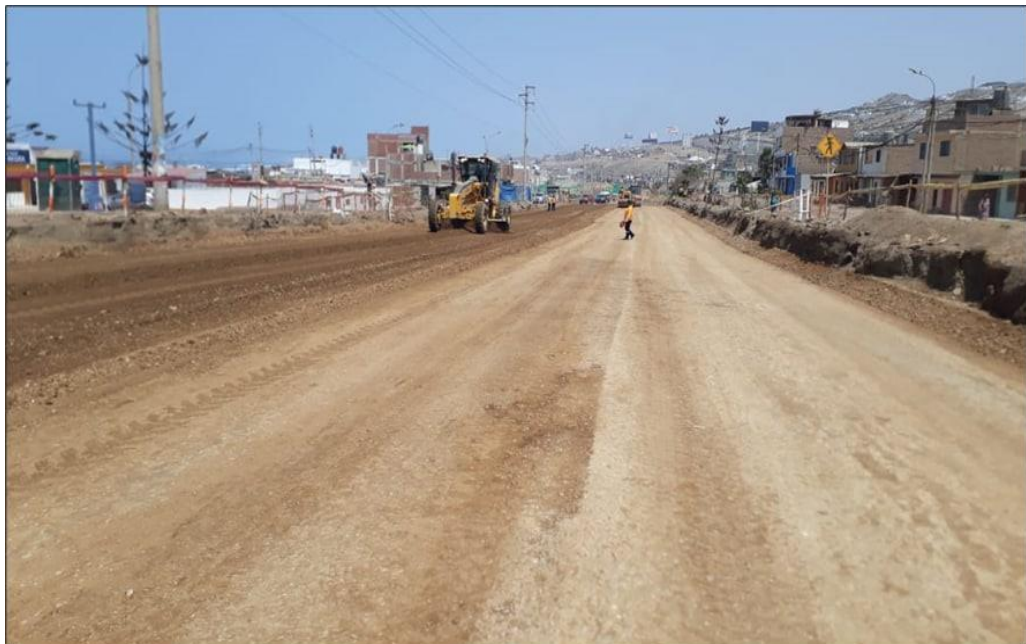
Fotografía 47 Balizado y colocación de Líneas Guía – Prog. 5+800



Fotografía 48 Tendido de Material Sub base – Prog. 4+700



Fotografía 49 Liberación de Cotas Capa Sub base Prog. 4+300



Fotografía 50 Conformación y Compactación de Sub base granular – Prog. 9+600



Fotografía 51 Conformación de Sub base Granular – Prog. 4+800



Fotografía 52 Colocación de Material Mejoramiento 7+000

**ANEXO IV**  
**CONTRATO**

**CONTRATO DE EJECUCION DE LA OBRA:**

**LICITACIÓN PÚBLICA No. Proyecto 005-MML/OIM-2018**

**"MEJORAMIENTO DE LA VIA ANTIGUA PANAMERICANA SUR TRAMO: PUENTE ARICA-SANTA MARÍA DEL MAR; DISTRITOS: LURIN, PUNTA HERMOSA, PUNTA NEGRA, SAN BARTOLO Y SANTA MARÍA DEL MAR, PROVINCIA DE LIMA-LIMA", SNIP 324146.**

El presente Contrato se celebra entre la ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL PARA LAS MIGRACIONES (OIM), en nombre y cuenta de LA MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA, a quien en adelante se le denominará LA MML, para la ejecución del Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VIA ANTIGUA PANAMERICANA SUR TRAMO: PUENTE ARICA-SANTA MARÍA DEL MAR; DISTRITOS: LURIN, PUNTA HERMOSA, PUNTA NEGRA, SAN BARTOLO Y SANTA MARÍA DEL MAR, PROVINCIA DE LIMA-LIMA", en el marco del convenio por administración de recursos celebrado entre la Municipalidad Metropolitana de Lima y la OIM, el organismo de las Naciones Unidas para la migración, con RUC N.º 20501891801, y domicilio en calle Miguel Seminario 320, piso 9 y 14, distrito de San Isidro, provincia y departamento de Lima, debidamente representada por su Jefe de Misión, señor **José Iván Dávalos Saravia**, identificado con carné del Ministerio de Relaciones Exteriores No. 20181265, a quien en adelante se le denominará LA OIM y, por la otra parte, la empresa **CONSORCIO VIAL SANTA MARIA**, con R.U.C N.º 20603544146, y domicilio en Avenida República de Colombia N°671, oficina 603, distrito de San Isidro, provincia y departamento de Lima, representado por **Carlos Enrique Jesus Amoros Marquina**, identificado con DNI N.º 07278558, con otorgamiento de poder en el Contrato de Consorcio ante el Notario Público Carlos Herrera Carrera, a quien en adelante se le denominará **EL CONTRATISTA**, y quienes se denominarán individualmente como una "Parte" y conjuntamente como las "Partes", en los términos y condiciones siguientes:

**1. Introducción y documentos integrales**

- 1.1 **LA OIM**, en nombre y cuenta de **LA MUNICIPALIDAD METROPOLITANA DE LIMA**, desea contratar los servicios de **EL CONTRATISTA** para la ejecución del Proyecto: "MEJORAMIENTO DE LA VIA ANTIGUA PANAMERICANA SUR TRAMO: PUENTE ARICA-SANTA MARÍA DEL MAR; DISTRITOS: LURIN, PUNTA HERMOSA, PUNTA NEGRA, SAN BARTOLO Y SANTA MARÍA DEL MAR, PROVINCIA DE LIMA-LIMA", con código de proyecto OIM CE. 0397, ubicado en los distritos de Lurín, Punta Hermosa, Punta Negra, San Bartolo y Santa María del Mar, y en la Zona de la Vía Antigua Panamericana Sur, y en el tramo del puente Arica a Santa María del Mar, provincia y departamento de Lima.

Por obra se entiende lo que **EL CONTRATISTA** tiene que construir y entregar a **LA OIM** en virtud del presente Contrato y de acuerdo con las condiciones establecidas en las bases del proceso de selección, términos de referencia, expediente técnico y absolución a las consultas y sus anexos.

- 1.2 Los documentos que se enumeran a continuación forman parte del presente Contrato y figuran como Anexos de este:

1. Bases del Proceso de Selección. Criterios de Evaluación y Formatos. (Anexo 1)
2. Términos de Referencia. (Anexo 2)
3. Expediente Técnico. (Anexo 3)
4. Propuesta Técnica y Económica de **EL CONTRATISTA**. (Anexo 4)
5. Notificación de Adjudicación. (Anexo 5)
6. Absolución de Consultas a las Bases del Proceso de Selección y/o Comunicados. (Anexo 6)
7. Garantía de Fiel Cumplimiento. (Anexo 7)

- 1.3 Cualquier otra adenda suscrita y acordada por **LA OIM** y **EL CONTRATISTA**, previa no objeción de **LA MML**, durante la vigencia del presente Contrato formará parte integrante del mismo.

CONSORCIO VIAL SANTA MARIA

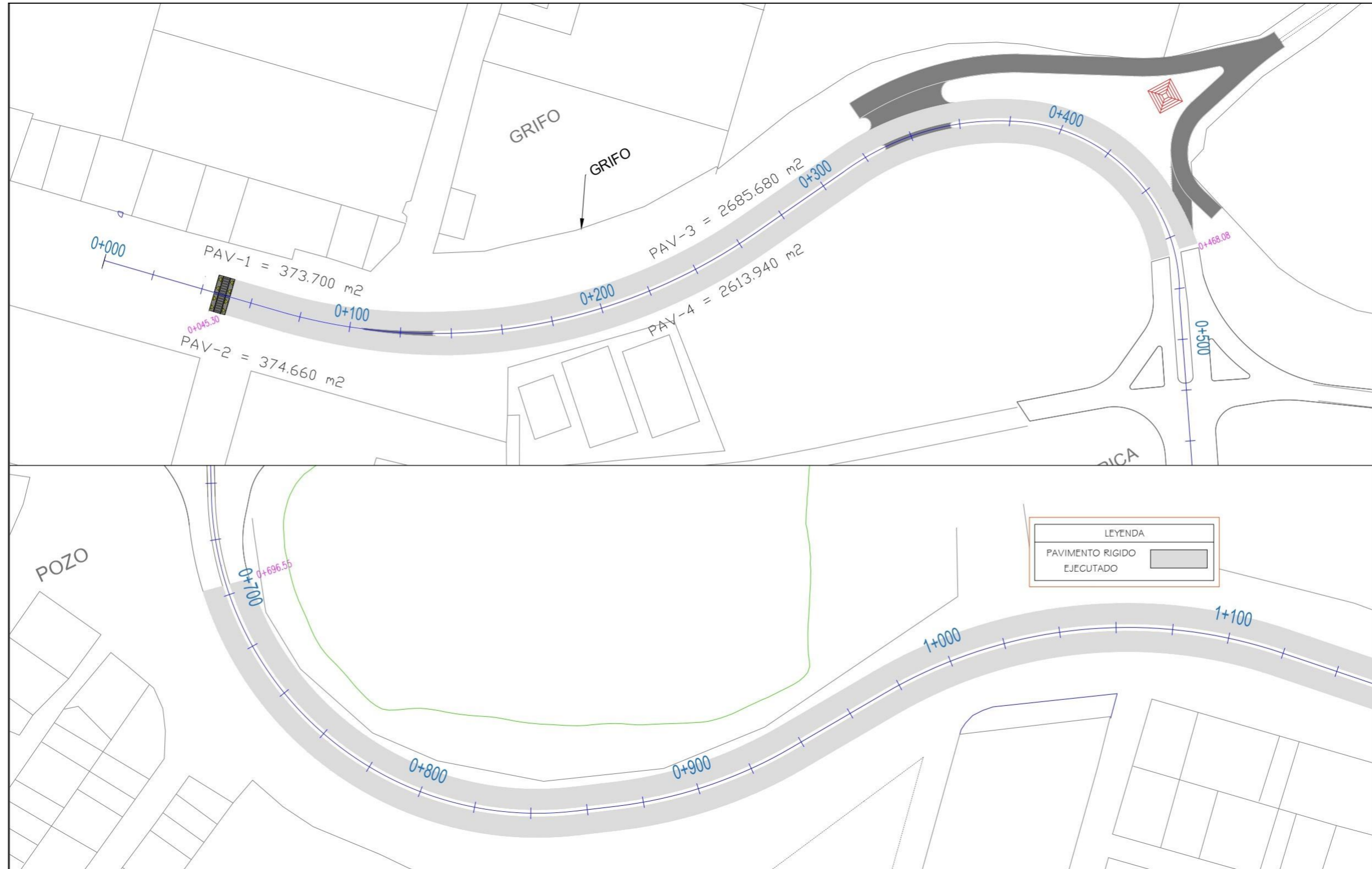
ING. CARLOS ENRIQUE J. AMOROS MARQUINA  
REPRESENTANTE LEGAL





**ANEXO V**

**PLANOS**



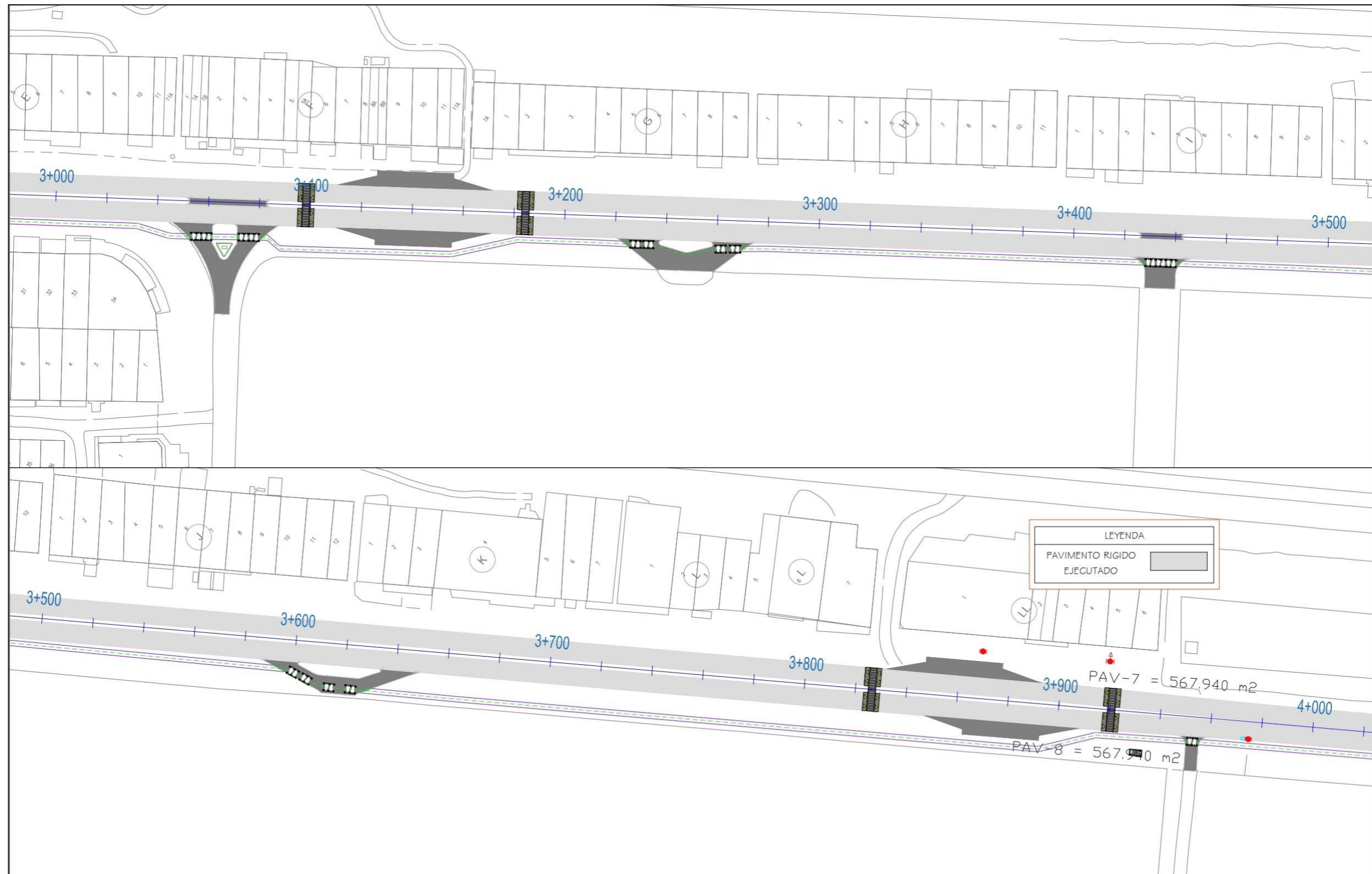
Plano 01. Constructivo Pavimento Rígido Km 0+000 – Km 1+100



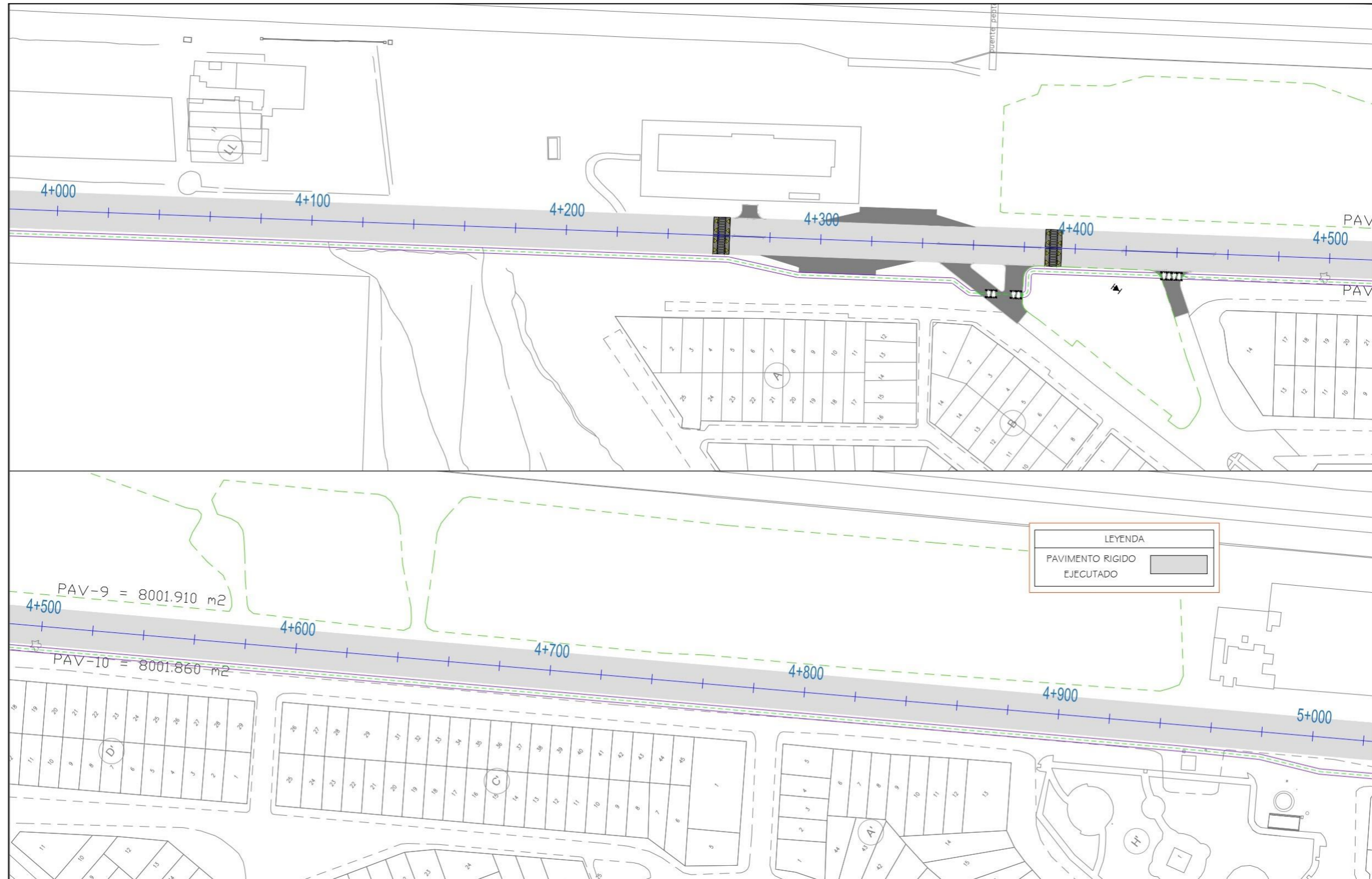
Plano 02. Constructivo Pavimento Rígido Km 1+000 – Km 2+000



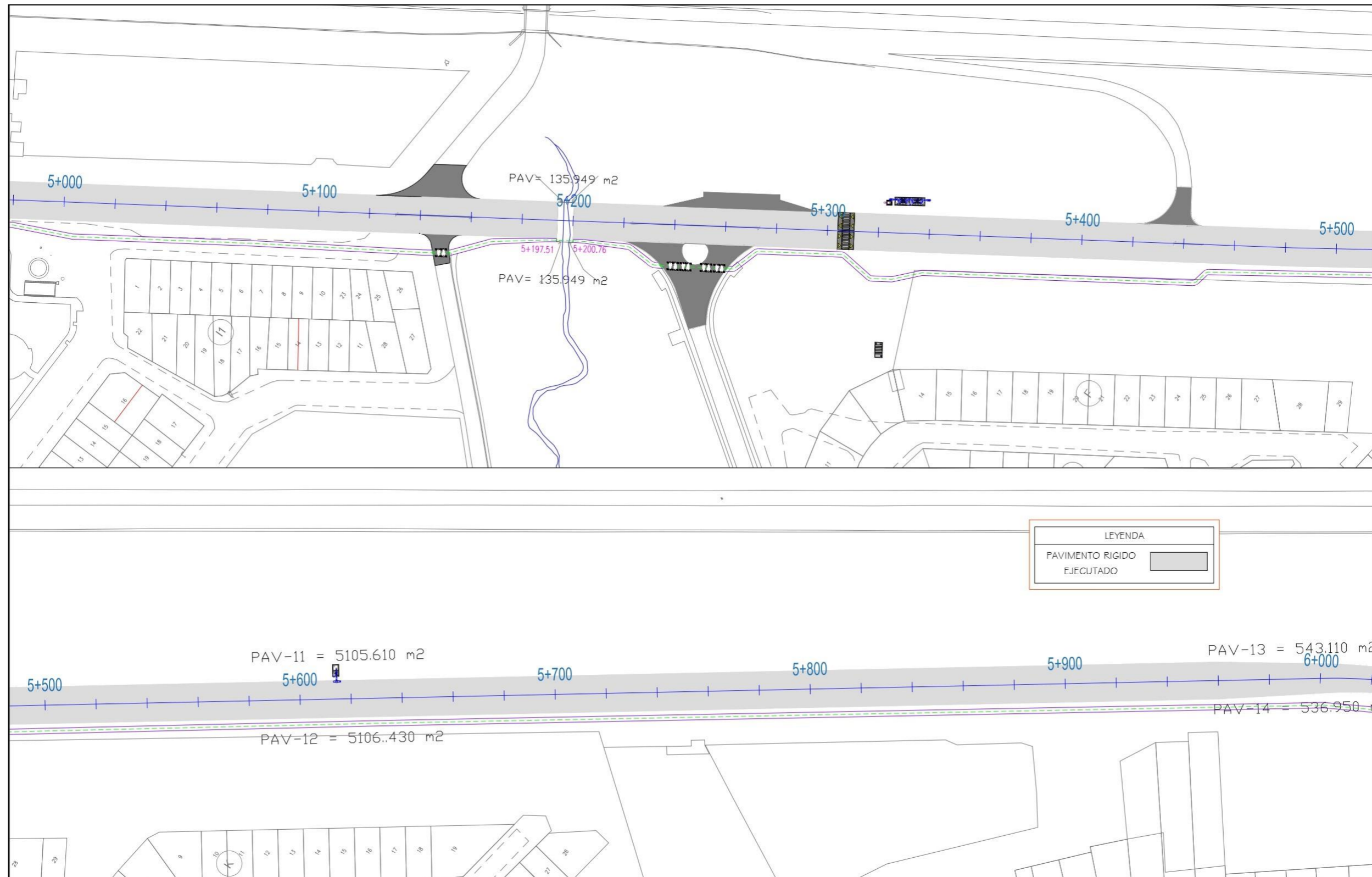
Plano 03. Constructivo Pavimento Rígido Km 2+000 – Km 3+000



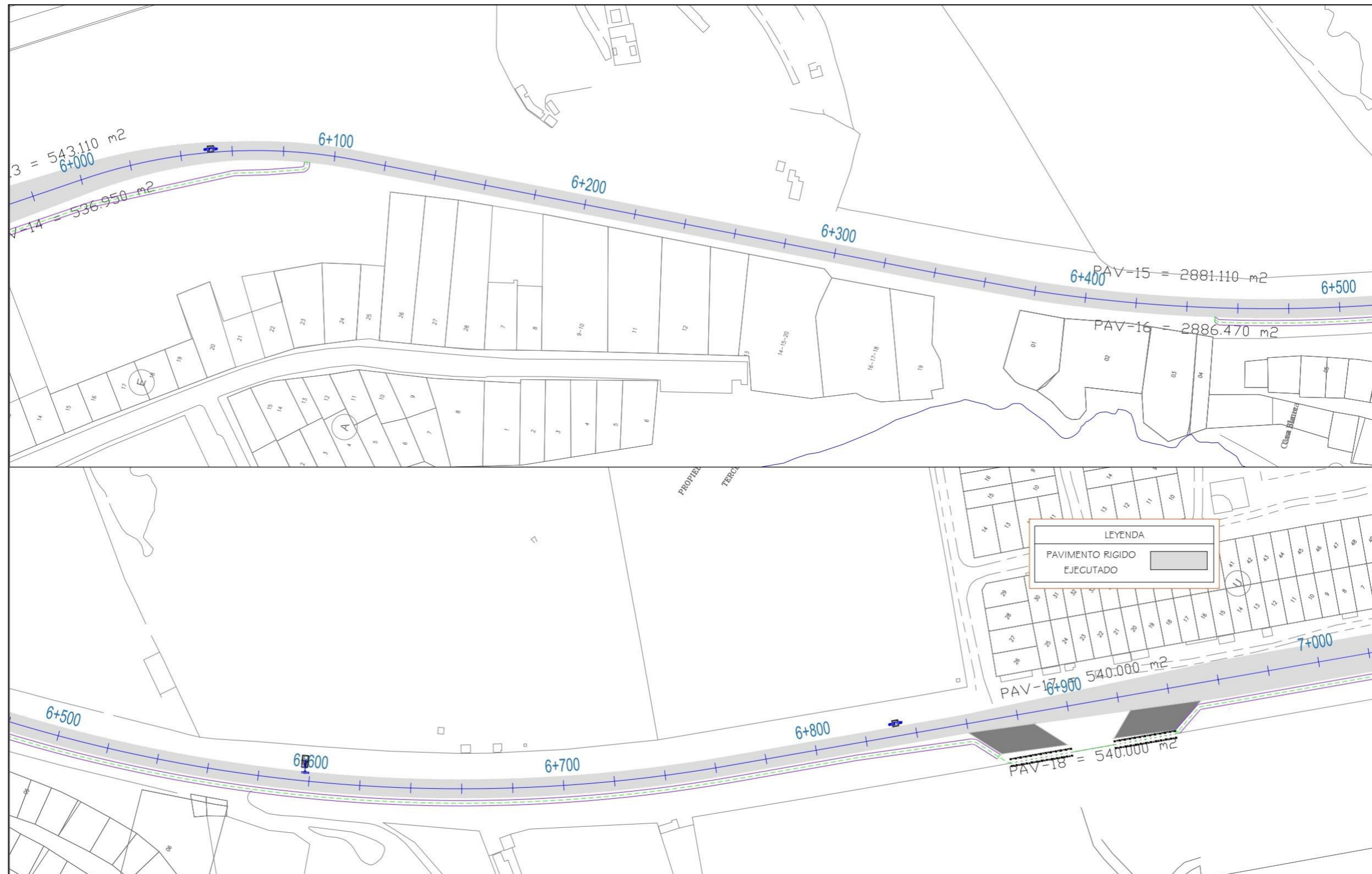
Plano 04. Constructivo Pavimento Rígido Km 3+000 – Km 4+000



Plano 05. Constructivo Pavimento Rígido Km 4+000 – Km 5+000

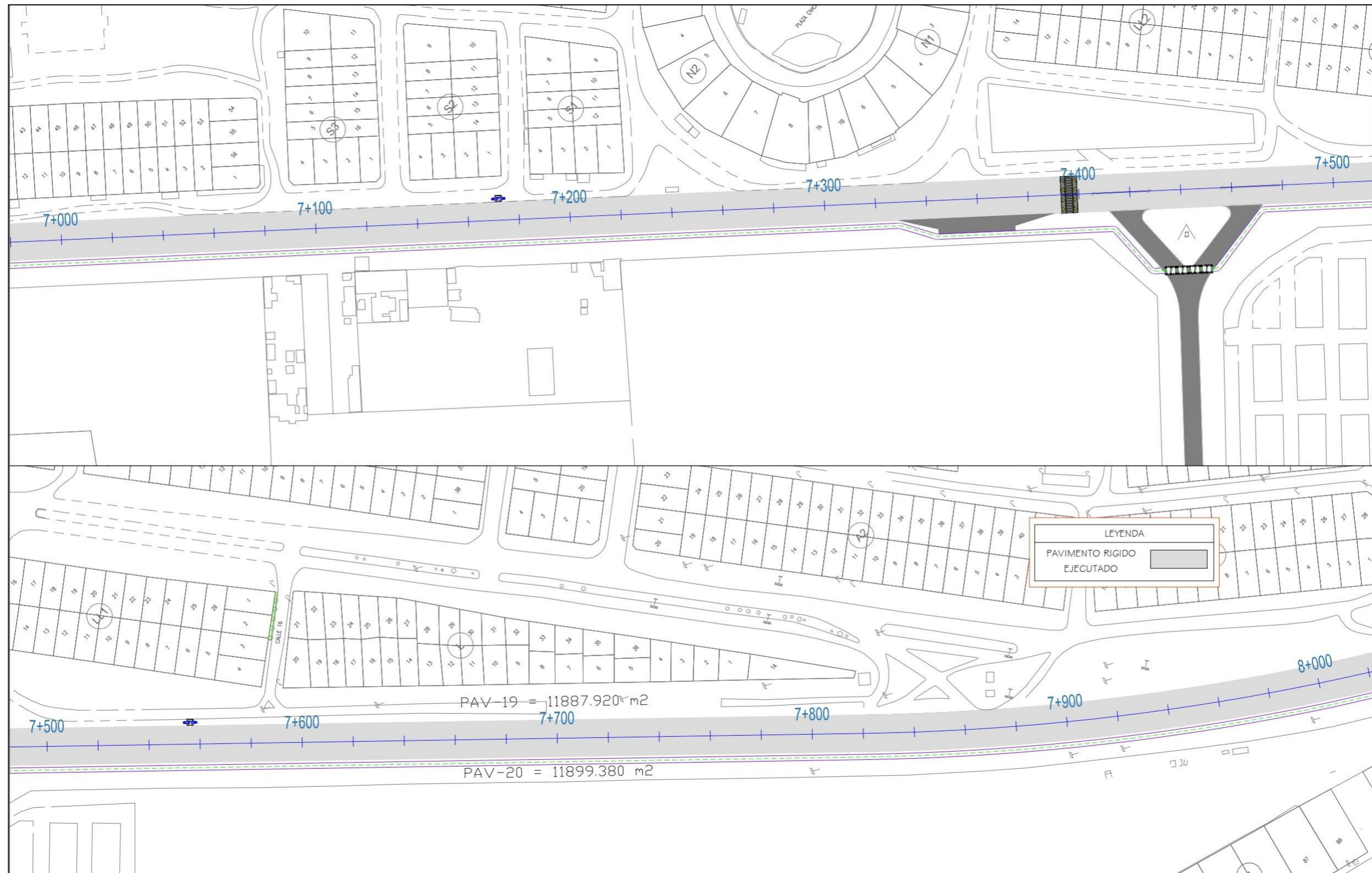


Plano 06. Constructivo Pavimento Rígido Km 5+000 – Km 6+000



Plano 07. Constructivo Pavimento Rígido Km 6+000 – Km 7+000





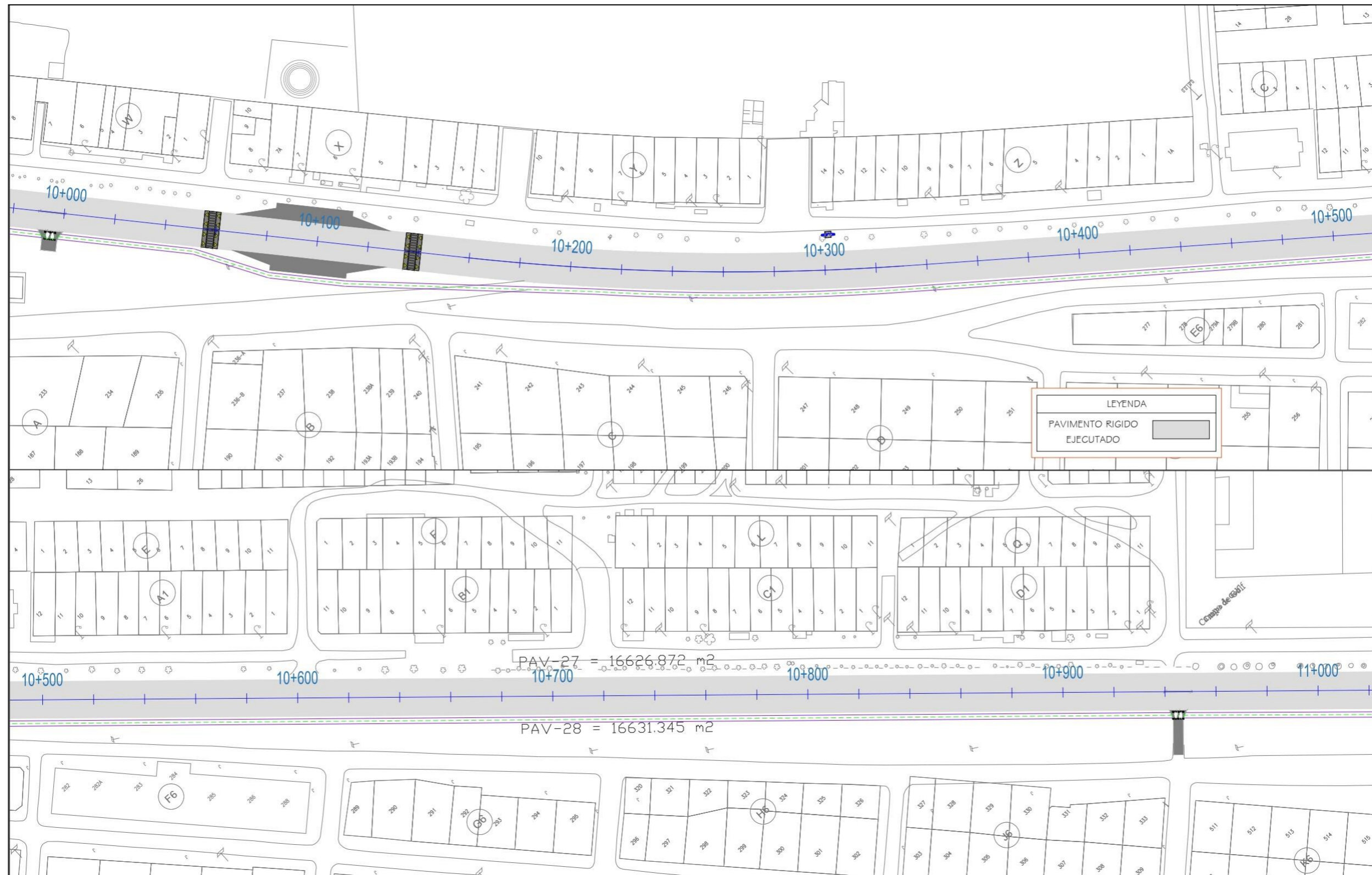
Plano 08. Constructivo Pavimento Rígido Km 7+000 – Km 8+000



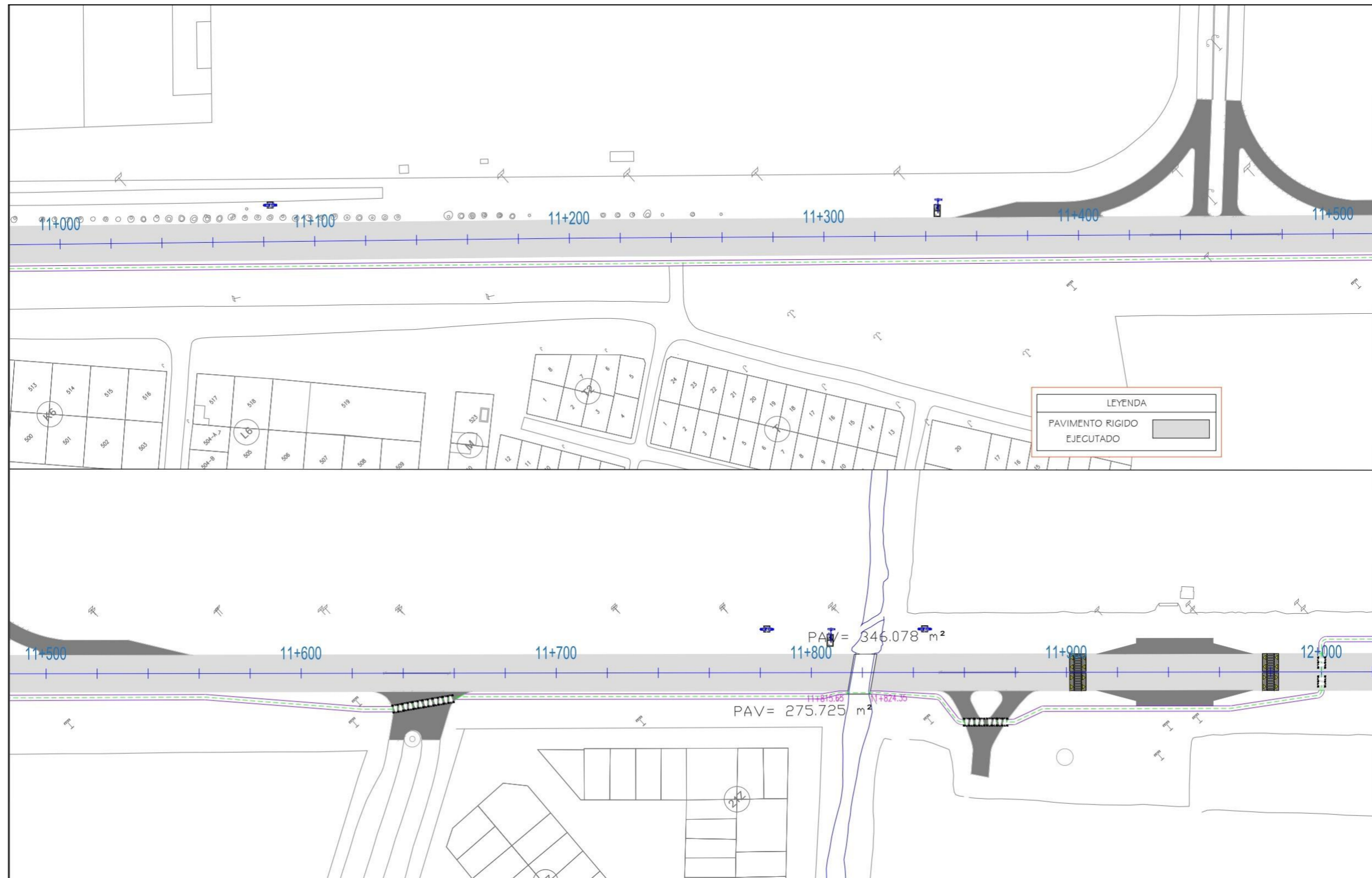
Plano 09. Constructivo Pavimento Rígido Km 8+000 – Km 9+000



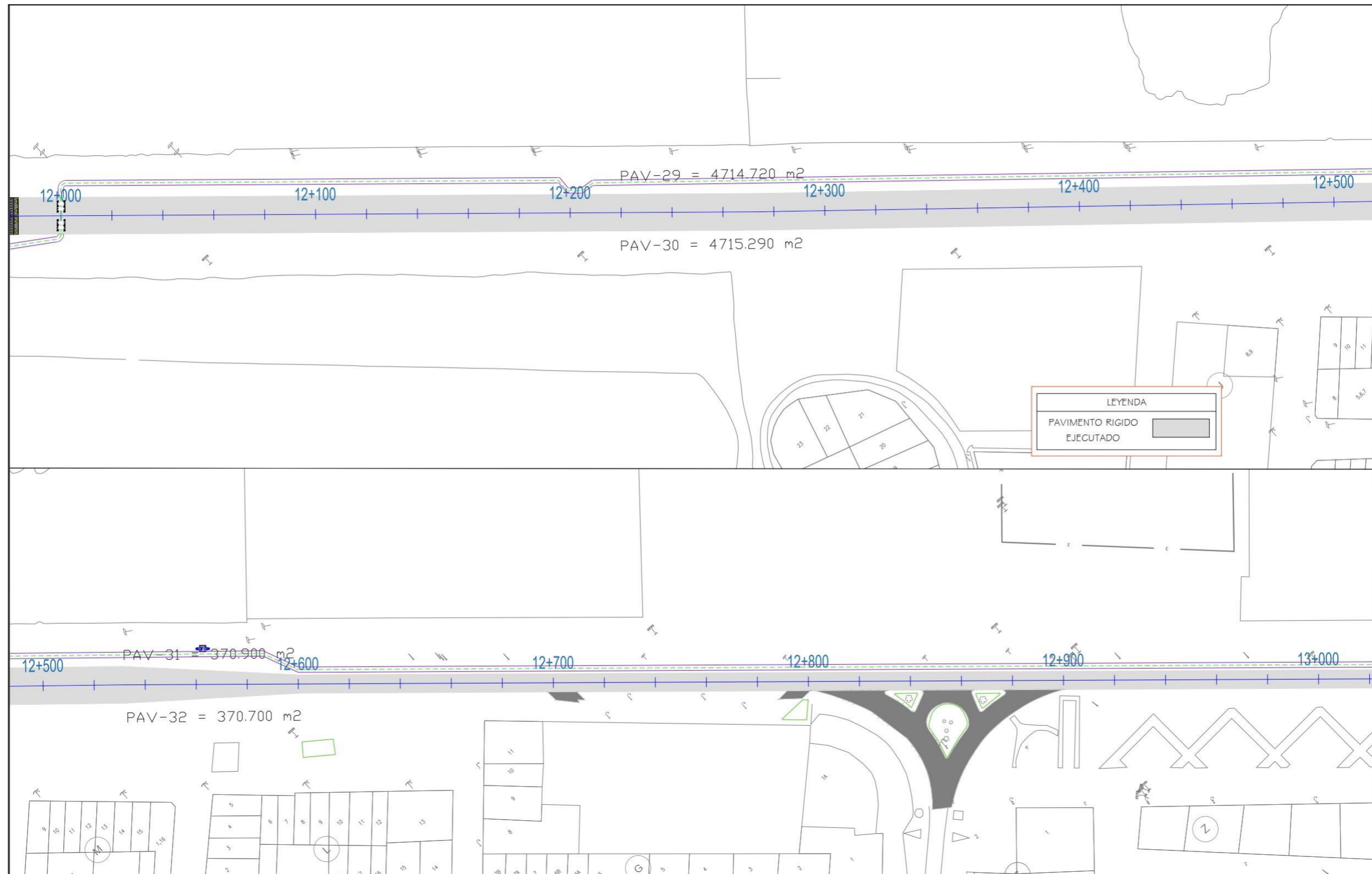
Plano 10. Constructivo Pavimento Rígido Km 9+000 – Km 10+000



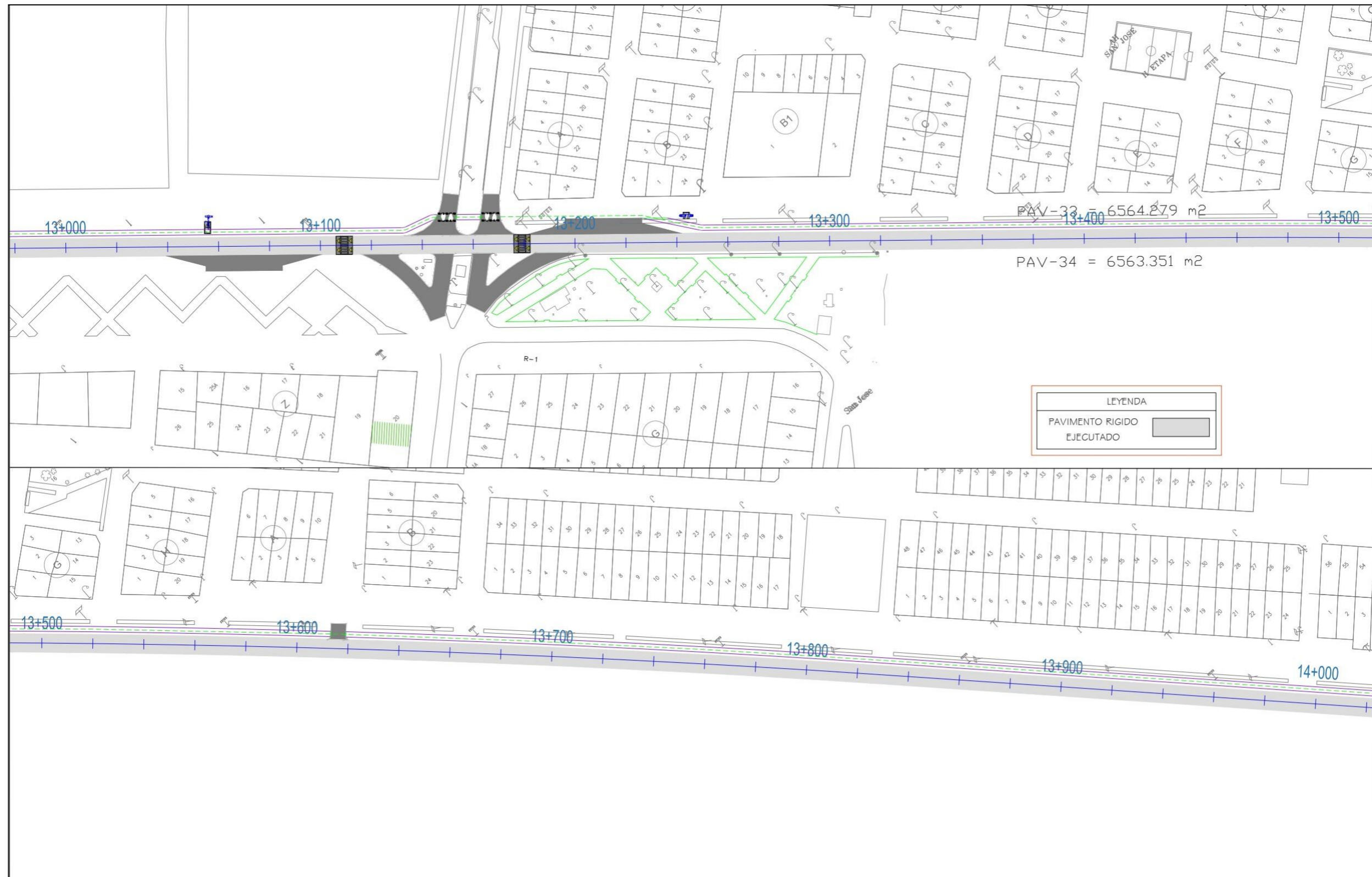
Plano 11. Constructivo Pavimento Rígido Km 10+000 – Km 11+000



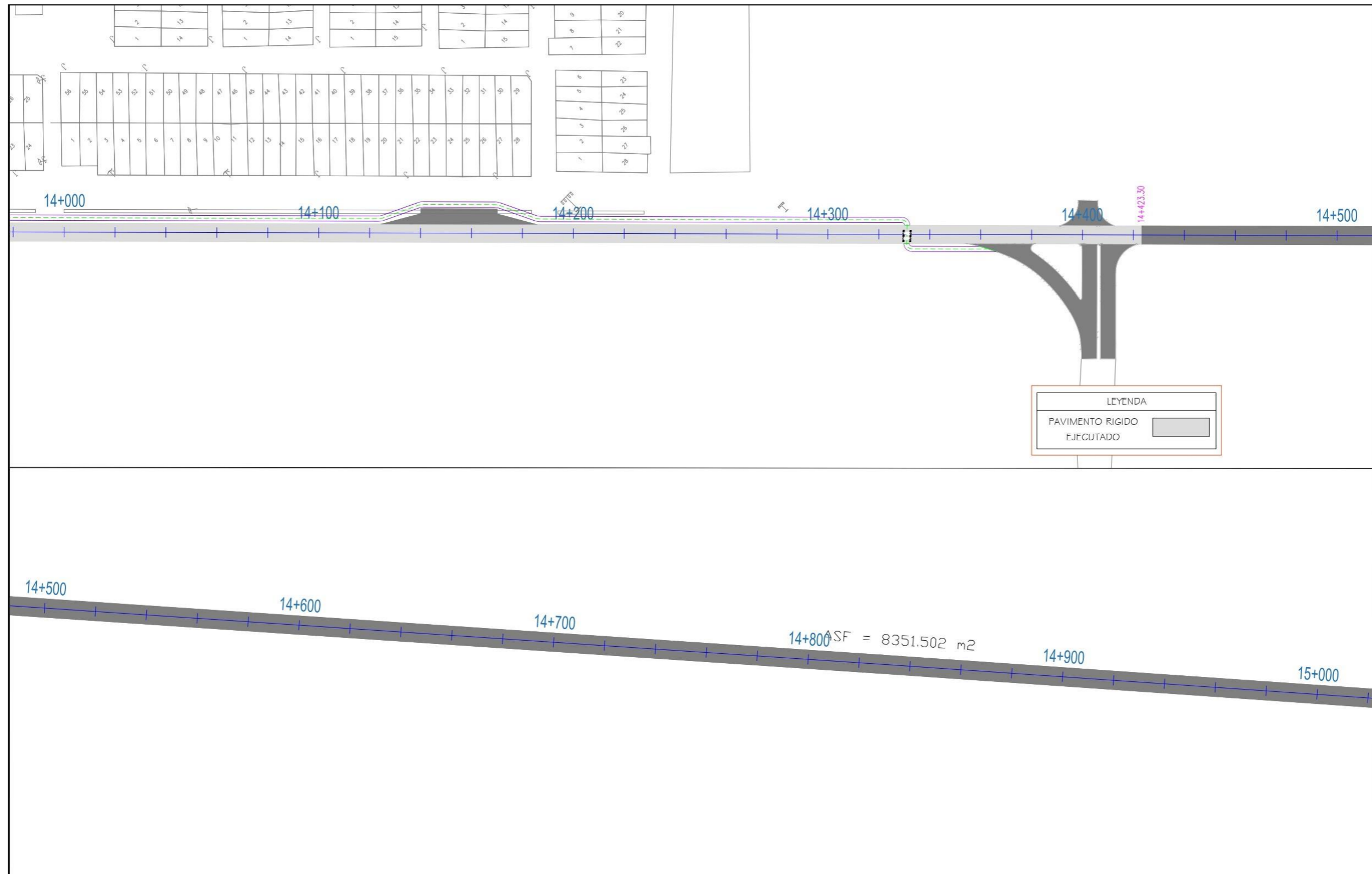
Plano 12. Constructivo Pavimento Rígido Km 11+000 – Km 12+000



Plano 13. Constructivo Pavimento Rígido Km 12+000 – Km 13+000



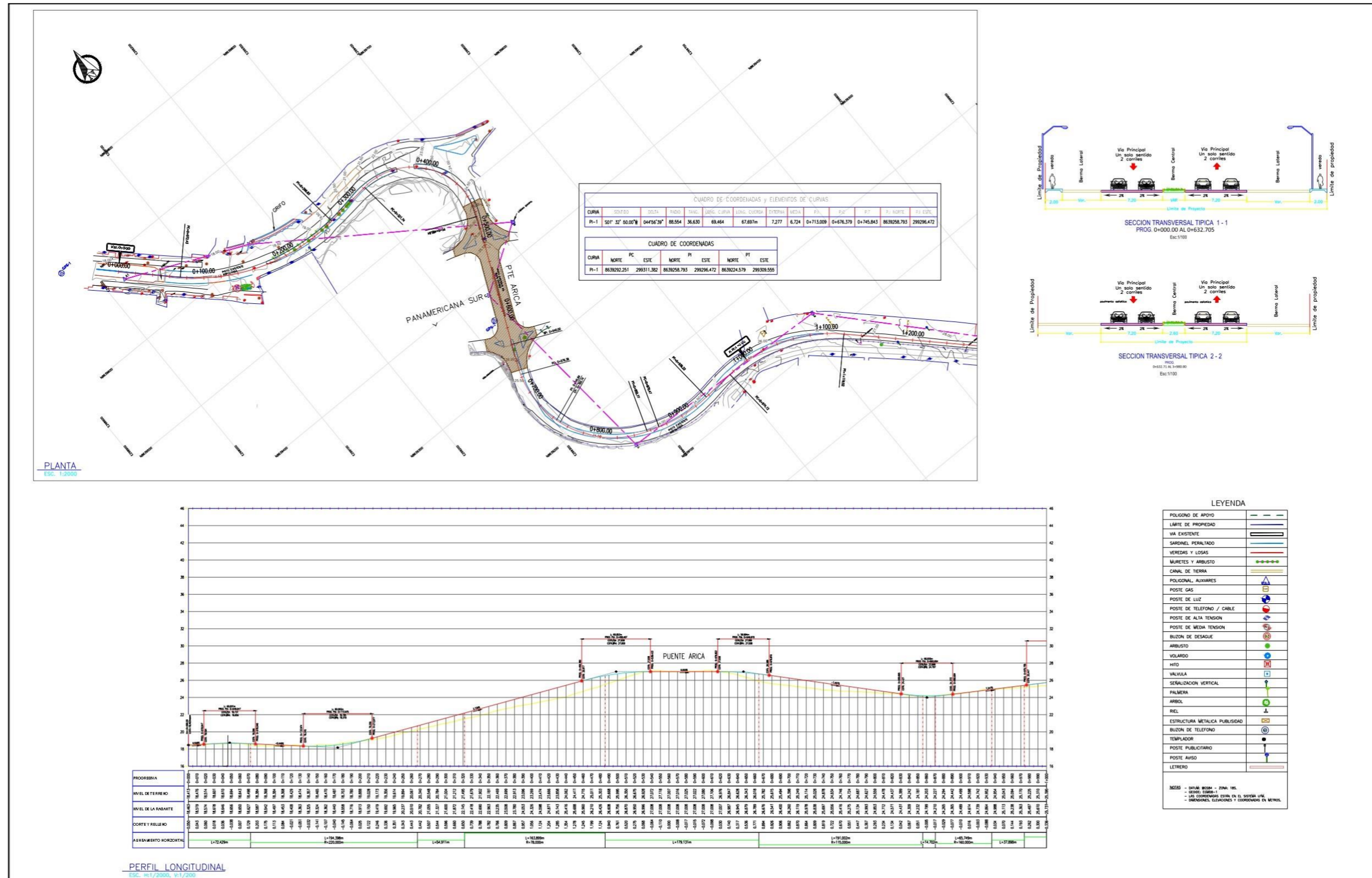
Plano 14. Constructivo Pavimento Rígido Km 13+000 – Km 14+000



Plano 15. Constructivo Pavimento Rígido Km 14+000 – Km 15+000

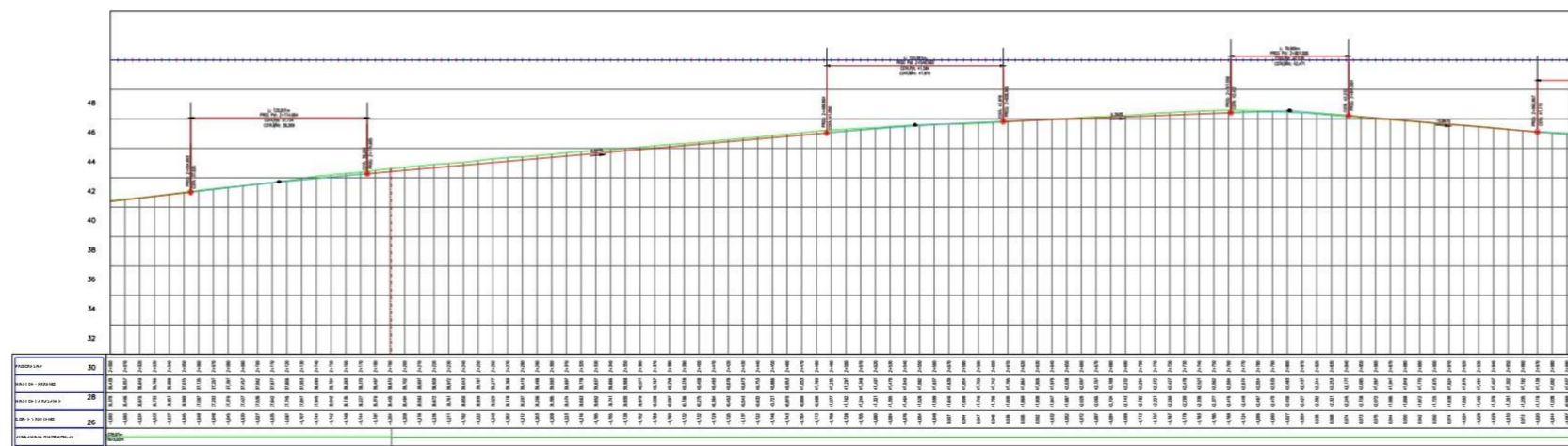
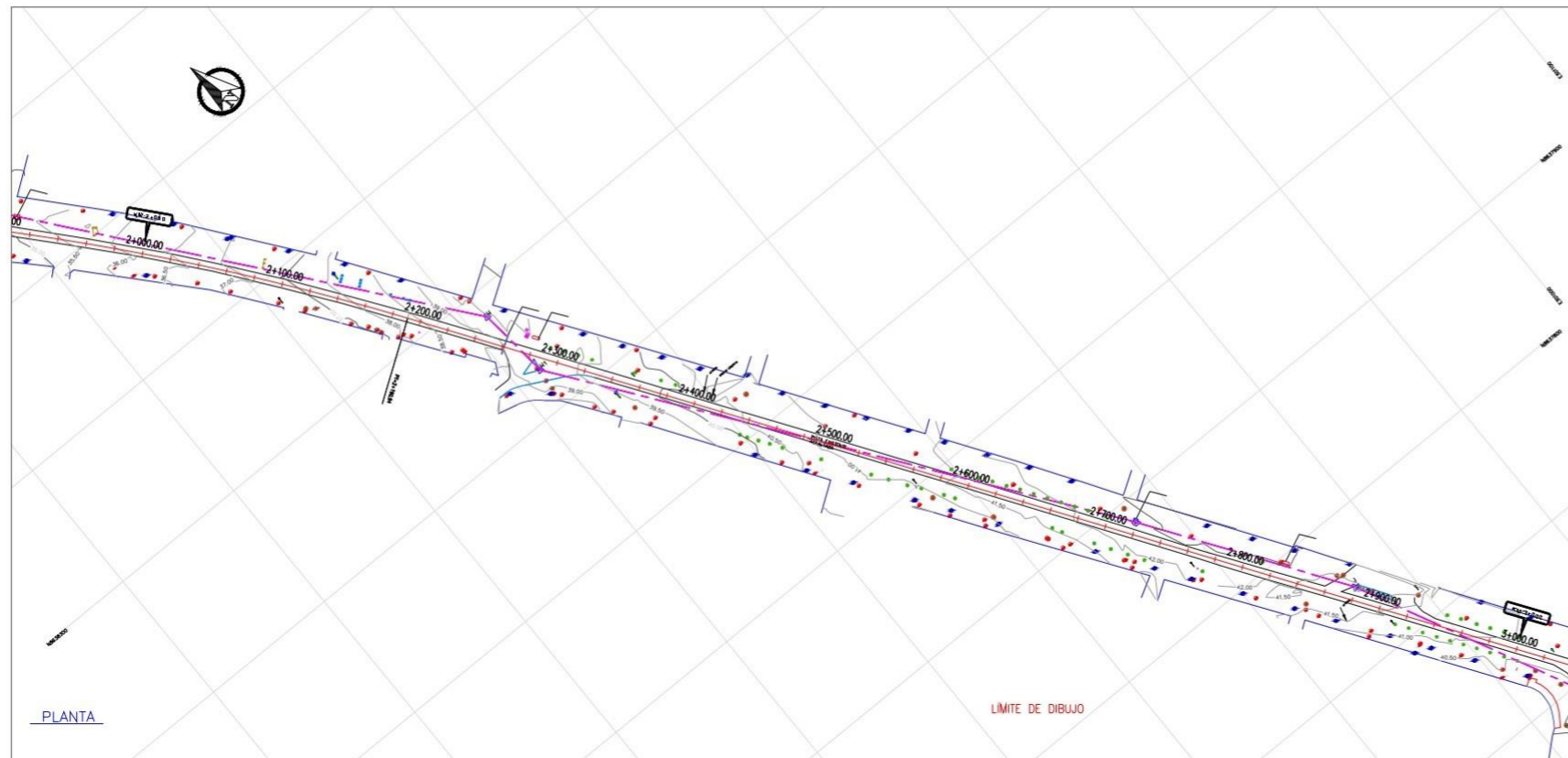






Plano 17. Detalle planta perfil Km 0+000 – Km 1+200





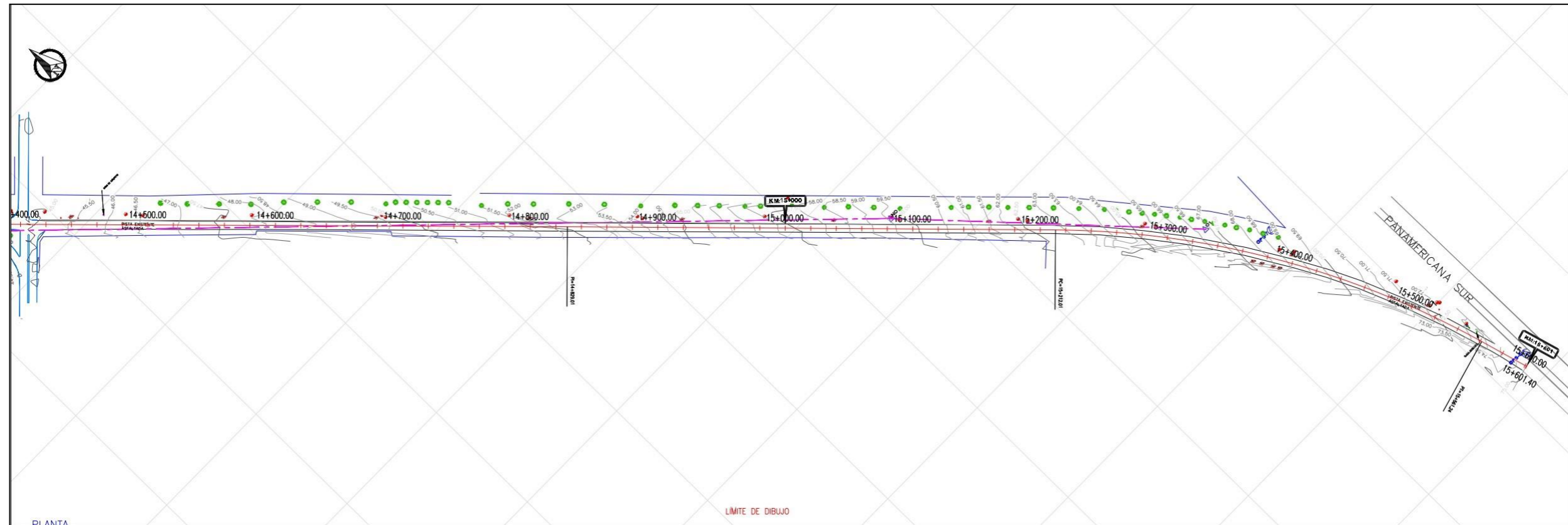
**LEYENDA**

POLIGONO DE APOYO	---
LÍMITE DE PROPIEDAD	---
VIA EXISTENTE	---
SARDEÑEL PERALTAO	---
VEREDAS Y LOSAS	---
MURETES Y ARBUSTO	---
CANAL DE TIERRA	---
POLIGONAL AUXILIAR	---
POSTE GAS	---
POSTE DE LUZ	---
POSTE DE TELEFONO / CABLE	---
POSTE DE ALTA TENSION	---
POSTE DE MEDIA TENSION	---
BUZON DE DESAGUE	---
ARBUSTO	---
VOLARDO	---
HTO	---
VALVULA	---
SERIALIZACION VERTICAL	---
PALMERA	---
ARBOL	---
REL	---
ESTRUCTURA METALICA PUBLICIDAD	---
BUZON DE TELEFONO	---
TEMPERADOR	---
POSTE PUBLICITARIO	---
POSTE AVISO	---
LETREIRO	---

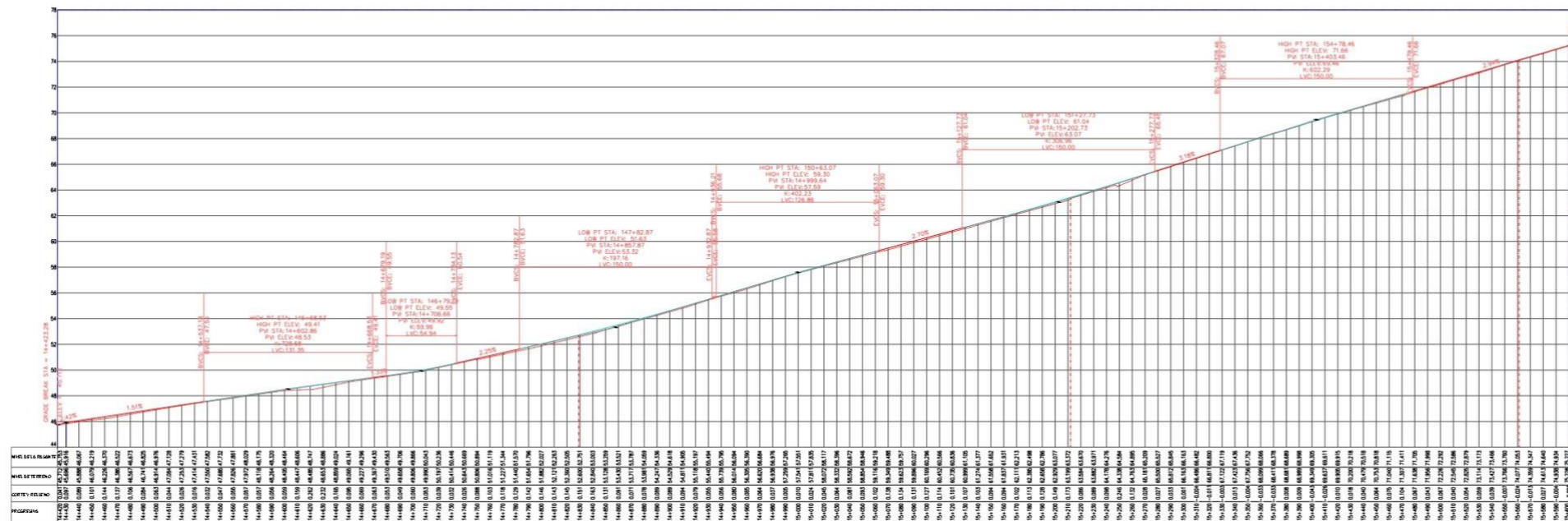
NOTAS - SEÑAL BOMBA - ZONA 185.  
 - SEÑAL BOMBA 1  
 - LAS COORDENADAS ESTAN EN EL SISTEMA UTM.  
 - DIMENSIONES, ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.

Plano 19. Detalle planta perfil Km 2+000 – Km 3+000





PLANTA



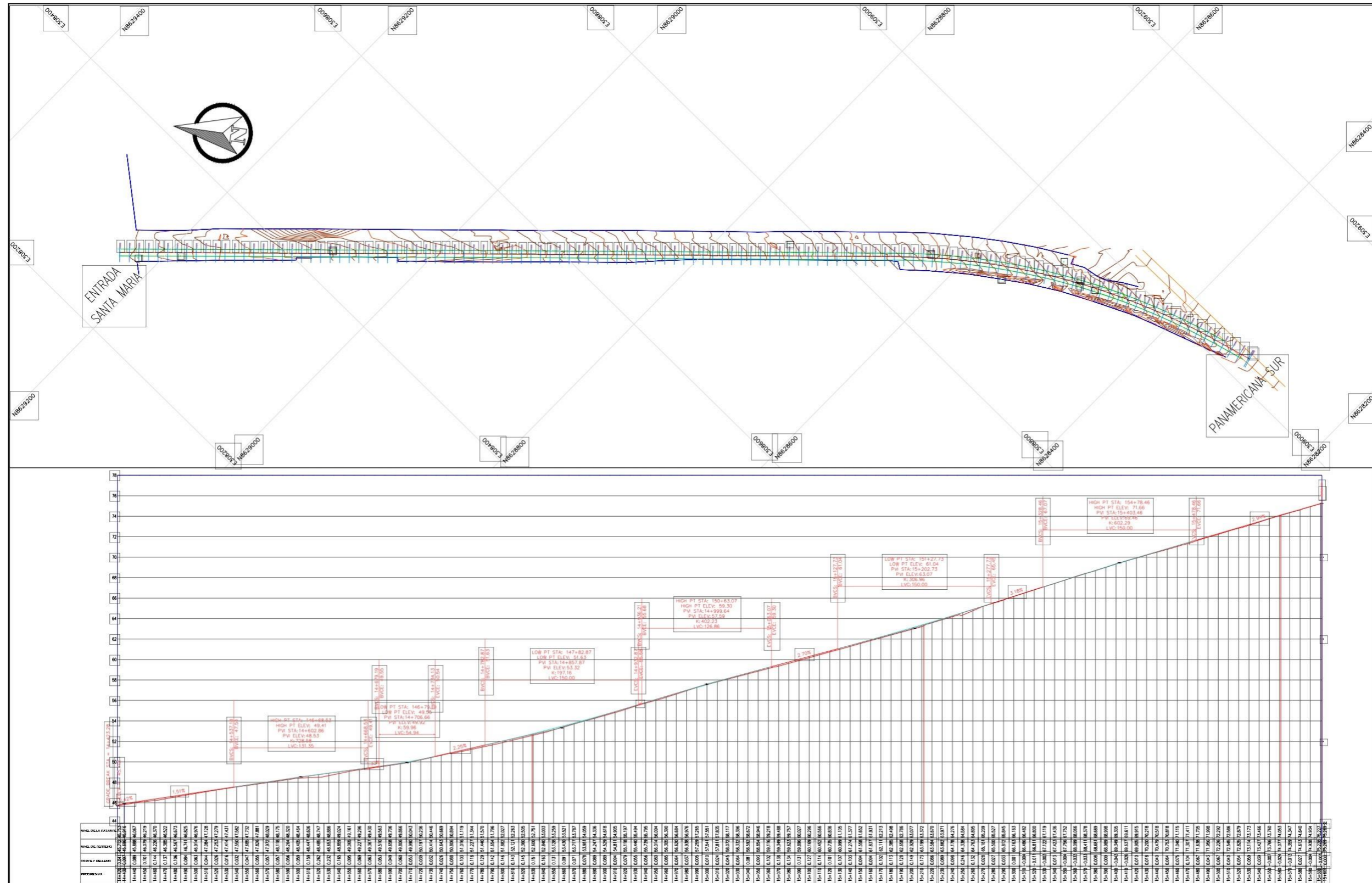
**LEYENDA**

- POLIGONO DE APOYO
- LÍMITE DE PROPIEDAD
- VIA EXISTENTE
- SARDANEL PAVIMENTADO
- VEREDAS Y LOSAS
- MURETES Y ARBUSTO
- CANAL DE TIERRA
- POLIGONO, ALIQUINES
- POSTE GAS
- POSTE DE LUZ
- POSTE DE TELEFONO / CABLE
- POSTE DE ALTA TENSION
- POSTE DE MEDIA TENSION
- BULZON DE DESAGUE
- ARBUSTO
- VOLADO
- HITO
- VALVULA
- SEÑALIZACION VERTICAL
- PALMERA
- ARBO
- RIEL
- ESTRUCTURA METALICA PUBLICIDAD
- BULZON DE TELEFONO
- TEMPERADOR
- POSTE PUBLICARIO
- POSTE AVISO
- LETREDO

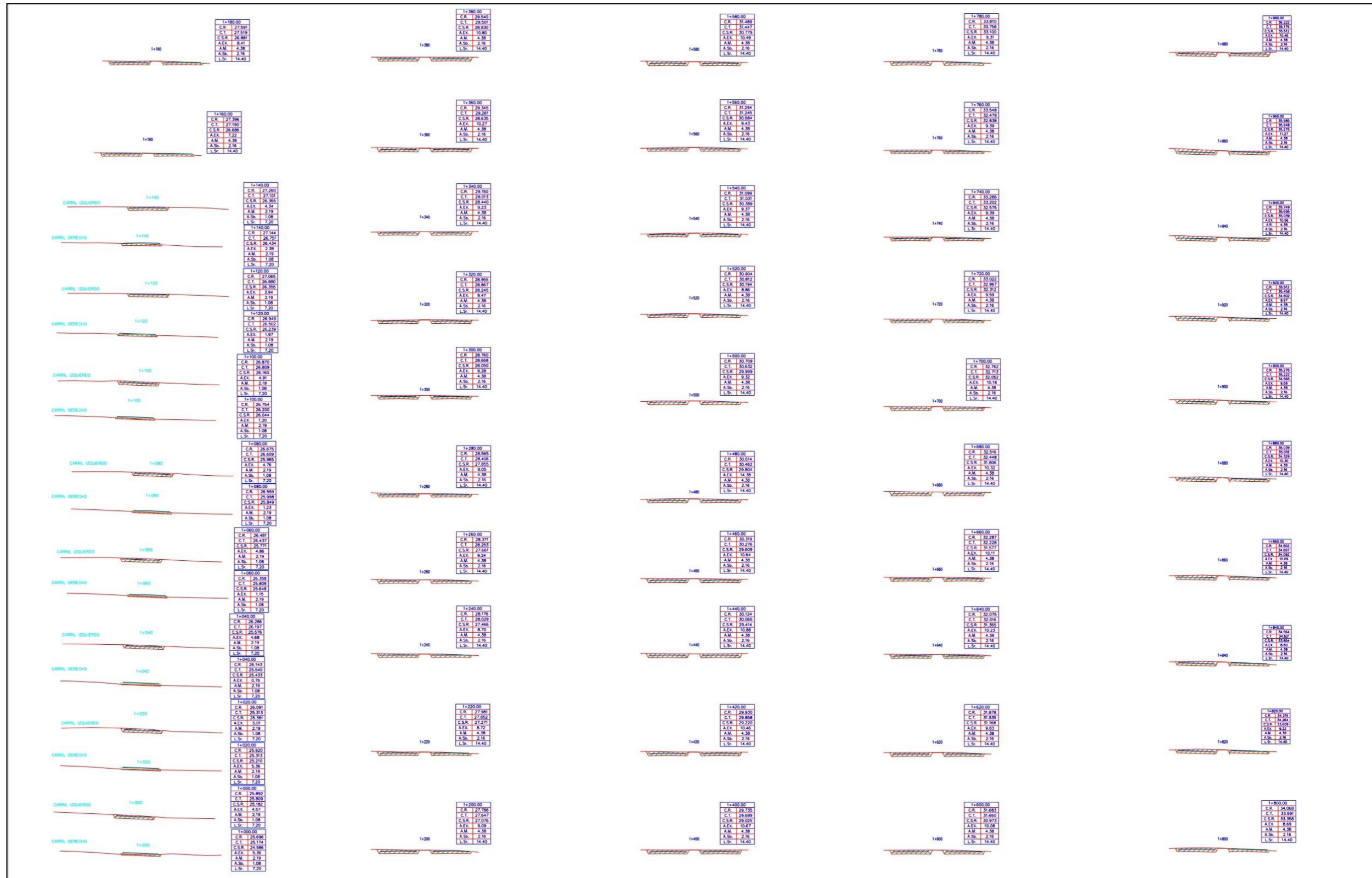
**NOTAS**

- DIBAJA: DIBAJA - DINA: H10
- ESCALA: 1:1000
- SI COORDENADAS ESTAN EN EL SISTEMA UTM, LAS DIMENSIONES, ELEVACIONES Y COORDENADAS EN METROS.

Plano 21. Detalle planta perfil Km 14+000 – Km 15+500



Plano 22. Detalle planta perfil pavimento flexible



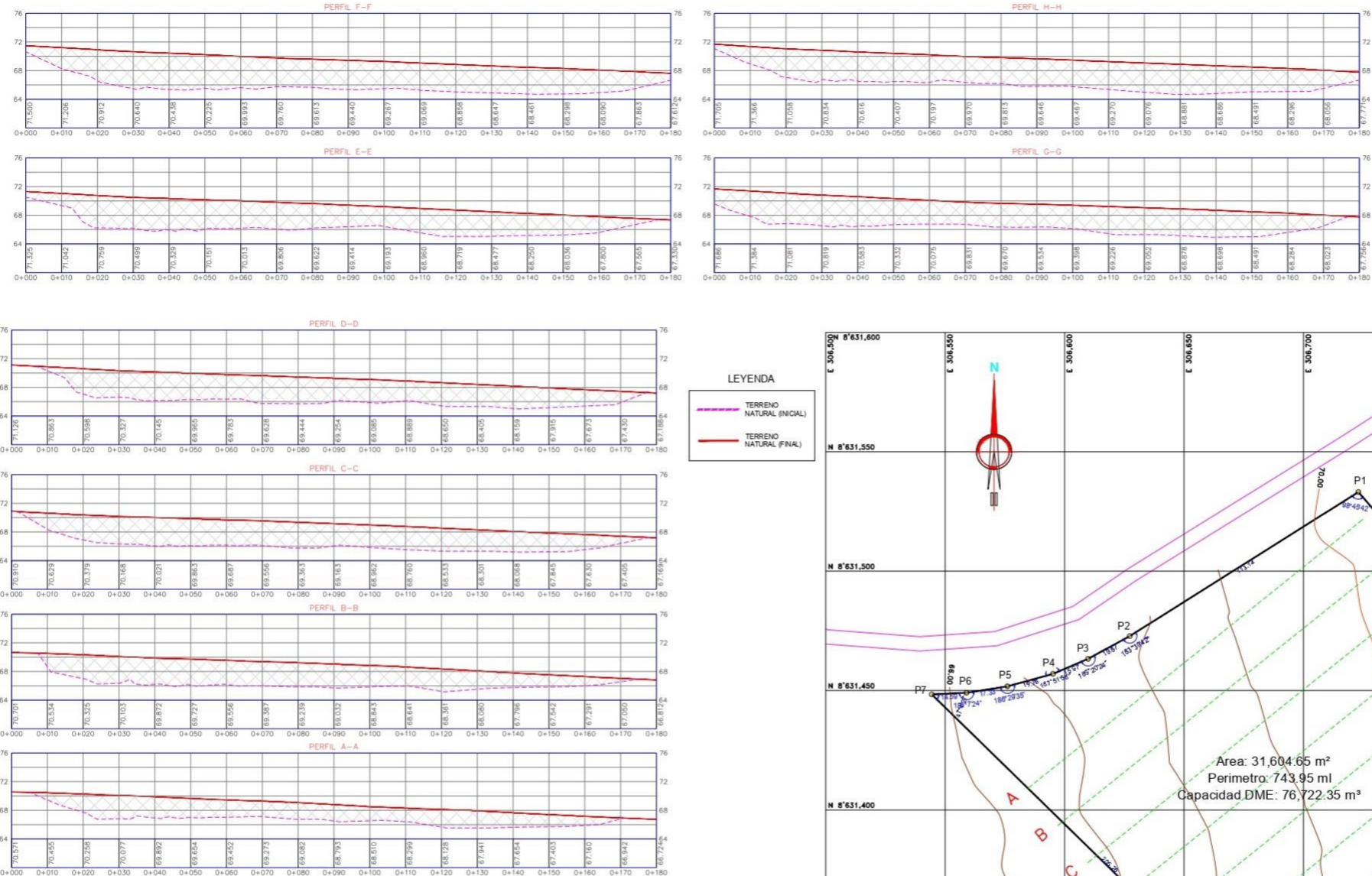
Plano 23. Detalle Sección transversales Km 1+000 – Km 1+780



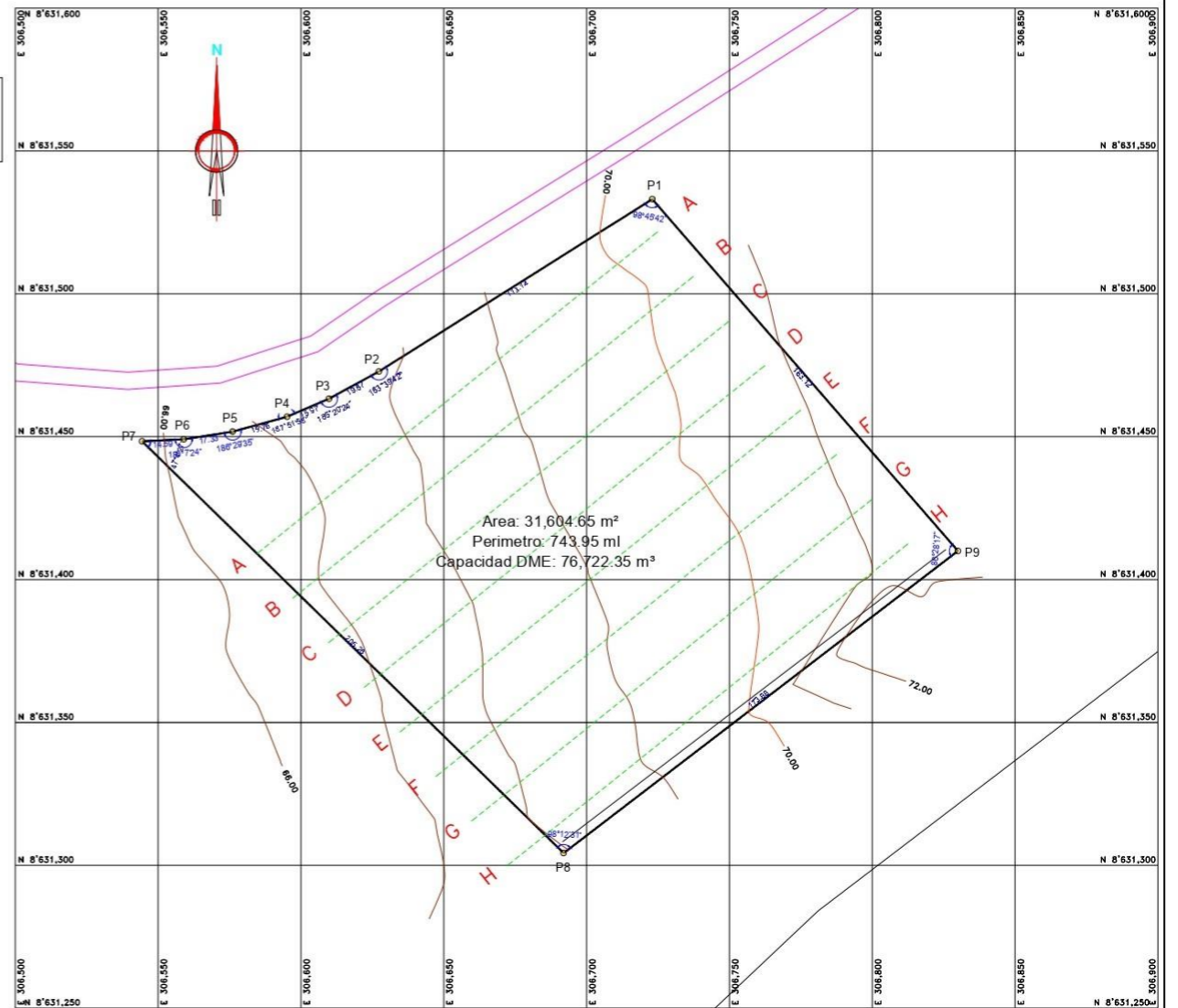
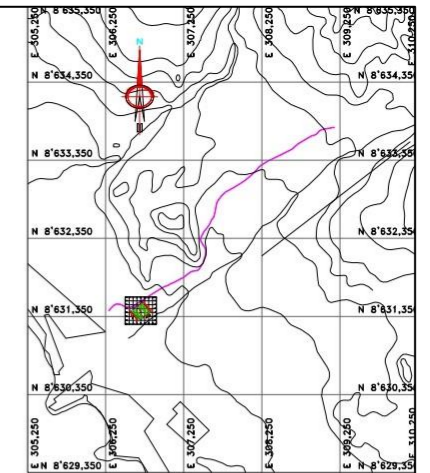


Plano 24. Detalle Sección transversales Km 6+000 – Km 6+980

SECCIONES H=100 V=50



LEYENDA  
 - - - - - TERRENO NATURAL (INICIAL)  
 - - - - - TERRENO NATURAL (FINAL)

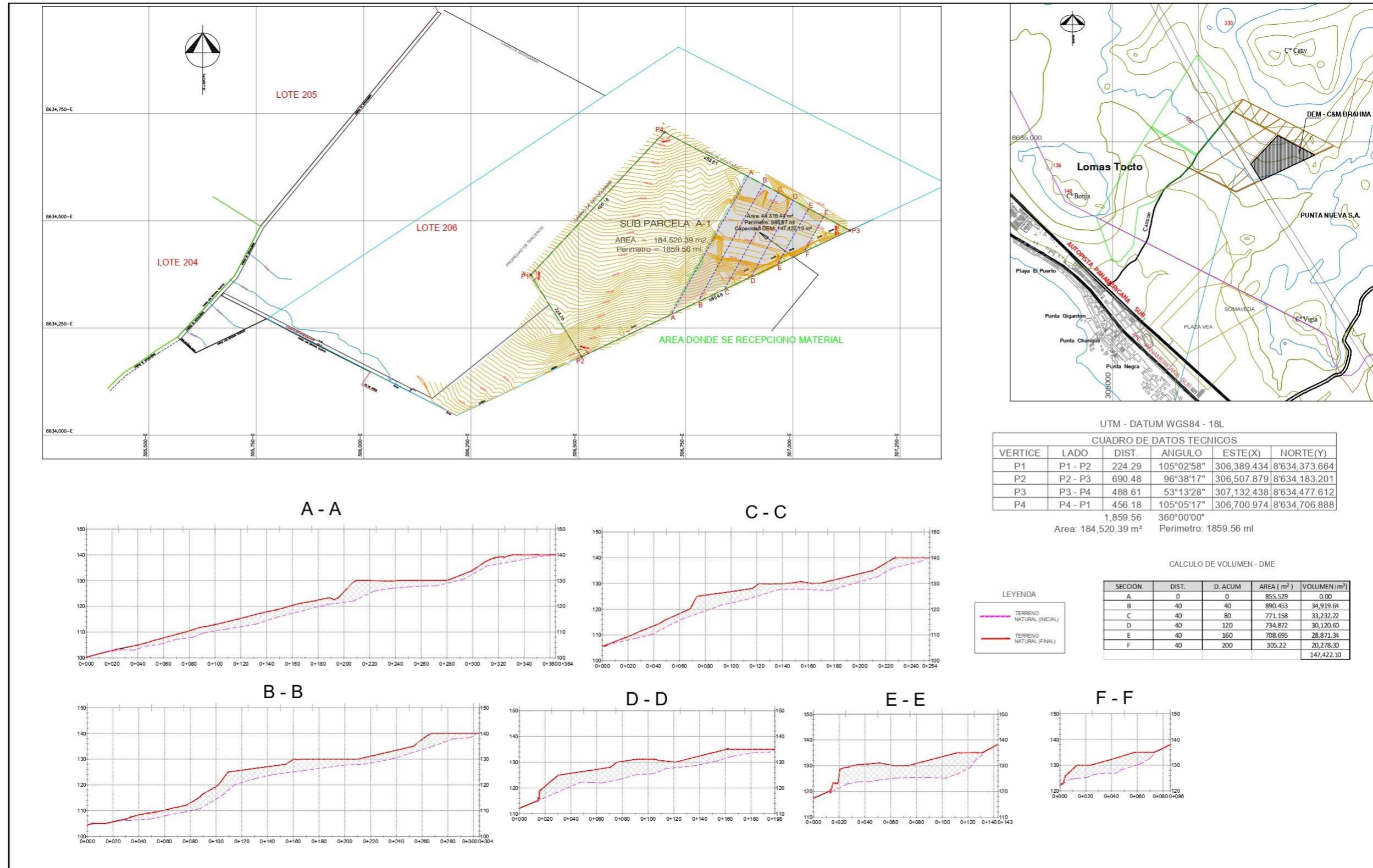


Area: 31,604.65 m<sup>2</sup>  
 Perimetro: 743.95 ml  
 Capacidad DME: 76,722.35 m<sup>3</sup>

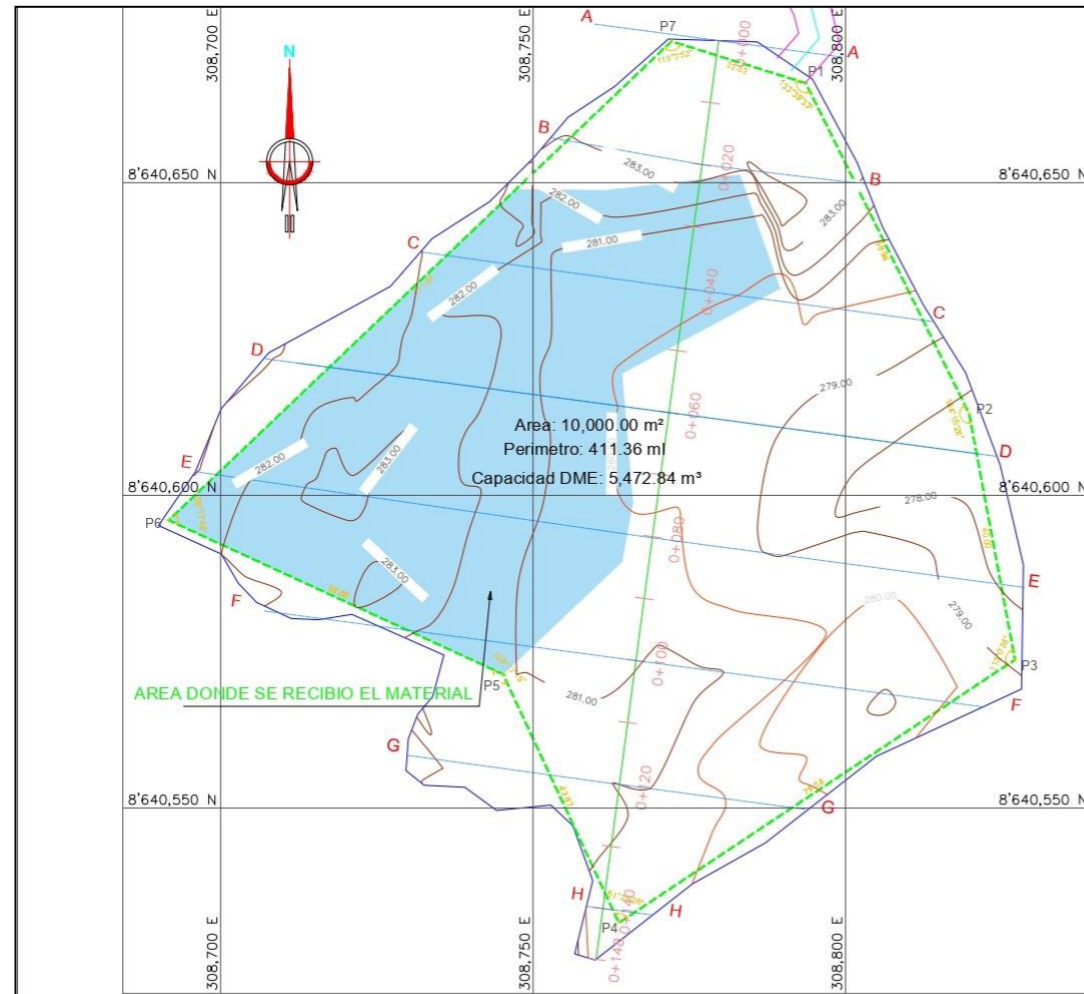
CUADRO DE DATOS TECNICOS					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	113.14	98°45'42"	306,722.983	8'631,533.139
P2	P2 - P3	19.87	183°39'42"	306,627.272	8'631,472.798
P3	P3 - P4	15.97	185°20'24"	306,609.825	8'631,463.298
P4	P4 - P5	19.76	187°51'58"	306,595.150	8'631,456.999
P5	P5 - P6	17.33	186°29'35"	306,576.095	8'631,451.764
P6	P6 - P7	14.59	186°07'24"	306,558.975	8'631,449.093
P7	P7 - P8	206.28	47°04'27"	306,544.398	8'631,448.394
P8	P8 - P9	173.88	98°12'31"	306,691.962	8'631,304.249
P9	P9 - P1	163.12	86°28'17"	306,829.982	8'631,410.014

Area: 31,604.65 m<sup>2</sup> Perimetro: 743.95 ml

CALCULO DE VOLUMEN - DME				
SECCION	DIST.	D. ACUM	AREA ( m <sup>2</sup> )	VOLUMEN ( m <sup>3</sup> )
A	0	0	355.678	0.00
B	20	20	464.136	8,198.14
C	20	40	522.736	9,868.72
D	20	60	515.183	10,379.19
E	20	80	557.868	10,730.51
F	20	100	678.661	12,365.49
G	20	120	601.151	12,798.32
H	20	140	637.047	12,381.98
				76,722.35

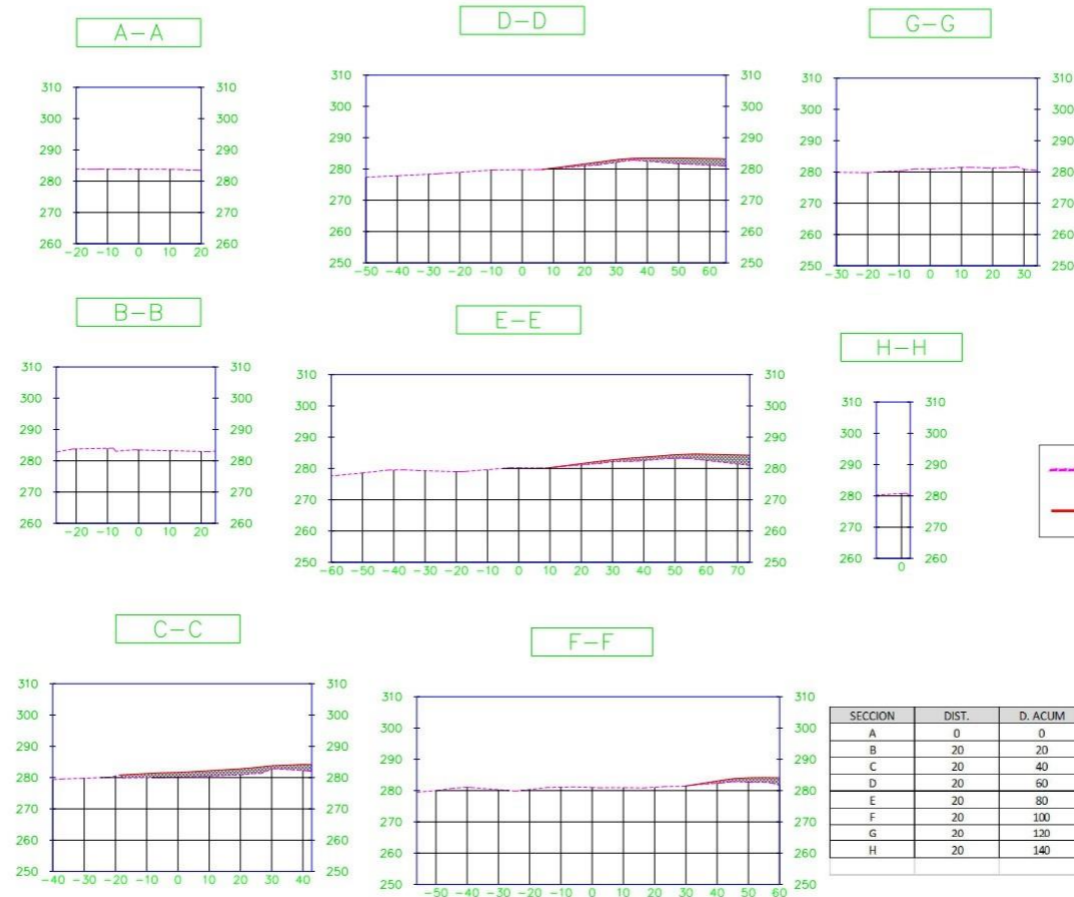
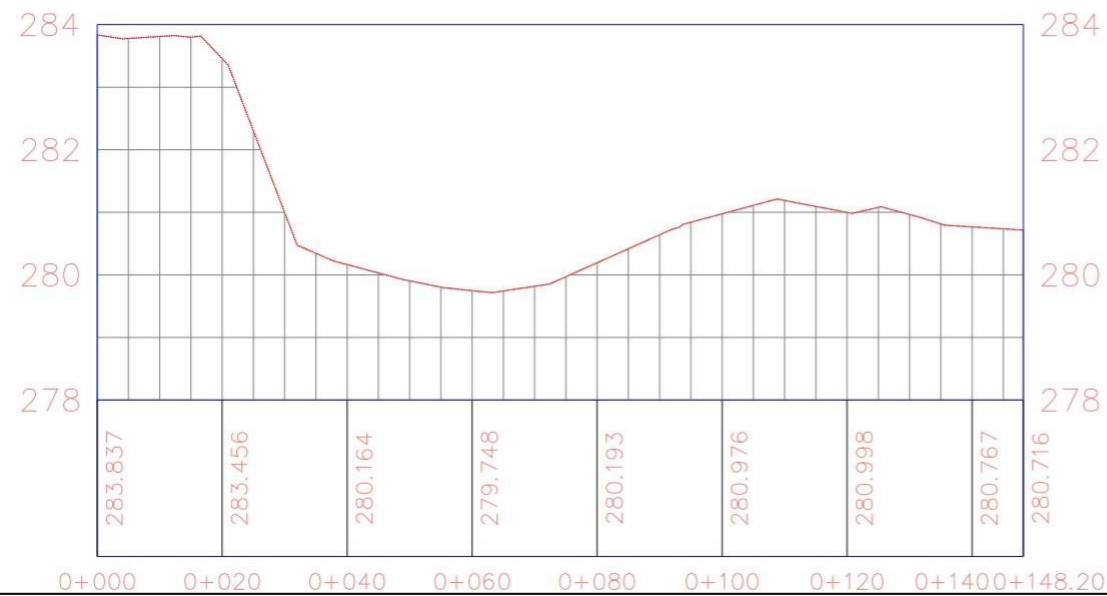
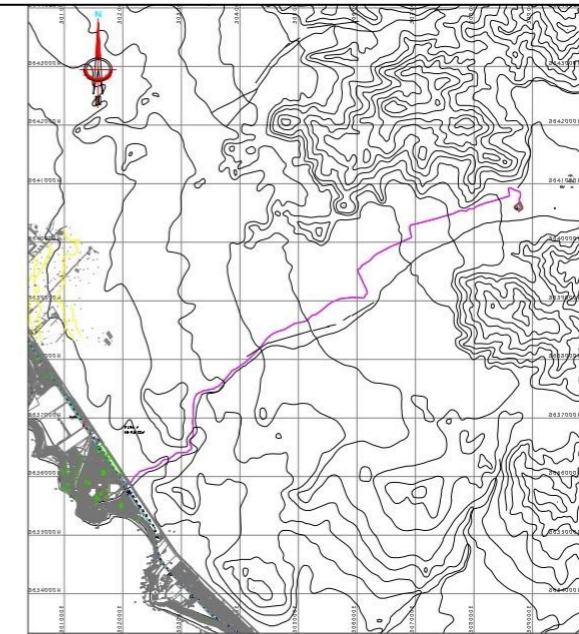


Plano 26. Área de reaprovechamiento de material excedente N° 02



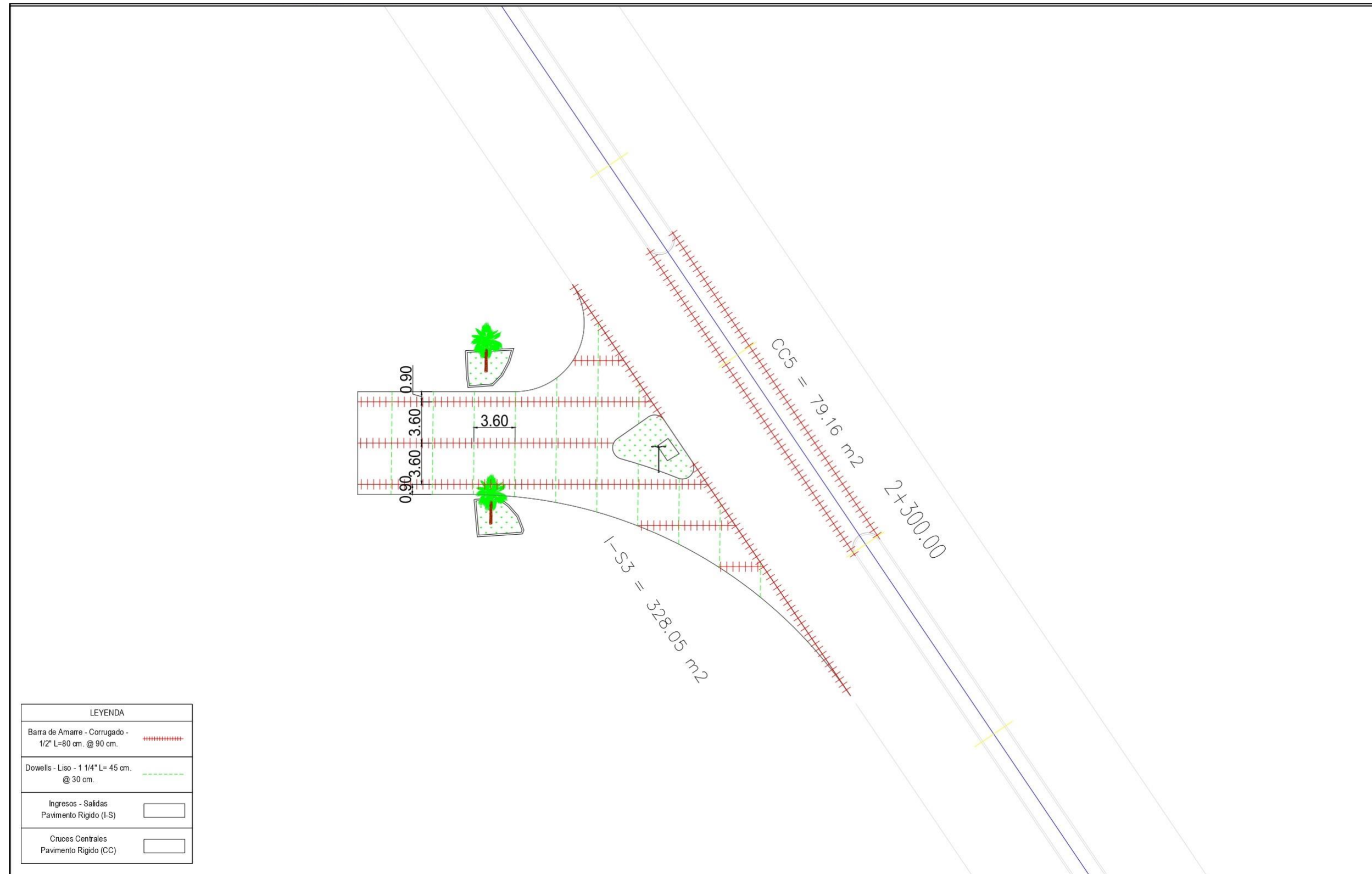
CUADRO DE CONSTRUCCION					
VERTICE	LADO	DIST.	ANGULO	ESTE	NORTE
P1	P1 - P2	58.94	133°39'33"	308793.658	8640665.887
P2	P2 - P3	40.00	164°15'28"	308819.783	8640613.054
P3	P3 - P4	76.08	113°0'38"	308827.120	8640573.734
P4	P4 - P5	43.87	81°25'26"	308763.736	8640531.654
P5	P5 - P6	58.88	220°17'16"	308745.194	8640571.410
P6	P6 - P7	111.07	68°17'48"	308691.707	8640596.021
P7	P7 - P1	22.52	119°3'52"	308772.160	8640672.603

Area: 10,000.00 m²  
Perimetro: 411.36 m

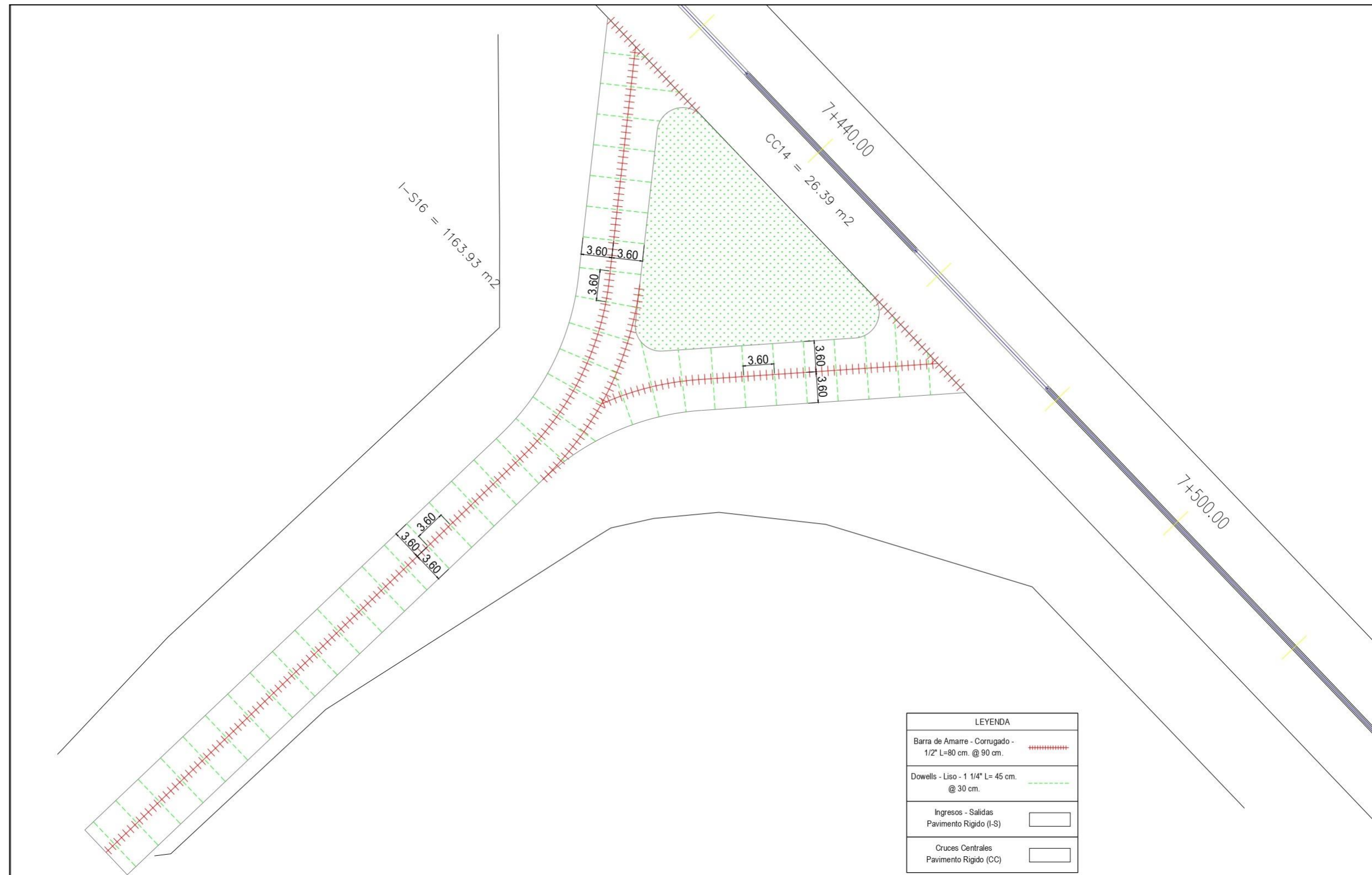


SECCION	DIST.	D. ACUM	AREA (m²)	VOLUMEN (m³)
A	0	0	0.000	0.00
B	20	20	0.000	0.00
C	20	40	97.075	970.75
D	20	60	66.189	1,632.64
E	20	80	80.289	1,464.78
F	20	100	30.089	1,103.78
G	20	120	0.000	300.89
H	20	140	0.000	0.00
				5,472.84

Plano 27. Área de reaprovechamiento de material excedente N° 03



Plano 28. Dowells cruce 2+300 Ingreso a playa el silencio



Plano 29. Dowells cruce 7+400 Ingreso a playa punta rocas



Plano 30. Dowells cruce 11+450 Ingreso y salida a panamericana sur puente San Bartolo

## FUENTES DE INFORMACION

- Álvarez Montejo, K. K., & Barbosa Álvarez, L. D. (2019). Implementación del Sistema Last PLanner bajo la filosofía Lean Construction en el proyecto edificio verde en el municipio de Ocaña. Norte de Santander, Colombia. Obtenido de <http://repositorio.ufpso.edu.co/xmlui/handle/123456789/2147?locale-attribute=es>
- Araujo Cervantes, A. L., Avila Llaves, K. A., Barbaran Vizcarra, C. M., Castillo Trejo, F. V., & Chinchihualpa Marquez, J. L. (2019). Implementación de herramientas Lean Construction en proyectos multifamiliares de densidad media. Caso Proyecto Precursores en Surco. Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/648717>
- Ballard Glenn, H. (2000). The Last Planner System of Production Control. Birmingham, United Kingdom. Obtenido de Ediciones Universidad Valladolid: <https://leanconstruction.org/uploads/wp/media/docs/ballard2000-dissertation.pdf>
- Bonilla Morales, A. L. (2017). Estudio de la variabilidad en la implementación del Last Planner System (lps) en proyectos que adoptan la herramienta por primera vez. Santiago de Cali, Colombia. Obtenido de <https://bibliotecadigital.univalle.edu.co/bitstream/handle/10893/14511/CB-0565789.pdf?sequence=1>
- Campos Deza, C. J., & Guadaña Chacón, O. A. (2019). Implementación del sistema Last Planner en construcción de puentes metálicos caso: construcción de puente Muyuna. Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/648611>
- Daniel Itodo, E. (2017). Exploratory study into the use of Last Planner ® System and collaborative planning for construction process improvement. Nottingham, United Kingdom. Obtenido de <https://core.ac.uk/display/83949386>
- Huapaya Escudero, C. X., & Torres Perez, H. (2021). Implementación de la metodología Lean Construction y las herramientas de la calidad para mejorar la productividad en la obra de reconstrucción y modernización de la Institución Educativa N°21508 ubicado en el distrito de Imperial-Provincia de



- cañete. Lima, Perú. Obtenido de <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/8713>
- Iturrizaga Cubas, J. A., & Camacho Castillo, S. (2021). Implementación del sistema Last Planner en la construcción de la ampliación de la Clínica Médica Cayetano Heredia. Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/656794>
- Klein da Costa, L. (2014). o uso do sistema Last Planner como Ferramenta para controle de produção: Aplicabilidade e estudo de caso. Santa Maria, Brasil. Obtenido de [http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2\\_2014/TCC\\_LUCAS%20KLEIN%20DA%20COSTA.pdf](http://www.ct.ufsm.br/engcivil/images/PDF/2_2014/TCC_LUCAS%20KLEIN%20DA%20COSTA.pdf)
- Marit Ragnhild, D. G. (2019). Implementation of Lean and Last Planner System in the construction industry in Norway. Stavanger, Noruega. Obtenido de <http://hdl.handle.net/11250/2621030>
- Mendoza Sanchez, W. W. (2019). Implementación del Last Planner y la metodología del valor ganado en proyectos civiles Construcción de Puentes, Red Vial 5- Huacho. Huancayo, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/20.500.12894/5555>
- Pons Achell, J. F. (2014). *Introducción a Lean Construction*. Madrid: Fundación Laboral de la Construcción. Obtenido de <http://www.juanfelipepons.com/wp-content/uploads/2017/02/Introduccion-al-Lean-Construction.pdf>
- Pons, J. F., & Rubio, I. (2019). *Lean Construction y la planificación colaborativa metodología del Last Planner System*. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica de España. Obtenido de <https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20PDF%20Web.pdf>
- Pons, J. F., & Rubio, I. (2021). *Lean Construction Las 10 claves del éxito para su implantación*. Madrid: Consejo General de la Arquitectura Técnica. Obtenido de <https://www.cgate.es/pdf/LEAN%20CONSTRUCTION%20II.pdf>
- Prasad Kudrekodlu, V., & Vasugi, V. (2021). Experiences from the implementation of last planner system®. (2). Obtenido de <http://op.niscair.res.in/index.php/IJEMS/article/view/44856/465479343>
- Rodriguez Porras, K. (2017). Implementación de la metodología de planificación y control “Last Planner” en el proyecto de construcción: Unidad Productiva San

Rafael. San Rafael, Costa Rica. Obtenido de <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/7296>

Sanchis Mestre, I. (2013). Last Planner System: un caso de estudio. Santiago, Chile. Obtenido de <https://m.riunet.upv.es/handle/10251/29693>

Velásquez Luque, H. M. (2020). Planificación y programación para la construcción de una estación del tren subterránea de la línea 2 del metro de Lima y Callao. Aplicando la metodología Lean Construction para el control y ejecución del proyecto. Lima, Perú. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/653749>