

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

**“ASPECTOS TÉCNICOS PARA MEJORAR LA EJECUCIÓN DE  
OBRA DE REPARACIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA,  
CASO AV. JORGE BASADRE -TACNA 2023”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**Bach. JULIO ALONSO SALDAÑA HUARCAYA**

**Bach. JENNIFER CINTHIA PINTO VERGARA**

**TACNA – PERÚ**

**2023**

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**TESIS**

**“ASPECTOS TÉCNICOS PARA MEJORAR LA EJECUCIÓN DE  
OBRA DE REPARACIÓN DE SUPERFICIE DE RODADURA,  
CASO AV. JORGE BASADRE -TACNA 2023”**

Tesis sustentada y aprobada el 05 de diciembre de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

**PRESIDENTE : Mtra. DINA MARLENE COTRADO FLORES**

**SECRETARIO : Mtra. ELIANA NANCY CHAMBILLA VELO**

**VOCAL : Mtro. MILTON CESAR GORDILLO MOLINA**

**ASESOR : Mtro. WILBER PERCY MENDOZA RAMIREZ**

## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Nosotros, Julio Alonso Saldaña Huarcaya y Jennifer Cinthia Pinto Vergara, egresados, de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificados con DNI 71226049 y 73498127 respectivamente, así como Wilber Percy Mendoza Ramírez con DNI 00520705; declaramos en calidad de autores y asesor que:

1. Somos los autores de la tesis titulada: *“Aspectos técnicos para mejorar la ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura, caso Av. Jorge Basadre -Tacna”*, la cual presentamos para optar el Título Profesional de *Ingeniero Civil*.
2. La tesis es completamente original y no ha sido objeto de plagio, total ni parcialmente, habiéndose respetado rigurosamente las normas de citación y referencias para todas las fuentes consultadas.
3. Los datos presentados en los resultados son auténticos y no han sido objeto de manipulación, duplicación ni copia.

En virtud de lo expuesto, asumimos frente a La Universidad toda responsabilidad que pudiera derivarse de la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos asociados a la obra.

En consecuencia, nos comprometemos ante La Universidad y terceros a asumir cualquier perjuicio que pueda surgir como resultado del incumplimiento de lo aquí declarado, o que pudiera ser atribuido al contenido de la tesis, incluyendo cualquier obligación económica que debiera ser satisfecha a favor de terceros debido a acciones legales, reclamos o disputas resultantes del incumplimiento de esta declaración.

En caso de descubrirse fraude, piratería, plagio, falsificación o la existencia de una publicación previa de la obra, aceptamos todas las consecuencias y sanciones que puedan derivarse de nuestras acciones, aceptando plenamente la normatividad vigente.

Tacna, 20 de noviembre del 2023



Julio Alonso Saldaña Huarcaya  
DNI: 71226049



Jennifer Cinthia Pinto Vergara  
DNI: 73498127



Wilber Percy Mendoza Ramírez  
DNI: 00520705

## DEDICATORIA

"Quiero expresar mi profundo agradecimiento a las personas que han tenido un impacto significativo en mi vida. A mi amados padres, Julián y Mirtha, cuyo amor incondicional y apoyo, así como también, sus lecciones invaluable sobre la vida y la integridad. A mi querida hermana, por compartir risas y aventuras inolvidables. A Daniela, mi pareja y apoyo que ha sido un soporte total de inicio a fin en este viaje. También a todos quienes han contribuido a mi crecimiento y desarrollo. Su influencia es mi fuente de inspiración y motivación. Los valoro y aprecio más allá de las palabras. Gracias por ser parte de mi vida"

Julio Alonso Saldaña Huarcaya

## DEDICATORIA

“No puedo más que elevar mi gratitud en primer lugar, a Dios, por darme la fortaleza y sabiduría para seguir día a día construyendo mi camino a lograr cada uno de mis sueños, por darme la salud necesaria para afrontar las circunstancias de mi vida.

A mis padres, Víctor y Andrea, a quienes les debo todo lo que soy, que con su amor incondicional y sacrificio han sido mi ancla en cada tormenta y mi impulso en cada triunfo; quienes creyeron en mí incluso cuando yo misma no lo hacía.

A mis hermanos y mi gran compañero de vida, quienes son mi mayor motivación para seguir en este largo camino llamado vida.

Todos ustedes fueron parte fundamental para mi desarrollo personal y profesional. Gracias por hacer de este arduo camino, un poco menos difícil”.

Jennifer Cinthia Pinto Vergara

## AGRADECIMIENTO

Al Ingeniero Wilber Mendoza Ramírez, asesor de la presente tesis, por su incansable apoyo, orientación y dedicación a lo largo de este arduo proceso de investigación. Su experiencia, paciencia y sabiduría han sido fundamentales para el desarrollo y éxito de este trabajo. Sus comentarios constructivos y sugerencias han sido invaluable, ayudándonos a perfeccionar nuestro enfoque y alcanzar un nivel más profundo de comprensión en nuestra área de estudio.

A los profesionales que participaron para el desarrollo de la investigación, así como por su valiosa retroalimentación que contribuyó significativamente a mejorar la calidad de este proyecto.

Este logro no habría sido posible sin su influencia positiva y su dedicación. Estamos profundamente agradecidos por haber tenido el privilegio de contar con ustedes en este proceso.

Jennifer Cinthia Pinto Vergara

Julio Alonso Saldaña Huarcaya

## ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS.....	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD .....	iii
DEDICATORIA.....	iv
AGRADECIMIENTO.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS .....	x
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xii
ÍNDICE DE ANEXOS .....	xv
RESUMEN .....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
INTRODUCCIÓN .....	18
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1.    Descripción del Problema .....	2
1.2.    Formulación del Problema .....	21
1.2.1.    Problema general .....	4
1.2.2.    Problemas específicos.....	4
1.3.    Justificación e importancia .....	4
1.4.    Objetivos .....	6
1.4.1.    Objetivo general .....	6
1.4.2.    Objetivos específicos.....	6
1.5.    Hipótesis .....	6
1.5.1.    Hipótesis General .....	6
1.5.2.    Hipótesis Específicas .....	7
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1.    Antecedentes de la Investigación.....	8
2.2.    Bases Teóricas .....	11
2.2.1.    Aspectos Técnicos .....	11
2.2.2.    Pavimento rígido.....	13

2.2.3.	Pavimento flexible .....	14
2.2.4.	Asfalto en caliente .....	16
2.2.5.	Proceso Constructivo.....	17
2.2.6.	Capas de la estructura del pavimento flexible.....	21
2.2.7.	Problemas sociales .....	22
2.3.	Definición de términos.....	24
2.3.1.	Superficie de rodadura .....	24
2.3.2.	Aspectos técnicos.....	24
2.3.3.	Pavimento .....	24
2.3.4.	Pavimento flexible .....	242
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO .....		25
3.1.	Diseño de la investigación.....	25
3.2.	Acciones y Actividades.....	25
3.3.	Materiales .....	25
3.4.	Población y muestra de estudio .....	26
3.4.1.	Población.....	26
3.4.2.	Muestra .....	26
3.5.	Operacionalización de variables.....	26
3.6.	Técnicas de Procesamiento y Análisis Estadístico .....	27
CAPÍTULO IV: RESULTADOS .....		28
4.1	Descripción de Proyectos.....	28
4.2	Descripción de la Obra.....	28
4.3	Pavimento adecuado .....	29
4.3.1.	Cálculos para el diseño de pavimento .....	33
4.3.2.	Periodo de diseño.....	43
4.3.3.	Numero estructural requerido (SNR) .....	43
4.3.4.	Cálculo de número estructural requerido .....	43
4.3.5.	Cálculo de número estructural actual.....	44
4.3.6.	Cálculo de espesor de recapamiento (Refuerzo) .....	46

4.3.7.	Resumen de espesores finales.....	49
4.4	Proceso constructivo adecuado .....	50
4.4.1.	Descripción del trabajo de campo.....	50
4.4.2.	¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar la máquina fresadora, desde la indagación de proveedores hasta el traslado a la obra? .....	50
4.4.3.	¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar la planta de asfalto en caliente, desde la indagación de proveedores hasta el inicio de la producción de asfalto?.....	51
4.4.4.	¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar la maquinaria del tren de asfalto, desde la indagación de proveedores hasta el traslado a la obra del tren del asfalto? .....	52
4.4.5.	¿Estaría de acuerdo en penalizar la demora en el suministro de equipos (Planta de asfalto y maquinaria pesada)?.....	53
4.4.6.	¿Estaría de acuerdo que el inicio de plazo contractual sea posterior al traslado de la planta de asfalto? .....	54
4.4.7.	¿Estaría de acuerdo que le inicio del plazo contractual sea posterior a la movilización de la maquinaria del tren de asfalto?.....	55
4.4.8.	¿Cuánto es el tiempo estimado para elaborar, aprobar el diseño del pavimento asfáltico en caliente y ejecutar el tramo de prueba? .....	56
4.4.9.	¿Estaría de acuerdo con iniciar el fresado del pavimento antiguo luego de aprobado el tramo de prueba? .....	57
4.4.10.	¿Estaría de acuerdo que el fresado de un tramo (retiro de la carpeta asfáltica antigua) se ejecute luego de verificar que el contratista tiene los materiales necesarios (piedra chancada, arena, cemento asfáltico y otros) puestos en obra para ejecutar dicha sección de la obra? .....	58
4.4.11.	¿Estaría de acuerdo que el fresado de un tramo (retiro de la carpeta asfáltica antigua) se ejecute luego de culminado el tramo adyacente, es decir, el contratista solamente luego de culminar el primer tramo puede retirar el asfalto antiguo del segundo? .....	59
4.4.12.	¿Estaría de acuerdo en penalizar la demora del inicio del fresado de cada tramo? .....	60
4.4.13.	¿Estaría de acuerdo en ejecutar la obra por secciones terminadas de obras? .....	61

4.5	Problemática social .....	61
4.5.1.	Descripción del trabajo de campo .....	61
4.5.2.	Resultados e interpretación del trabajo de campo.....	63
4.5.3.	Grupo según sector encuestado .....	63
4.5.4.	¿Cuál o cuáles incomodidades frecuentes(s) ha sentido por la ejecución y/o paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre iniciada el 01 de abril del 2022?.....	64
4.5.5.	Debido a la paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre ¿Cuánto estima la demora del tránsito vehicular o peatonal diario?.....	65
4.5.6.	Debido a la paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre el ruido generado es: .....	66
4.5.7.	Debido a la paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre, ¿Cuánto estima el incremento mensual del mantenimiento vehicular? .....	67
4.5.8.	Durante la ejecución y/o paralización de la obra, ¿Cuánto estima Ud. que tuvo de pérdidas económicas, mensualmente?.....	68
4.5.9.	Para usted. ¿Cuánto debería demorar la ejecución de un tramo de una obra vial como esta, en condiciones normales?.....	69
	CAPÍTULO V: DISCUSIÓN .....	70
	CONCLUSIONES .....	76
	RECOMENDACIONES .....	77
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	79
	ANEXOS .....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Operacionalización de variables de investigación.....	27
Tabla 2. Características del proyecto.....	28
Tabla 3. Cálculo del IMDA tramo II.....	30
Tabla 4. Cálculo del IMDA tramo IV.....	31
Tabla 5. Resumen del Índice medio diario por tramo.....	32
Tabla 6. Diseño de pavimento por tramo o sub tramo.....	32
Tabla 7. Resumen del IMDA de los tramos II y IV.....	33
Tabla 8. Resumen de los diversos ESAL de diseño para los tramos II y IV.....	34
Tabla 9. Resumen de los ESAL de diseño definitivo para los tramos II y IV.....	34
Tabla 10. Cálculo de CBR de diseño Tramo II.....	35
Tabla 11. Cálculo de CBR de diseño Tramo IV.....	35
Tabla 12. Categoría de subrasante de acuerdo al CBR.....	36
Tabla 13. Resumen de los promedios de CBR obtenidos para los tramos II y IV...	36
Tabla 14. Resumen de módulo resiliente de los tramos II y IV.....	37
Tabla 15. Resumen de Confiabilidad en %.....	38
Tabla 16. Resumen del coeficiente estadístico de desviación estándar normal.....	39
Tabla 17. Tabla de serviciabilidad inicial.....	40
Tabla 18. Tabla de serviciabilidad final.....	41
Tabla 19. Tabla de variación de serviciabilidad.....	42
Tabla 20. Valores recomendados del coeficiente de Drenaje (m) para bases y subbases granulares.....	43
Tabla 21. Datos para el cálculo de número estructural requerido tramo II.....	44
Tabla 22. Datos para el cálculo de número estructural requerido tramo IV.....	45
Tabla 23. Resultados de ensayo CBR para el tramo II.....	47
Tabla 24. Resumen de espesores finales.....	49

Tabla 25. Tiempo estimado para habilitar máquina fresadora.....	50
Tabla 26. Tiempo estimado para habilitar planta de asfalto en caliente.....	51
Tabla 27. Tiempo estimado para habilitar tren de asfalto.....	52
Tabla 28. Penalización ante demora de suministros de equipos.....	53
Tabla 29. Inicio de plazo contractual posterior al traslado de la planta de asfalto.....	54
Tabla 30. Resumen de población encuestada.....	55
Tabla 31. Tiempo estimado para elaborar y aprobar diseño de pavimento.....	56
Tabla 32. Inicio de fresado de pavimento antiguo o existente.....	57
Tabla 33. Inicio del fresado de un tramo.....	58
Tabla 34. Conformidad de ejecución de fresado al culminar tramo adyacente.....	59
Tabla 35. Penalización ante demora por inicio de fresado.....	60
Tabla 36. Ejecución por secciones terminadas en obra.....	61
Tabla 37. Población según sector encuestado.....	63
Tabla 38. Incomodidades frecuentes generadas a la población.....	64
Tabla 39. Demora del tránsito vehicular y peatonal.....	65
Tabla 40. Ruido generado debido a paralización de obra.....	66
Tabla 41. Incremento mensual de mantenimiento vehicular.....	67
Tabla 42. Pérdidas económicas mensuales.....	68
Tabla 43. Tiempo de ejecución de un tramo de obra similar.....	69
Tabla 44. Equipos y/o maquinarias indispensables para inicio de obra.....	72

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Estado actual de la superficie de rodadura de la Av. Jorge Basadre G.....	3
Figura 2. Estado actual de la superficie de rodadura de la Av. Jorge Basadre G .....	3
Figura 3. Estratigrafía de un pavimento rígido .....	14
Figura 4. Estratigrafía de un pavimento flexible.....	15
Figura 5. Aplicación de la mezcla asfáltica en caliente .....	16
Figura 6. Estado de las vía urbanas escarificadas, posterior a la paralización .....	23
Figura 7. Vista satelital de las vías principales de la ciudad de Tacna .....	29
Figura 8. Correlación entre CBR y Módulo Resiliente .....	37
Figura 9. Cálculo de número estructural requerido tramo II .....	45
Figura 10. Cálculo del número estructural requerido tramo IV .....	46
Figura 11. Cálculo de espesor de recapamiento tramo II .....	48
Figura 12. Cálculo de espesor de recapamiento tramo IV .....	49
Figura 13. Gráfico de tiempo estimado para habilitar máquina fresadora .....	51
Figura 14. Gráfico de tiempo estimado para habilitar planta asfalto en caliente .....	52
Figura 15. Gráfico de tiempo estimado para habilitar tren de asfalto .....	53
Figura 16. Gráfico de penalización de demora en el suministro de equipos .....	54
Figura 17. Gráfico de inicio de plazo contractual posterior al traslado de la planta de asfalto .....	55
Figura 18. Gráfico de inicio de plazo contractual posterior a movilización de tren de asfalto .....	56
Figura 19. Gráfico de tiempo estimado para elaborar y aprobar diseño de pavimento y ejecutar tramo de prueba.....	57
Figura 20. Gráfico de inicio de fresado de pavimento antiguo .....	58
Figura 21. Gráfico de de inicio de fresado de un tramo luego de tener los materiales puestos en obra .....	59
Figura 22. Gráfico de fresado de un tramo luego de culminar el tramo adyacente .	60

Figura 23. Gráfico de penalización de demora de inicio de fresado de cada tramo	60
Figura 24. Gráfico de ejecución de obras por secciones terminadas .....	61
Figura 25. Fotografía de algunos negocios encuestados .....	62
Figura 26. Fotografía a población local encuestada .....	62
Figura 27. Fotografía a conductor/transeúnte encuestado.....	63
Figura 28. Categoría de población encuestada (%) .....	64
Figura 29. Gráfico de barras de incomodidades de la población (%).....	65
Figura 30. Demora de tránsito vehicular y peatonal .....	66
Figura 31. Ruido generado en paralización de obra (%).....	67
Figura 32. Incremento mensual del mantenimiento vehicular (%) .....	67
Figura 33. Pérdidas económicas mensuales (%).....	68
Figura 34. Estimación de tiempo de ejecución de tramos similares por intervalos mensuales (%).....	69

**ÍNDICE DE ANEXOS**

Anexo 1. Matriz de consistencia .....	99
Anexo 2. Encuesta N° 01 .....	100
Anexo 3. Encuesta N° 02 .....	103

## RESUMEN

En la presente investigación que lleva por título: “Aspectos técnicos para mejorar ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023”, tiene como objetivo principal proponer los aspectos técnicos para mejorar ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura. La metodología empleada fue un diseño no experimental, por lo cual para el desarrollo del primer objetivo utilizaremos el método AASHTO 93 para poder recalcular y plantear el pavimento adecuado. El segundo objetivo se desarrolló en base a la aplicación de encuestas a profesionales en el campo de la ingeniería civil, dando como resultado que en promedio un 60% está de acuerdo con las mejoras en el proceso constructivo planteado en las encuestas. Finalmente, para el tercer objetivo se aplicaron encuestas a la población afectada directa o indirectamente por la paralización de la obra vial en cuestión, siendo casi un 99% la población que se vio afectada por el retraso que se presenta en esta obra ya que afecta en las labores cotidianas de pobladores locales, así como conductores y transeúntes.

**Palabras clave:** Aspectos técnicos; obra vial; proceso constructivo.

## ABSTRACT

In this research, which is titled: "Technical aspects to improve execution of repair work on the rolling surface that includes Avenida Jorge Basadre in the city of Tacna 2023", the main objective is to propose the technical aspects to improve execution of work repair of rolling surface. The methodology used was a non-experimental design, so for the development of the first objective we will use the AASHTO 93 method to be able to recalculate and propose the appropriate pavement. The second objective was developed based on the application of surveys to professionals in the field of civil engineering, resulting in an average of 60% agreeing with the improvements in the construction process proposed in the surveys. Finally, for the third objective, surveys were applied to the population affected directly or indirectly by the stoppage of the road work in question, with almost 99% of the population being affected by the delay that occurs in this work since it affects the daily tasks of local residents, as well as drivers and pedestrians.

**Keywords:** Technical aspects; road work; construction process.

## INTRODUCCIÓN

La eficiencia de las vías guarda una estrecha relación con la excelencia en su construcción, la cual ha experimentado mejoras gracias a la aplicación de técnicas y métodos que incluyen la integración de materiales alternativos. Además, es evidente que el objetivo fundamental de construir vías radica en ofrecer una superficie sólida y duradera, capaz de resistir las tensiones derivadas del tráfico y las variaciones climáticas.

Varios elementos, como las condiciones naturales, el diseño, la capacidad de transporte, la ausencia de mantenimiento y la evaluación constante, tienen el potencial de impactar la durabilidad del pavimento al generar irregularidades que reducen la vida útil de una carretera. Por esta razón, es crucial llevar a cabo un estudio detallado sobre el diseño efectivo de un pavimento, considerando las etapas de su mantenimiento y las reparaciones periódicas, como medida para mitigar este desafío.

La presente tesis se enfoca en analizar y proponer mejoras en los aspectos técnicos clave que influyen en la ejecución de obras de reparación de superficie de rodadura. La investigación se basa en la evaluación del pavimento existente de la obra "Reparación de superficie de rodadura, en las vías nacionales y vecinales que comprende la Av. Jorge Basadre Grohmann distrito Tacna, provincia Tacna, departamento Tacna". Se abordan aspectos como el diseño adecuado de pavimento, así como un proceso constructivo ideal para llevar a cabo la ejecución de obra de la manera más correcta a criterio profesional, así como abarcar la información sobre los problemas sociales ocurridos debido a la paralización de una obra de esta magnitud en una de las avenidas más transitadas de nuestra ciudad.

## CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

### 1.1. Descripción del Problema

Desde su construcción hasta su posterior entrega, los pavimentos se ven sujetos a lo largo de toda su vida útil, a sufrir diversos episodios de desgaste en su superficie de rodadura, así como también fallas por agrietamientos, ahuellamiento entre otras patologías relacionadas directamente con la carga recibida a la que están sometidos debido al tránsito constante de vehículos.

Debemos considerar que una carretera es una vía de uso público, que fue construida principalmente para la circulación de vehículos ya sean livianos o pesados, y que su importancia radica en ser el eje principal del transporte de cada país, razón por la cual su construcción y mantenimiento constante deben ser de connotación estratégica. A pesar del diseño, construcción e importancia de estas carreteras es que se requiere de gran presupuesto para inversión, por lo que deben ser analizadas minuciosamente con el objetivo de lograr una carretera técnicamente ejecutada, funcional y factible económicamente.

En el Perú también se cuenta con diversas carreteras que funcionan como conexión entre las principales ciudades con las pequeñas comunidades, logrando así un desarrollo económico y cultural de nuestra región. No obstante, nuestras carreteras en su mayoría están conformadas por pavimento flexible, siendo nuestra superficie de rodadura realizada en base a asfalto, dicho material que presenta problemas de desgaste después de su construcción debido al tráfico, clima y tiempo de servicio.

Sin embargo, el mayor problema que presenta la superficie de rodadura de un pavimento flexible después de su construcción es la falta de un mantenimiento adecuado para mantener un índice de serviciabilidad que a su vez garantice una calidad de tránsito para la población.

En nuestra región desde hace ya muchos años la considerable degradación por fallas estructurales de nuestra red vial con ahuellamientos, desintegración, disgregación, piel de cocodrilo entre otros, por ese motivo se aprobó el proyecto "Reparación de superficie de rodadura en el (la) vías nacionales y vecinales que comprende la avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito de Tacna, provincia de Tacna, departamento de Tacna" CUI 2483478, dicha obra inició la obra durante el año 2022, en febrero de 2023 el contratista retiró la anterior carpeta de rodadura, según se aprecia

de las fotografías de 22 de febrero como se observa en la Figura 1 y 2, afectando con ello al tránsito vehicular, peatonal y medio ambiente:

### Figura 1

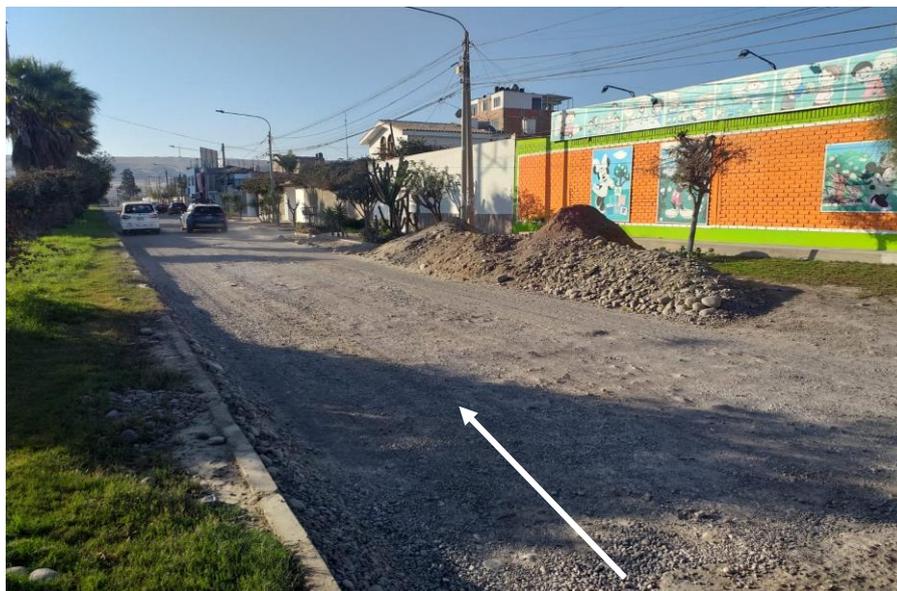
*Estado actual de la superficie de rodadura en Av. Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Dentro de la zona resaltada se muestra el fresado realizada por maquinaria pesada en la superficie de rodadura existente.

### Figura 2

*Estado actual de la superficie de rodadura en Av. Jorge Basadre Grohmann*



*Nota.* Se muestra la el fresado realizado por maquinaria pesada en la superficie de rodadura existente.

Debido que la empresa contratista abandonó la obra, el gobierno regional de Tacna resolvió el contrato, mediante resolución de gerencia general regional n.º 222-2023-GGR/GOB.REG.TACNA de 12 de abril de 2023. En ese sentido, se advierte que el retiro del pavimento antiguo afecta al tránsito vehicular y peatonal.

Cabe precisar, que el gobierno regional de Tacna ha reanudado la ejecución de la obra que estuvo paralizada, por eso el objetivo de esta investigación es proponer aspectos técnicos para mejorar la ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura, analizando el caso de la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023; para así lograr tener un mejor comportamiento funcional y su vez económico.

## **1.2. Formulación del Problema**

### **1.2.1. Problema general**

¿Se han considerado los aspectos técnicos adecuados para la ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023?

### **1.2.2. Problemas específicos**

- a. ¿Cuál sería el pavimento adecuado para mejorar la ejecución de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023?
- b. ¿Cuál es el proceso constructivo para mejorar la ejecución de la obra reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023?
- c. ¿Cuáles son los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023?

## **1.3. Justificación e importancia**

En la actualidad, al examinar los desafíos en el área focal de esta investigación, se identifica como una necesidad para los residentes de la zona que abarca la Avenida

Jorge Basadre en la ciudad de Tacna la posibilidad de desplazarse por esta vía principal y llevar a cabo actividades comerciales esenciales en la región.

Por lo tanto, la implementación del proyecto vial es de gran importancia, ya que no solo facilita un tráfico vehicular fluido sin congestiones para los usuarios que utilizan diariamente esta avenida, sino que la falta de ejecución de este proyecto podría ocasionar un retroceso económico para nuestra ciudad. Sin embargo, vale la pena destacar que el tránsito de vehículos pesados se presenta como una de las principales causas del deterioro en la superficie de rodadura de la carretera.

De manera similar, al enfrentarnos a los desafíos en nuestra ciudad y en diversas áreas del Perú, surge la necesidad de contemplar posibles soluciones que optimicen la realización de proyectos de reparación y mantenimiento. Esto se vuelve crucial para las futuras construcciones de pavimentos, que resultan indispensables ante el crecimiento desmedido de la población. Partiendo de esta problemática, se hace viable la concepción de un proceso constructivo eficiente que beneficie tanto el aspecto económico como el social, contribuyendo así a mejorar las condiciones de transporte.

Desde el punto de vista económico

Con la conclusión de este trabajo de investigación, buscamos lograr una ejecución eficiente en la reparación de pavimentos que optimice el proceso constructivo. El objetivo es generar un costo razonable para la obra y minimizar las interrupciones al tráfico vehicular y peatonal en beneficio del desarrollo de nuestra región. Esto se debe a que transitar por una vía sin pavimento flexible resulta en mayores costos de mantenimiento vehicular, retrasos en el tráfico y gastos adicionales en mantenimiento o reparaciones hasta que la obra pueda reiniciarse.

Desde el punto de vista social

Actualmente en la zona que comprende el proyecto siendo los tramos II y IV se encuentran viviendas, negocios familiares, negocios empresariales, grifos, incluso instituciones del estado; siendo ésta una alta demanda de población afectada tanto usuarios como residentes de la zona, esta demanda es mayor debido a que ésta es una de las dos únicas vías que conecta con la entrada de la ciudad de Tacna. Con proyectos de rehabilitación urbana como este se busca mejorar el confort de los habitantes.

Desde el punto de vista ambiental

Igualmente se podría reducir la contaminación que genera levantamiento de partículas en suspensión y la emisión de smog generada por los vehículos. Estas partículas llegan

a impregnarse en las viviendas aledañas y como consecuencia a esto, el daño ocasionado a los transeúntes y pobladores de la zona. También se buscará minimizar los daños ocasionados durante el proceso de rehabilitación siendo la etapa de ejecución la de mayor cuidado.

Desde el punto de vista científico

Por tal motivo el presente trabajo busca dar una alternativa de solución en la parte técnica que evite el retraso de obras de renovación de superficies de rodadura que se concluya por completo y de ese modo poder liquidar y realizar el cierre respectivo.

#### **1.4. Objetivos**

##### **1.4.1. Objetivo general**

Proponer los aspectos técnicos para mejorar ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.

##### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a. Determinar el pavimento adecuado para mejorar la ejecución de obras de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.
- b. Proponer el proceso constructivo para mejorar la ejecución de la obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.
- c. Determinar los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.

#### **1.5. Hipótesis**

##### **1.5.1. Hipótesis General**

No se han considerado los aspectos técnicos adecuados para la ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.

### **1.5.2. Hipótesis Específicas**

- a. El pavimento adecuado para mejorar la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, es la aplicación de un pavimento flexible de mezcla asfáltica en caliente.
- b. El proceso constructivo para mejorar la ejecución de obra reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, consiste en controlar la provisión de equipos para retirar, fabricar e instalar la carpeta asfáltica y definir restricciones para retirar la superficie de rodadura antigua.
- c. Los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, son demora en el tránsito vehicular, generación de partículas en suspensión y mayores costos de mantenimiento vehicular.

## CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1 A nivel Internacional

Miranda Rebolledo (2010) En su tesis que lleva por título “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos” de la Universidad Austral de Chile. Su objetivo principal es identificar las deficiencias en pavimentos flexibles y rígidos, ofreciendo al mismo tiempo soluciones para su rehabilitación y preservación. El documento detalla los distintos tipos de pavimentos presentes y las razones detrás de sus fallos, proponiendo además varias técnicas para repararlos. La conclusión destaca la crucial importancia de identificar la causa subyacente de la falla, ya que esto es fundamental para llevar a cabo una evaluación adecuada y proceder con la reparación, con el fin de mejorar su capacidad de servicio (Mirando Rebolledo, 2010).

Quezada et al. (2022) en su tesis “Evaluación de la estructura del pavimento de la Av. 25 de marzo de la ciudad de Cuenca – Ecuador y propuesta de rehabilitación” El objetivo principal fue determinar y proponer una intervención alternativa para mejorar la operatividad de la vía actual, así como identificar, clasificar y cuantificar posibles fallas a lo largo del tramo evaluado. Se llevó a cabo un levantamiento de información in situ, abordando aspectos como las características geométricas de la vía, el deterioro potencial y la capacidad vehicular de la Avenida 25 de marzo. Los resultados obtenidos se llevaron a la recomendación de fresar 1.5 pulgadas del pavimento asfáltico existente y aplicar un refuerzo de 6 pulgadas en la vía. En consecuencia, se concluye que es crucial realizar mantenimientos periódicos y controles visuales utilizando la metodología PCI para identificar fallos en el pavimento y corregirlos a tiempo. El mantenimiento debe adoptarse como una medida preventiva y rutinaria, ajustándose a la naturaleza específica de la vía ( Quezada et al. , 2022)

Daza Acevedo & Rodríguez Machuca (2018) realizaron una investigación titulada "Especificaciones de construcción de afirmados, bases, subbases y pavimentos asfálticos para carreteras – Una comparación entre Colombia y México". Su objetivo fue comparar ciertas especificaciones de los capítulos 3 y 4 de la Secretaría de Comunicación y Transporte (SCT) de México y del Instituto Nacional de Vías de Colombia (INVIAS). El propósito era lograr una comparación precisa de los procesos y requisitos relacionados con materiales, equipos, ejecución en obra, parámetros de calidad, recomendaciones y pagos por concepto de trabajo de afirmados y mezclas

asfálticas en ambos países. La conclusión principal fue que establecer criterios y procedimientos para la planificación, licitación, adjudicación, contratación, ejecución, supervisión y, en su caso, operación y mitigación del impacto ambiental genera uniformidad de estilo y calidad en las obras públicas (Daza Acevedo & Rodríguez Machuca 2018).

### **2.1.2 A nivel Nacional**

Quispe Fajardo (2019) lleva a cabo una investigación titulada "Evaluación de la carpeta asfáltica del pavimento flexible en la Avenida La Marina – Nuevo Chimbote – Ancash 2019". El objetivo principal de este estudio es evaluar la condición de la carpeta asfáltica en el pavimento flexible utilizando la metodología Vizir como base para la evaluación. Se realizó una inspección visual en toda la extensión del pavimento, a 2 km, donde se identificaron fallas de Tipo A y Tipo B. Además, se recopilaron datos para comprender la problemática existente en la Avenida La Marina. La investigación se clasifica como descriptiva, ya que se detallan las propiedades y características del pavimento flexible. El diseño fue no experimental y transeccional, ya que la recolección de datos se llevó a cabo en un único momento. Como conclusión, se señala que el pavimento en la Avenida La Marina se encuentra en mal estado, incapaz de cumplir con su función en los tramos evaluados. Se identificaron fallas de Tipo A y B con gravedad media y alta, resultando en un índice de deterioro general del 55% en la vía. El estudio recomienda una ampliación en la evaluación de pavimentos para determinar el grado de deterioro de la Avenida La Marina y comprender las condiciones actuales del pavimento, lo que permitirá aplicar soluciones rápidas y mejorar la vía con conocimiento de sus características (Quispe Fajardo, 2018).

Saavedra Ruiz & Sarmiento Palomino (2021) En su tesis "Mantenimiento de pavimento rígido y flexible para evitar un desgaste prematuro en vías urbanas" El propósito de esta metodología es organizar de manera sistemática la información relacionada con el desgaste cuantificado en carreteras urbanas, causado por el tráfico vehicular, así como por diversos factores como el clima, que contribuyen al deterioro de pavimentos flexibles y rígidos. La herramienta principal utilizada para este proceso fue el programa ArcGis Pro ®. El enfoque metodológico adoptado fue deductivo, con una perspectiva cualitativa para la identificación de vehículos y sus características, así como para evaluar los tipos de mantenimiento en las vías correspondientes. Se llevó a cabo un conteo para determinar la cantidad de vehículos que transitaban por las vías a intervenir y la carga que cada una de estas vías soportaba. Luego, mediante métodos visuales en el terreno y el uso de ortofotos capturadas con un dron fotogramétrico, se

identificaron las fallas en el pavimento. Finalmente, la información recopilada se sistematizó utilizando ArcGis Pro ® y, de acuerdo con cada tipo de pavimento analizado, se propusieron métodos apropiados de mantenimiento preventivo (Saavedra Ruiz & Sarmiento Palomino, 2021).

Estrada Ulloa (2022) En su tesis titulada “Renovación de pistas y veredas en el Jr. Progreso en la localidad de Yaután, distrito de Yaután, provincia de Casma, departamento de Ancash” El objetivo de este proyecto fue mejorar la accesibilidad tanto vehicular como peatonal, cumpliendo con los requisitos de los usuarios y teniendo un impacto positivo directo en el sector urbano. Se determinarán las directrices normativas para llevar a cabo la construcción de la vía. La metodología utilizada se basó en una topografía longitudinal irregular con tramos de pendientes que oscilaban entre el 3,5% y el 5%. El desarrollo del proyecto siguió los planos, mediciones, presupuestos y especificaciones técnicas detalladas en el estudio preparado para su elaboración. Como resultado, se logró mejorar la accesibilidad tanto para peatones como para vehículos, y la reconstrucción contribuyó a la restauración del comercio y la comunicación en la zona. A nivel Regional (Estrada Ulloa, 2022).

### **2.1.3 A nivel Local**

Jimenez Jalire & Cutipa Legua (2022) En su tesis “Evaluación funcional y la transitabilidad vehicular en el pavimento asfáltico de la carretera Tacna - Los palos, tramo: Emp. PE-1SD - Los Palos, Tacna – 2022” El propósito de este estudio era determinar la rugosidad en pavimentos flexibles utilizando la aplicación TotalPave en un teléfono inteligente. El trabajo realizado permitió caracterizar las imperfecciones superficiales dentro del pavimento asfáltico. Se utilizó la aplicación TotalPave en un smartphone Samsung Galaxy Note 10, montado en un auto Toyota Tercel 95, que circuló a velocidades entre 60 y 70 km/h en una sección de calzada de 6.60 m a 7.20 m con un ancho de carril de 3.30 m. Como conclusión, tras evaluar los resultados, se calificó la transitabilidad como regular, recomendando actividades de mantenimiento, rehabilitación y/o reconstrucción. Se propuso un tratamiento superficial que involucra la colocación de una bicapa de emulsiones asfálticas o carpeta asfáltica en frío. Se destacó que la aplicación utilizada representa una metodología confiable, de bajo costo y también de alto rendimiento (Jimenez Jalire & Cutipa Legua 2022).

Gonzales Gavelán & Sucari Torres (2021) En su tesis “Funcionamiento de obras por tramos en proyectos viales urbanos para mejorar el bienestar de la población de la ciudad de Tacna - 2021” Tuvo como objetivo analizar cómo funcionan las obras por

segmentos en proyectos de pavimentación. El propósito principal era establecer los elementos necesarios para la ejecución de proyectos de superficie de rodadura, abordando componentes del tránsito vehicular, peatonal y otros aspectos relevantes. Posteriormente, se evaluó la viabilidad de llevar a cabo la ejecución de los elementos del proyecto vial por tramos. La naturaleza de la investigación fue aplicada y se basó en un diseño documental. La conclusión principal fue que los proyectos de reparación de superficie de rodadura son de gran importancia debido a las pérdidas económicas derivadas del uso comercial, afectando los ingresos que deben beneficiar a la comunidad. Como propuesta, se sugiere la ejecución por tramos para abordar de manera más efectiva estas problemáticas (Gonzales Gavelán & Sucari Torre, 2021).

Sánchez Bueno & Chire Iquiapaza (2021) En su tesis “Análisis del comportamiento estructural y funcional en el pavimento flexible para mejorar la transitabilidad vehicular en la av. Litoral, tramo Av. Cristo Rey - Av. Tarapacá - distrito de Tacna, 2020” El objetivo principal de este estudio fue realizar un análisis estructural y funcional del pavimento flexible. Para evaluar las fallas funcionales, se utilizaron las metodologías del PCI, mientras que, para analizar las posibles fallas estructurales, se implementó el método VIZIR. El método PCI y VIZIR se basaron en la inspección visual por unidades de muestreo. Al final del estudio, se logró determinar el comportamiento tanto estructural como funcional del pavimento flexible, identificando las fallas superficiales y aquellas de origen estructural que podrían afectar la transitabilidad de la vía. Las conclusiones indicaron que la transitabilidad se clasifica como regular, ya que no se encontraron fallas estructurales, solo problemas como parcheo, depresiones y desprendimiento de agregados. Se compararon los resultados obtenidos por ambas metodologías, y se comprobará que la condición de la superficie del pavimento flexible evaluada mediante el método PCI fue superior que con el método VIZIR. Esto se debió a que el primero proporcionó más soluciones para las alternativas ya existentes en el mantenimiento de las vías (Sánchez Bueno & Chire Iquiapaza, 2021).

## **2.2. Bases Teóricas**

### **2.2.1. Aspectos Técnicos**

Los aspectos técnicos en una obra abarcan los elementos relacionados con la ejecución y producción de la misma, y estos pueden variar dependiendo del tipo de obra. En este contexto, se engloban aspectos como los requisitos, el cronograma de ejecución, los métodos de construcción, los recursos utilizados, el empleo de herramientas o equipos, la calidad de la ejecución, entre otros. En resumen, estos aspectos representan las

prácticas y habilidades esenciales para llevar a cabo una obra de manera eficiente y exitosa.

Según la Ley de contrataciones del estado, Ley nº 30225, (2014), en el Artículo 29, hace mención a los Requerimientos indicando que los términos de referencia y expediente técnico deben tener la descripción clara y precisa de las características necesarias para ejecutar la obra, así como los requisitos para seleccionar al ejecutor y condiciones contractuales para lograr la finalidad pública de la obra.

En el caso específico de obras, obliga a identificar y asignar posibles riesgos tanto al contratista y entidad pública para poder ejecutar la obra y gestionar su impacto, a fin de disminuirlos o reducirlos.

También detalla que, no se establezcan requisitos excesivos y desproporcionados con la ejecución o necesidades de la obra, para no limitar la concurrencia de postores o direccionar hacia alguna empresa.

Otro aspecto técnico fundamental en cualquier proyecto es el calendario de ejecución de obras, el cual se define como un plan detallado que establece fechas y plazos previstos para llevar a cabo todas las actividades y tareas necesarias en un proyecto de construcción. Estas actividades abarcan desde la preparación del sitio y la adquisición de materiales, hasta la contratación de mano de obra, la fase de construcción en sí, las inspecciones y cualquier otro elemento vinculado con la ejecución de la obra.

El calendario de ejecución de obras es crucial para asegurar que el proyecto se concluya en el plazo establecido y dentro del presupuesto asignado. Además, facilitar la coordinación efectiva de las distintas etapas del proyecto y la gestión eficiente de los recursos. Este calendario no solo es esencial para prevenir retrasos costosos, sino que también contribuye a la resolución de problemas que puedan surgir durante la ejecución de la obra. Por lo general, se elabora antes de iniciar el proyecto y se actualiza a medida que se avanza en los trabajos y se enfrentan desafíos en el sitio de construcción. (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018).

Dentro de la Ley de Contrataciones del Estado, se aborda un artículo que trata sobre el cronograma de ejecución de obras y proporciona algunos conceptos clave:

El programa de ejecución de obra se refiere a la secuencia lógica de actividades constructivas que deben realizarse en un período de tiempo definido. Este programa abarca exclusivamente las partidas presupuestarias del expediente técnico, incluyendo cualquier relación o dependencia entre ellas. Se elabora utilizando el método CPM

(Critical Path Method, por sus siglas en inglés), y sirve como base para la creación del calendario de avance de obra con valorización.

El calendario de avance de obra valorizado es un documento que registra la valorización de las distintas partidas o elementos de una obra en intervalos de tiempo específicos, según lo establecido en las bases del contrato o en el propio contrato, generalmente de manera mensual. Este calendario se crea tomando como referencia el Programa de Ejecución de Obra y posibilita un seguimiento detallado de los costos asociados con el progreso de la obra a lo largo del tiempo. Constituye una herramienta esencial para supervisar los gastos y asegurar que el proyecto se desarrolle conforme a lo planificado y dentro del presupuesto asignado.

La Ruta Crítica en un Programa de Ejecución de Obras se refiere a la secuencia de actividades planificadas en un proyecto de construcción en la que cualquier demora en una de esas actividades tendría un impacto directo en el tiempo total de ejecución del proyecto. En otras palabras, estas son actividades que determinan el plazo más extenso para completar el proyecto y, por lo tanto, son esenciales para garantizar su finalización puntual. La supervisión y gestión cuidadosa de las actividades en la ruta crítica son cruciales para asegurar que el proyecto se complete según lo programado (Ministerio de Economía y Finanzas, 2018).

### **2.2.2. Pavimento rígido**

Un pavimento rígido es una superficie de carretera construida con materiales notables por su alta rigidez y resistencia, siendo el concreto un ejemplo destacado. En contraste con los pavimentos flexibles, que son más adaptables y maleables, los pavimentos rígidos son considerablemente más sólidos y poseen una estructura estratificada, como se ilustra en la Figura 3.

Algunas características que presentan estos tipos de pavimentos son:

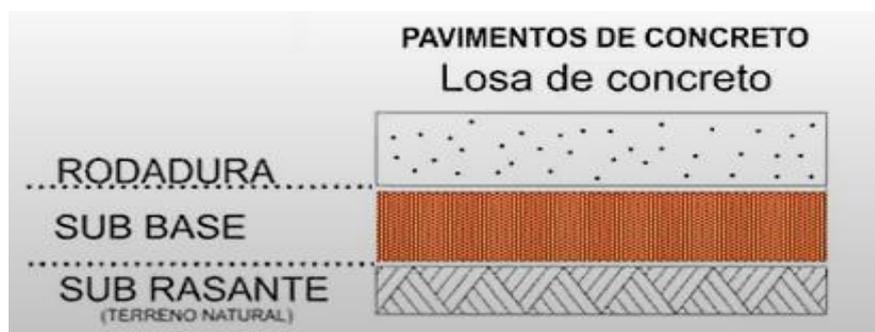
- a. **Material principal:** El material principal utilizado en los pavimentos rígidos es el concreto, que se vierte y se endurece para crear una superficie resistente y duradera.
- b. **Resistencia:** Los pavimentos rígidos son muy resistentes a las tensiones y cargas que ejerce el tráfico vehicular. Esto los hace ideales para carreteras y calles con un alto volumen de tráfico pesado.
- c. **Durabilidad:** Los pavimentos rígidos tienden a ser más duraderos que los pavimentos flexibles y requieren menos mantenimiento a lo largo de su vida útil.

- d. Superficie lisa: Suelen ofrecer una superficie de conducción suave y estable, lo que es especialmente importante para la seguridad y la comodidad de los conductores.
- e. Menos deformación: A diferencia de los pavimentos flexibles, los pavimentos rígidos no se deforman significativamente bajo la carga del tráfico, lo que evita problemas como las deformaciones y baches en la carretera.
- f. Mantenimiento y reparación: Aunque los pavimentos rígidos son duraderos, si se producen daños o grietas, las reparaciones pueden ser más costosas y complicadas que en los pavimentos flexibles.

Los pavimentos rígidos se utilizan comúnmente en autopistas, carreteras de alto tráfico y áreas donde se necesita una superficie resistente y duradera. Aunque son adecuados para ciertas aplicaciones, la elección entre pavimentos rígidos y flexibles depende de factores como el volumen de tráfico, el costo, el clima y las condiciones del suelo, así como de las consideraciones económicas y medioambientales (García, 2015).

**Figura 3**

*Estratigrafía de un pavimento rígido*



*Nota.* Se muestran las capas de un pavimento rígido.

### 2.2.3. Pavimento flexible

El pavimento flexible es un tipo pavimento utilizado en la construcción de carreteras y caminos. Este tipo de pavimento está diseñado para ser más flexible y adaptable que otros tipos de pavimentos, como los pavimentos rígidos, como el concreto. Los pavimentos flexibles se componen generalmente de varias capas, incluyendo una base granular, una capa de base asfáltica y una capa de superficie asfáltica.

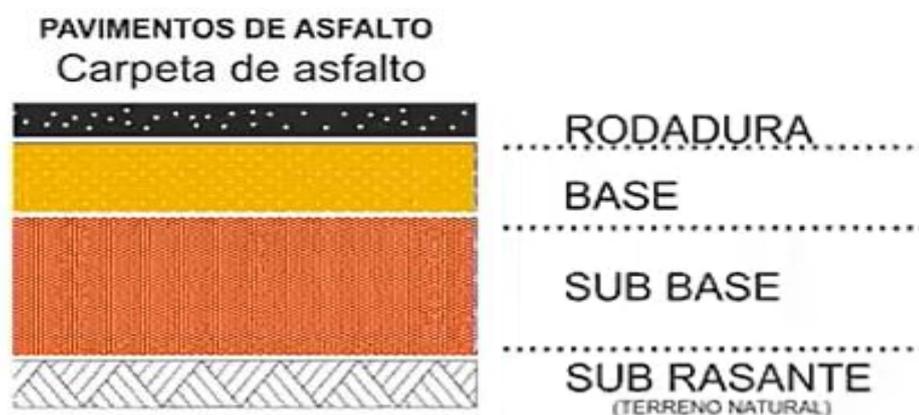
La flexibilidad del pavimento flexible permite que se adapte a las cargas y deformaciones que experimenta debido al tráfico y las variaciones de temperatura. Esto lo hace adecuado para carreteras y caminos donde se espera un alto nivel de tráfico y donde las condiciones climáticas pueden cambiar significativamente a lo largo del año.

El mantenimiento y la reparación de los pavimentos flexibles generalmente implican la reposición de capas de asfalto o la aplicación de tratamientos de superficie para restaurar su integridad y su capacidad de servicio. Este tipo de pavimento es comúnmente utilizado en muchas carreteras y calles en todo el mundo debido a su versatilidad y capacidad para soportar cargas.

Una estructura de pavimento flexible generalmente consta de múltiples capas de materiales dispuestos de manera estratégica para soportar tensiones y cargas que experimentan a lo largo de su vida útil tal como se muestra en la Figura 4, la estratigrafía del pavimento. Las capas superiores por lo general, se componen de asfalto de alta calidad, siendo responsables de proporcionar una superficie resistente y duradera, mientras que las capas inferiores, que pueden incluir materiales granulares, actúan como soporte y ayudan a disipar las tensiones. El análisis de estas estructuras se realiza teniendo en cuenta las propiedades y características de cada capa, así como las cargas que se espera que soporte durante su vida útil (Monsalve et al. ,2012).

**Figura 4**

*Estratigrafía de un pavimento flexible*



*Nota.* Se muestran las capas de un pavimento flexible.

#### 2.2.4. Asfalto en caliente

El uso del asfalto en caliente en la construcción de carreteras es ampliamente adoptado debido a sus características y beneficios. Se trata de una mezcla asfáltica compuesta por diversos elementos, incluyendo una combinación bituminosa con áridos y un ligante que se utiliza para unir eficientemente todos los ingredientes. Su nombre hace referencia a que la aplicación de este asfalto debe realizarse a una temperatura superior a la habitual, lo que requiere una viscosidad adecuada para garantizar su manejabilidad y calidad superior como se muestra en la Figura 3.

Entre los beneficios destacados se encuentra su estabilidad, trabajabilidad, , resistencia a la fatiga y durabilidad, siendo esta la razón principal por la cual se utiliza comúnmente en la construcción de carreteras. Además, ofrece resistencia, lo que mejora la superficie y corrige posibles problemas estructurales. También presenta una alta resistencia al agrietamiento por bajas temperaturas, y demuestra una notable capacidad para resistir daños causados por la humedad, lo cual es beneficioso en diversas regiones del país( Limber Gutierrez, 2017).

**Figura 3**

*Aplicación de la mezcla asfáltica en caliente*



*Nota.* Se observa el vapor generado por la alta temperatura de su colocación.

### **2.2.5. Proceso Constructivo**

El proceso constructivo dentro de la estructura del pavimento está detallado a partir de cada una de las capas estructurales, detalladas a continuación:

#### **2.2.5.1. Sub rasante**

Para iniciar la subrasante, se debe preparar el suelo para la cual es muy importante la cimentación para las capas que vendrán a continuación.

- **Escarificación y homogeneización**

Consiste en la disgregación del suelo a lo largo del área logrando así que adquiera una condición suelta.

- **Humectación del suelo**

Si el suelo estuviese muy seco, este puede humedecerse mediante un sistema de riego tradicional con un  $\pm$  2% respecto a la humedad óptima para proceder con una compactación adecuada.

- **Aireación del suelo**

Solo si la humedad natural del terreno supera la humedad óptima se deberá remover el suelo de un lado a otro con ayuda de una motoniveladora o en caso, compactar y escarificar el suelo hasta llevarlo a una condición óptima de  $\pm$  2 % de humedad óptima.

- **Compactación**

Consiste en la compactación de la subrasante, en el Perú se utiliza como referencia la máxima densidad seca del ensayo de Proctor modificado (Gabriel Bonnet, 2014).

#### **2.2.5.2. Sub Base Granular**

Para el proceso de formación de la sub- base granular, se suministra de agregado granular para su puesta en alineamientos verticales, así como dimensiones y pendientes especificadas en los planos del proyecto.

- **Escarificación del material**

Si se decide mantener el afirmado existente como parte de la subbase granular de debe escarificar con una profundidad de 100 mm o según especificaciones del expediente técnico, seguido de esto se compactará para obtener así el mismo nivel de compactación perteneciente a la sub base, con espesor en 150 mm.

- **Transporte del material de subbase**

El transporte del material debe realizarse en vehículos aprobados que cumplan con las especificaciones técnicas del servicio a fin de que cumplir el reglamento vigente de pesos y dimensiones del ministerio de transporte, así como también brindar la protección ambiental necesaria que debe tener el proyecto.

- **Extensión y conformación de material**

Se considera el espesor de la capa compactada entre 100 mm a más según se especifique en el diseño de pavimento. El espesor de subbase compactada a realizarse debe ser superior a 10 cm y el material colocado en 2 o más capas de similar espesor y no menor a 100 mm.

La distribución granulométrica de la extensión del material deberá ser uniforme con las menores segregaciones posibles.

- **Compactación**

Posterior a humedecer el material extendido, debemos compactar con el equipo aprobado hasta lograr la densidad seca específica.

La compactación se realizará longitudinalmente, iniciándose en los bordes exteriores hacia el centro, y teniendo como ancho no menor la mitad del ancho del rodillo compactador.

- **Terminado**

Completada la compactación se deberá perfilar la superficie de la capa, ajustándola a los perfiles longitudinales y transversales que requiere el proyecto.

- **Control de calidad**

Se deberá retirar como último paso dentro de la sub base granular todos los restos de materia vegetal y/o orgánica que presente un tamaño superior al máximo especificado que pueda interferir con la calidad de la capa (Gabriel Bonnet, 2014).

### 2.2.5.3. Base Granular

- **Transporte del material de base**

Así como el desarrollo de la sub base, debemos considerar utilizar la maquinaria aprobada para el transporte del material para su posterior colocación.

- **Extensión y conformación del material**

El material puesto deberá disponerse uniformemente para verificar su homogeneidad.

La cantidad del material extendido deberá tener un espesor en capa compactada no menor a 100 mm ni mayor a 200 mm. Si el espesor es mayor, se deberá colocar en dos o más capas, procurando que sean lo mayor homogéneas posibles entre sí, así como que no sean menores a 100mm. El material extendido en la superficie de la capa deberá contar con una granulometría uniforme y sin segregaciones evidentes.

- **Compactación**

Se realizará la compactación del terreno una vez se haya extendido el material de la base granular, así como también cuente con su humedad apropiada, se deberá conformar en alineamientos y secciones típicas, posterior a esto se compactará con el equipo mecánico correspondiente hasta lograr la densidad seca específica.

Las zonas que no logren ser compactadas con el equipo mecánico en uso ya sea por su inaccesibilidad del tamaño del equipo, por su pendiente o su proximidad a obras de arte, deberá de igual manera lograr la densidad seca adecuada con el equipo apropiado en estos casos, como apisonadores, entre otros.

La compactación deberá efectuarse longitudinalmente, comenzando por los bordes exteriores hacia el centro, continuando con el avance con un ancho no menor al ancho del rodillo.

- **Terminado**

Culminando la compactación de la base, procedemos con la perfilación de la superficie de la base, ajustando los perfiles longitudinales y transversales de la obra.

- **Apertura al tránsito**

Solamente se habilitará el ingreso de tránsito vehicular si es que se ha procedido con el compactado total de la base y en caso es de necesidad habilitar el tránsito, en conjunto con el equipo técnico se debe concretar un plan de distribución tomando vías alternas o habilitando un carril de ser necesario con el fin de evitar ahuellamientos sobre la superficie.

- **Control de calidad**

El control debe darse durante la etapa de ejecución de la capa base, constatando las descargas a los acopios y retirando las impurezas de la vía como restos vegetales y/o orgánicos que dificulten una correcta calidad en el trabajo realizado.

#### **2.2.5.4. Superficie de rodadura**

- **Riego de imprimación**

Tiene como función principal la protección de la superficie de la base que se encuentra como la anterior capa. La imprimación se basa en el suministro y aplicación de material asfáltico que mayormente suele ser MC - 30.

- **Transporte de la mezcla**

Se deberá tomar las precauciones del caso durante el transporte de la mezcla asfáltica, manteniendo la temperatura y que no sea inferior a la mínima que se especifica dentro del pedido del material. Se debe verificar en la fábrica de producción la entrega del material con una extracción de muestra para realizar los ensayos a fin de verificar la calidad de la entrega.

- **Extensión de la mezcla**

La extensión de la mezcla asfáltica sobre la imprimación debe darse de manera extendida por la maquina pavimentadora y/o en todo caso la maquinaria y el personal esparcido en el alineamiento del tramo a pavimentar. Se deben cumplir los alineamientos, anchos y espesores específicos dentro del expediente técnico y con constante supervisión del ingeniero y la entidad.

- **Compactación**

Después de extender la mezcla con la temperatura adecuada y con los procesos adecuados se procede con la compactación del material el cual debe realizarse de manera longitudinal y de manera continua y homogénea.

Se iniciará por los bordes hacia el centro, omitiendo curvas peraltadas, y paralelamente al eje de la vía hasta que la superficie de rodadura haya sido compactada en su totalidad.

En el caso que la extensión se haya realizado por franjas, se debe compactar y uniendo franjas se ampliará una y la consecuente con al menos 15cm de la anterior. Los rodillos deberán cumplir adecuadamente la tarea de compactación teniendo el equipamiento necesario y el personal de obra calificado para el

correcto desarrollo de la compactación, logrado así el mayor metrado de compactación por parte del rodillo.

La compactación se realizará de manera constante por parte del rodillo y puede complementarse con trabajo manual el cual sea requerido dentro de áreas poco o nulamente accesibles por el rodillo. Asimismo, se culminará con un apisonado final con equipo liso a fin de borrar ahuellamiento dejados por el equipo mecánico durante su ejecución (Gabriel Bonnet, 2014).

## **2.2.6. Capas de la estructura del pavimento flexible**

Dentro de las capas de un pavimento flexible tenemos las siguientes:

### **2.2.6.1. Superficie de rodadura**

La superficie de rodadura o capa de rodadura está compuesta por mezclas asfálticas y materiales pétreos. Esta capa que es la capa visible de la vía, es la que recibe directamente las cargas que son aplicadas por los vehículos circulantes y los efectos ambientales como humedad, la radiación solar entre otras. Su principal función es proteger la estructura como tal, logrando una impermeabilización desde la superficie del pavimento y esta capa debe presentar las características de suavidad para la comodidad de la circulación de vehículos y la rugosidad para brindar seguridad de tránsito, para el presente caso es carpeta asfáltica en caliente.

### **2.2.6.2. Base granular**

Es la siguiente capa granular ubicada por debajo de la superficie de rodadura, formada por material granular para brindar una resistencia adecuada y mantener la resistencia ante la posible variación de las condiciones que puedan darse. La principal función de esta capa es proporcionar resistencia para que se transmitan en una intensidad adecuada los esfuerzos producidos por las cargas vehiculares hacia la sub base y sub rasante, capas que se encuentran debajo de esta. Las características de este material están definidas por las especificaciones técnicas del ministerio de transportes y comunicaciones, la que establece que debe tener material triturado, baja plasticidad y CBR mayor a 80 %.

### **2.2.6.3. Sub base granular**

Es la segunda capa en construcción dentro de la vía y representa el menor gasto dentro de la vía ya que cuenta con los materiales más económicos respecto a las

demás, su principal función es la del drenaje del agua que pueda filtrarse a través de la estructura o que pueda ascender por la sub rasante debido a la capilaridad. Generalmente este material es seleccionado, pero sin material triturado, su resistencia depende de las características naturales o de las mezclas. Su especificación técnica también es definida por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

#### **2.2.6.4. Sub rasante**

Es la capa que soporta la estructura de pavimento y sus características dentro del terreno se mejoran con una adecuada compactación para mejorar la resistencia frente a las cargas, el rango de compactación está en el orden del 90 % al 100 % de la máxima densidad seca obtenido del Proctor modificado (Gabriel Bonnet, 2014).

#### **2.2.7. Problemas sociales**

La ejecución de obras de reparación de superficies de rodadura, aunque necesaria para mantener la infraestructura vial en buen estado, también puede plantear problemas sociales. Algunos de los problemas sociales comunes asociados con la reparación de pavimentos son:

- **Impacto ambiental:** La construcción de obras puede tener un impacto significativo en el entorno natural, incluyendo la degradación del suelo, deforestación, contaminación del agua. Estos impactos ambientales pueden tener consecuencias a largo plazo para el equilibrio ecológico.
- **Ruido y contaminación del aire:** Las operaciones de construcción asociadas con la reparación de pavimentos, como el uso de maquinaria pesada y herramientas de construcción, a menudo genera niveles elevados de ruido y emisiones de polución del aire, lo que puede afectar la calidad de vida de las personas que viven en las cercanías. Esto puede dar lugar a problemas de salud, como estrés y enfermedades respiratorias.
- **Desplazamiento del tráfico y congestión:** Durante la reparación de obras viales, a menudo se requiere el cierre temporal de carreteras, avenidas o calles y cambios en las rutas del tráfico. Esto puede resultar en congestión del tráfico, retrasos en los desplazamientos y frustración para los conductores y peatones.
- **Impacto en la economía local:** Aunque las obras de construcción a menudo generan empleo y oportunidades económicas, también puede afectar a las empresas locales o negocios aledaños a la obra, ya que se reduce el acceso a

las empresas locales. La disminución de la afluencia de clientes puede afectar negativamente los ingresos ya sea en los pequeños negocios o empresas.

- Acceso a los servicios básicos: Las obras viales y de construcción a veces pueden afectar temporalmente el acceso a servicios básicos como agua, electricidad y alcantarillado, lo que puede ser un desafío para las comunidades locales.
- Daño a propiedades y vehículos: La reparación de pavimentos a veces resulta en daños a propiedades y vehículos cercanos debido a la vibración, polvo, escombros y otras actividades de construcción.
- Problemas de seguridad: Las áreas de construcción de pavimentos pueden ser peligrosas para peatones y ciclistas, lo que plantea preocupaciones de seguridad en las zonas cercanas a las obras.
- Desplazamiento de comunidades: La construcción de obras, como carreteras, proyectos de desarrollo urbano, a menudo implica el desplazamiento de comunidades enteras. Esto puede causar la pérdida de viviendas, tierras agrícolas y la destrucción de la estructura social de las comunidades desplazadas (Cepal Transporte, 2018).

La mitigación de estos problemas sociales en la ejecución de obras requiere una planificación cuidadosa, la consideración de impactos sociales y ambientales, la consulta con las partes interesadas locales y la implementación de medidas para minimizar los efectos negativos en la comunidad. Para abordar estos problemas sociales en la reparación de pavimentos, es importante que las autoridades y las empresas de construcción lleven a cabo una buena planificación, comuniquen claramente los horarios y las rutas alternas, implementen medidas de seguridad y así minimicen el impacto en la comunidad local.

### **Figura 6**

*Estado de las vías fresadas, posterior a la paralización de obra.*



## **2.3. Definición de términos**

### **2.3.1. Superficie de rodadura**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma (MEF,2015).

### **2.3.2. Aspectos técnicos**

Es la descripción detallada de características de condiciones mínimas de calidad que debe reunir un producto (Martinez P, s/f)

### **2.3.3. Pavimento**

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y constituyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados (Monsalve et al., 2012).

### **2.3.4. Pavimento Flexible**

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la subbase.

Monsalve, L., Giraldo, L., & Gaviria, J. (2012). Diseño de pavimento flexible y rígido. Armenia: Universidad del Quindío.

## **CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO**

### **3.1. Diseño de la investigación**

Esta investigación es no experimental debido a que las variables, aspectos técnicos y ejecución de obras de renovación de superficie de rodadura, no fueron manipuladas o variarían de forma intencional. Así mismo, se ha observado lo ocurrido en la ejecución de la obra que renovará la superficie de rodadura en la Av. Jorge Basadre, luego del cual discutimos lo ocurrido.

Esta investigación es transversal, debido a que se analizó en un momento determinado la situación actual del proyecto.

### **3.2. Acciones y Actividades**

Se realizaron visitas a la zona de ejecución de la obra “Reparación de la superficie de rodadura, en el (la) vías nacionales y vecinales que comprende la avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito de Tacna, provincia de Tacna, departamento de Tacna” para recopilar información respecto a las características técnicas, problemas generados a la población, aplicando formularios pre establecidos.

Así mismo, se recopiló información del sistema electrónico de contrataciones del estado, sistema de información de obras públicas, consulta amigable y otros sitios web de acceso libre para establecer las características, ejecución física, financiera y problemas de la citada obra.

Finalmente, mediante la aplicación de una encuesta a profesionales de la gestión de proyectos se validó la propuesta de proceso constructivo para mejorar la ejecución de las obras que incluyan la reparación de la superficie de rodadura en vías urbanas.

### **3.3. Materiales**

Los materiales serán los necesarios para realizar la visita técnica a la situación actual de la obra como: cámara fotográfica, wincha, cuaderno de anotación, computadoras y otros que permitan registrar el estado situación del cuaderno de obra.

### **3.4. Población y muestra de estudio**

#### **3.4.1. Población**

La población es la contratación y ejecución de la obra “Reparación de la superficie de rodadura, en el (la) vías nacionales y vecinales que comprende la avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito de Tacna, provincia de Tacna, departamento de Tacna”, identificada con el código único de inversión 2483478, desarrollada en los años 2022 y 2023.

#### **3.4.2. Muestra**

Para la presente investigación la muestra será toda la obra “Reparación de la superficie de rodadura, en el (la) vías nacionales y vecinales que comprende la avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito de Tacna, provincia de Tacna, departamento de Tacna”.

Para la recopilación de la problemática se obtuvieron respuestas a 50 personas del área de influencia de la vía y 30 profesionales que participaron en la ejecución, supervisión, inspección, gestión o control de este tipo de obra.

### **3.5 Operacionalización de variables**

Posterior a la distinción de variables en nuestro tema de investigación se reconocieron las variables 1 y 2 respectivamente.

En la Tabla 1 se muestra la operacionalización de las variables.

**Tabla1***Operacionalización de variables*

<b>Variable</b>	<b>Definición conceptual</b>	<b>Indicadores</b>	<b>Unidad de medida</b>
Variable 1: Aspectos técnicos	Los aspectos técnicos son las condiciones técnicas y procesos constructivos para la ejecución de obras	Diseño de pavimento Proceso constructivo Problemas sociales	Tipo de pavimento Metodología de aplicación Demora, polvo, mantenimiento vehicular.
Variable 2: Ejecución de obras de renovación de superficie de rodadura	Consiste en la demolición del pavimento antiguo y construcción de nueva superficie de rodadura en un pavimento flexible	Renovación de asfalto en caliente	Metro cuadrado

*Nota.* Toda la información proporcionada en la tabla 1 refiere en síntesis al contenido de la presente investigación. Elaboración propia

### **3.5. Técnicas de Procesamiento y Análisis Estadístico**

En este trabajo de investigación para validar el pavimento adecuado para mejorar la ejecución de obras de superficie de rodadura, se utilizó el programa Ecuación AASHTO 93 y para el aspecto social se realizó una encuesta a la población afectada entre los vecinos de las zonas colindantes y quienes transitan la vía, así como también se aplicarán encuestas virtuales a profesionales relacionados con la ejecución de obras, para su análisis se dividirán las respuestas de la información recopilada y fueron procesadas en Microsoft Excel para el desarrollo estadístico.

Los resultados se presentan utilizando tablas, gráficos o esquemas para su explicación, análisis y discusión, con los porcentajes o valores captados en las encuestas. Por lo que, el análisis fue cuantitativo, por medio de la estadística descriptiva que involucra la distribución de frecuencias.

## CAPÍTULO IV: RESULTADOS

### 4.1 Descripción de Proyectos

El proyecto que se tomó para analizar en la presente investigación fue considerado por sus características, siendo una vía de acceso principal para la ciudad de Tacna, con un alto flujo vehicular, avenida de uso comercial y mayor transitabilidad. Lo que permite evaluar qué aspectos podrían mejorar para una óptima ejecución de este tipo de obras.

### 4.2 Descripción de la Obra

La obra “Reparación de superficie de rodadura; en el (la) vías nacionales y vecinales que comprende la avenida Jorge Basadre Grohmann, Distrito de Tacna, Provincia de Tacna, Departamento de Tacna”, cuenta con los tramos II y IV a desarrollar, situados en km 0 + 760 al 3 + 403 Carretera Vecinal TA - 624 (Circunvalación Norte) y km 0 + 075 al 1 + 080 Carretera Urbana (Circunvalación Oeste) respectivamente, con las características detalladas en la Tabla 2.

**Tabla 2**

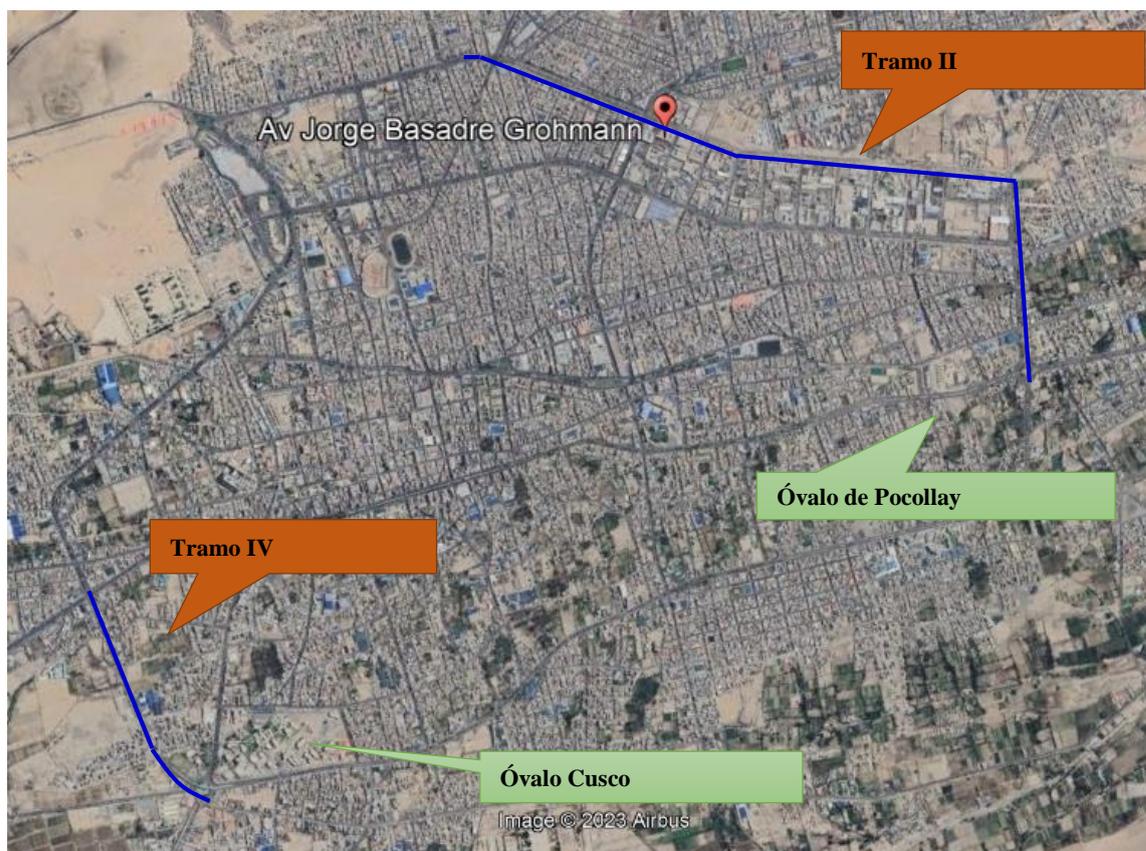
*Características del proyecto*

<b>Categoría</b>	<b>Descripción</b>
Entidad	Gobierno Regional de Tacna
Estado	Reanudación
Ubicación y descripción del área de estudio	Se ubica en la vía que comprende la Av. Jorge Basadre en la ciudad de Tacna
Acceso al área de estudio	Tramo II y tramo IV que tiene varios accesos ya que forman parte del anillo vial
Empresa ejecutora	Gore y constructora Surupana S.A.C
Modalidad de contratación	Por contrata
Sistema de contratación	Se recomendó sea por precios unitarios
Código único de inversiones	2483478
Tiempo de ejecución (proyectado)	135 días calendario
Longitud	4 + 483,00 km
Monto	s/. 10004655,66

Nota. Datos extraídos del Expediente Técnico de obra.

**Figura 7**

*Vista satelital de las vías principales de la ciudad de Tacna*



*Nota.* Captura de imagen extraída del programa Google Earth.

### 4.3 Pavimento adecuado

Para determinar el pavimento adecuado se realizó el análisis del expediente, en el estudio de suelos se encontró la descripción del estado actual de las vías (al 2020), según los resultados obtenidos de los cálculos efectuados se evidencia que el estado actual del pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann, tanto en el tramo II y IV (Clínica la Luz - óvalo Cusco, óvalo de Pocollay – ingreso a ciudad nueva y Av. Pinto – Salida a Tarata), como se muestra en la Figura 7, presentan vía pavimentada en estado leve-regular, estado regular, regular a malo, con existencia de deformaciones en la parte superficial de la carpeta asfáltica.

El análisis de tráfico en cada tramo cuantificó, clasificó y comprendió el flujo vehicular en la vía demostrados en la Tabla 3 y Tabla 4.

**Tabla 3***Cálculo del IMDA tramo II, conteo vehicular EA-07*

<b>Tipo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
Auto	1542	1446	1398	1320	1292
Taxi	2291	2152	2133	2086	2100
Camioneta Pick up	746	702	735	740	786
Camioneta Panel	15	13	13	3	13
C.R	531	536	539	554	529
Micro	261	248	248	248	248
Bus grande 2E	2	1	0	0	0
Bus >=3E	0	0	0	0	0
Camión 2E	305	303	308	306	398
Camión 3E	28	30	30	31	36
Camión 4E	3	2	2	10	2
Semi trayler 2S1/2S2	15	21	5	15	15
Semi trayler 2S3	16	19	14	14	14
Semi trayler 3S1/3S2	10	12	16	16	16
Semi trayler >=3S3	33	44	43	43	43
Trayler 2T2	3	6	0	0	0
Trayler 2T3	0	0	0	0	0
Trayler 3T2	0	0	0	0	0
Trayler >=3T3	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>5801</b>	<b>5535</b>	<b>5500</b>	<b>5396</b>	<b>5492</b>

(continúa)

Tabla 3 (continuación)

*Cálculo del IMDA tramo II, conteo vehicular EA-07*

<b>Tipo</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>	<b>Total</b>	<b>Imds</b>	<b>Imda</b>
Auto	1229	1020	9247	1321	1211
Taxi	2096	1749	14607	2086,71	1914
Camioneta Pick up	821	694	5224	746,29	684
Camioneta Panel	9	9	85	12,14	11
C.R	519	456	3664	523,43	480
Micro	313	324	1890	270	248
Bus grande 2E	0	0	3	0,43	0
Bus >=3E	0	0	0	0	0
Camión 2E	391	327	2338	334	307
Camión 3E	36	36	227	32,43	30
Camión 4E	2	0	21	3	3
Semi tráiler 2S1/2S2	2	2	85	12,14	11
Semi tráiler 2S3	0	0	77	11	10
Semi tráiler 3S1/3S2	0	0	70	10	9
Semi tráiler >=3S3	52	21	279	39,86	37
Tráiler 2T2	0	0	15	2,14	2
Tráiler 2T3	0	0	0	0	0
Tráiler 3T2	0	0	0	0	0
Tráiler >=3T3	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>5470</b>	<b>4638</b>		<b>5405</b>	<b>4957</b>

Nota. Fuente del Expediente Técnico de Obra

**Tabla 4***Cálculo del IMDA tramo IV, conteo vehicular EA-01*

<b>Tipo</b>	<b>Lunes</b>	<b>Martes</b>	<b>Miércoles</b>	<b>Jueves</b>	<b>Viernes</b>
Auto	2788	2122	2146	2453	2673
Taxi	4667	3159	3111	3759	4348
Camioneta Pick up	1091	899	898	1081	1023
Camioneta Panel	12	9	3	6	13
C.R	365	294	278	343	358
Micro	22	10	15	20	21
Bus grande 2E	1	0	0	4	1
Bus >=3E	0	0	4	0	0
Camión 2E	278	297	318	325	268
Camión 3E	12	25	36	31	13
Camión 4E	0	0	0	0	0
Semi tráiler 2S1/2S2	0	1	0	5	0
Semi tráiler 2S3	0	0	0	3	0
Semi tráiler 3S1/3S2	0	0	2	1	0
Semi tráiler >=3S3	16	25	33	21	16
Tráiler 2T2	0	0	0	1	0
Tráiler 2T3	0	0	0	0	0
Tráiler 3T2	0	0	0	0	0
Tráiler >=3T3	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>9252</b>	<b>6841</b>	<b>6844</b>	<b>8053</b>	<b>8734</b>

(continúa)

Tabla 4 (continuación)

*Cálculo del IMDA tramo IV, conteo vehicular EA-01*

<b>Tipo</b>	<b>Sábado</b>	<b>Domingo</b>	<b>Total</b>	<b>Imds</b>	<b>Imda</b>
Auto	1680	1539	15401	2200,14	2018
Taxi	2504	2259	23807	3401	3119
Camioneta Pick up	712	651	6355	907,86	833
Camioneta Panel	5	5	53	7,57	7
C.R	232	219	2089	298,43	274
Micro	9	9	106	15,14	14
Bus grande 2E	0	0	6	0,86	1
Bus >=3E	0	0	4	0,57	1
Camión 2E	237	204	1927	275,29	253
Camión 3E	17	16	150	21,43	20
Camión 4E	0	0	0	0	0
Semi tráiler 2S1/2S2	1	1	8	1,14	1
Semi tráiler 2S3	0	0	3	0,43	0
Semi tráiler 3S1/3S2	0	0	3	0,43	0
Semi tráiler >=3S3	19	16	146	20,86	19
Tráiler 2T2	0	0	1	0,14	0
Tráiler 2T3	0	0	0	0	0
Tráiler 3T2	0	0	0	0	0
Tráiler >=3T3	0	0	0	0	0
<b>Total</b>	<b>5416</b>	<b>4919</b>		<b>7151</b>	<b>6560</b>

Nota. Fuente del Expediente Técnico de Obra

Determinando el Índice Medio Diario (IMD) por cada tramo, según se resumen la Tabla 5.

**Tabla 5**

*Resumen de índice medio diario por tramo*

<b>Tramo</b>	<b>Índice medio diario</b>
Tramo II (desde Salida Tarata hasta Óvalo de Pocollay)	12,300 veh/día
Tramo IV (desde óvalo Cuzco hasta Clínica La Luz)	6,560 veh/día

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra.

Continuando con la secuencia de recolección de datos básicos de diseño como cargas actuantes capacidad portante y materiales con que se dispone, se evalúa el espesor o capas que se requiere para este tipo de vías que tendrán que soportar las cargas diarias generado por el flujo vehicular de tal modo que se mantenga una serviciabilidad adecuada. Para el presente caso, se utilizó el Método AASHTO 93 de actual aplicación en nuestro país, el cual determinó el diseño de estructura de pavimento, según se muestra en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Diseño de pavimento por tramo o sub tramo*

<b>Tramo / sub tramo</b>	<b>Diseño del pavimento</b>
Tramo II / Salida Tarata – Av. Pinto	3 pulgadas de concreto asfáltico en caliente
Tramo II / Av. Pinto – Ingreso Ciudad Nueva	3 pulgadas de concreto asfáltico en caliente + base
Tramo II / Ingreso Ciudad Nueva – Óvalo Pocollay	3 pulgadas de concreto asfáltico en caliente
Tramo IV – Clínica La Luz – Óvalo Cuzco	3 pulgadas de concreto asfáltico en caliente

*Nota.* Datos extraídos del Expediente Técnico de obra.

Luego de evaluar los datos obtenidos en el expediente técnico, se determinó que el pavimento adecuado para el tramo II será el recapamiento obteniendo según el cálculo un espesor de 3 pulgadas para la carpeta asfáltica, del mismo modo el pavimento adecuado para el tramo IV se obtuvo según el cálculo una carpeta asfáltica de 3 pulgadas.

### 4.3.1. Cálculos para el diseño de pavimento

#### 4.3.1.1. Índice Medio Diario Anual actualizado

Se refiere a una medida estadística que indica el promedio diario de tráfico en una carretera específica a lo largo de un año. Este índice es una herramienta importante para planificación, ya que nos permite entender la carga de tráfico en una carretera durante un período extendido, el cual se encuentra detallado en la Tabla 7.

**Tabla 7**

*Resumen del IMDA de los tramos II y IV*

<b>Resumen de resultados de imda por tramos</b>			
<b>Tramo</b>	<b>Código estación</b>	<b>Imda distrito</b>	<b>Distrito</b>
	EA - 07	4957 veh/día	
	EA - 08	4305 veh/día	
	EA - 09	2245 veh/día	
	EA - 10	2184 veh/día	
Tramo II	EA - 11	8256 veh/día	Tacna, Alto de la Alianza y Pocollay
	EA - 12	6764 veh/día	
	EA - 13	11353 veh/día	
	EA - 14	12300 veh/día	
	EA - 15	11253 veh/día	
	EA - 16	10473 veh/día	
Tramo IV	EA - 01	6560 veh/día	Tacna
	EA - 02	5843 veh/día	

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra

#### 4.3.1.2. Resumen de resultados ESAL de diseño de estructura de pavimentos

Detallado y especificado en la Tabla 8 y Tabla 9.

**Tabla 8**

*Resumen de los diversos ESAL de diseño para los tramos II y IV*

<b>Resumen de resultados de imda por tramos</b>			
<b>Tramo</b>	<b>Código estación</b>	<b>Esal de diseño</b>	<b>Distrito</b>
Tramo II	EA - 07	5445977,21	Tacna, Alto de la Alianza y Pocollay
	EA - 08	4274510,10	
	EA - 09	3835567,69	
	EA - 10	2801474,29	
	EA - 11	3711537,36	
	EA - 12	3360520,38	
	EA - 13	4796695,15	
	EA - 14	4274442,58	
	EA - 15	4709703,06	
Tramo IV	EA - 01	3761702,89	Tacna
	EA - 02	2730648,20	

*Nota.* Para cada ESAL de diseño por tramo se usará el valor más alto.

**Tabla 9**

*Resumen del ESAL de diseño definitivo para los tramos II y IV*

<b>Tramo</b>	<b>Código de ruta</b>	<b>ESAL de diseño (ee)</b>
Tramo II (desde salida Tarata hasta óvalo Pocollay)	TA – 624 vía vecinal	5445977,21
Tramo IV (desde óvalo Cuzco hasta Clínica La Luz)	Avenida Jorge Basadre	3761702,89

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra

#### **4.3.1.3. Cálculo de CBR de diseño**

Determinamos el CBR de diseño mediante el promedio de sus valores individuales, recomendado por el método AASHTO, con el cual también se recomienda eliminar los valores picos tanto superior como inferior para tener un mejor criterio.

Continuando con el cálculo de CBR de diseño por tramo, obtenemos un promedio para cada uno de los tramos, tal y como se muestra en las Tablas 10 y 11.

**Tabla 10***Cálculo de CBR de diseño Tramo II*

<b>Cálculo de CBR de diseño de Tramo II</b>			
<b>Calicata</b>	<b>Progresiva</b>	<b>CBR</b>	<b>CBR promedio</b>
C - 3	0 + 451	10,80	
C - 4	0 + 574	10,80	
C - 5	0 + 955	7,80	
C - 6	1 + 175	8,80	
C - 7	1 + 380	7,90	
C - 8	1 + 699	8,10	
C - 9	1 + 862	8,25	
C - 10	2 + 035	9,70	
C - 11	2 + 258	8,30	
C - 12	2 + 487	12,40	
C - 13	2 + 549	7,50	
C - 14	2 + 909	25,40	
C - 15	3 + 165	29,20	
Promedio			11,91

*Nota.* El CBR promedio es de 11.91. Extraído del Expediente Técnico de Obra.

**Tabla 11***Cálculo de CBR de diseño Tramo IV*

<b>Cálculo de CBR de diseño del Tramo IV</b>			
<b>Calicata</b>	<b>Progresiva</b>	<b>CBR</b>	<b>CBR promedio</b>
C - 18		16,00	
C - 19		20,00	
Promedio			18,00

*Nota.* El CBR promedio es de 18. Extraído del Expediente Técnico de Obra.

#### **4.3.1.4. Categoría de Subrasantes**

Mediante la categoría de subrasante (Tabla 10) podemos clasificar los tramos II y IV de acuerdo a su CBR obtenido. Siendo el caso de un CBR menor al 6 % demuestra que la categoría de subrasante es pobre, por ende, se recomienda mejorar a nivel de subrasante con material de préstamo.

Luego de evaluar los datos obtenidos en el expediente técnico, se determinó que el pavimento adecuado para el tramo II será el recapamiento obteniendo según el cálculo un espesor de 3 pulgadas para la carpeta asfáltica, del mismo modo el pavimento adecuado para el tramo IV se obtuvo según el cálculo una carpeta asfáltica de 3 pulgadas.

De acuerdo a la Tabla 12, el tramo II y IV se encuentran dentro de la categoría de "buena" con un CBR entre el 10 % y 20 %.

**Tabla 12***Categoría de subrasante de acuerdo al CBR*

<b>Categoría de subrasantes</b>	<b>CBR</b>
S0 : Subrasante inadecuada	CBR < 3 %
S1 : Subrasante pobre	De CBR ≥ 3 % A CBR < 6 %
S2 : Subrasante regular	De CBR ≥ 6 % A CBR < 10 %
S3 : Subrasante buena	De CBR ≥ 10 % A CBR < 20 %
S4 : Subrasante muy buena	De CBR ≥ 20 % A CBR < 30 %
S5 : Subrasante excelente	CBR ≥ 30 %

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra.**4.3.1.5. Diseño estructura del pavimento mediante AASHTO 93**

En base a los datos básicos para diseño, entre los cuales tenemos a los materiales disponibles, capacidad portante de la subrasante y cargas actuantes, evaluamos el espesor de la capa o capas necesarias para el soporte de las cargas futuras que debe cumplir, teniendo como horizonte de diseño un tiempo de 10 años. El diseño de estructura de pavimento se desarrollará con el método AASHTO 93. Comenzamos utilizando el diseño de CBR ya obtenido de los tramos II y IV, resumidos en la Tabla 13.

**Tabla 13***Resumen de los promedios de CBR obtenidos para tramos II y IV*

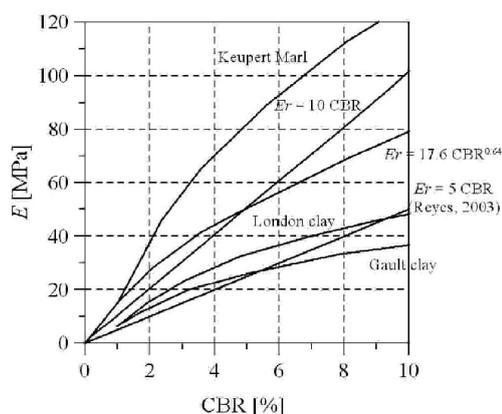
<b>Resumen de CBR de diseño</b>					
<b>Tramo</b>	<b>Desde</b>	<b>Hasta</b>	<b>Código de ruta</b>	<b>Competencia</b>	<b>CBR diseño</b>
Tramo II	Av. Tarata	Óvalo Pocollay	TA - 624	Vía vecinal	11,91
Tramo IV	Óvalo Cuzco	Av. Manuel Odría	Av. Jorge B.	Vía vecinal	18,00

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra**4.3.1.6. Módulo Resiliente**

Parámetro que caracteriza la respuesta y comportamiento del suelo en el rango elástico ante cargas dinámicas impuestas por el tráfico. Se mide mediante ensayos que se refieren a él. Los valores de este dato han sido calculados de manera directa desde los ensayos CBR. La Figura 8 muestra la correlación entre el módulo resiliente y el CBR.

**Figura 8**

Correlación entre CBR y módulo resiliente



Fuente. Red social científica Researchgate

Mediante la ecuación 1, calculamos los valores de módulo resiliente de forma indirecta a partir de ensayos CBR empleando expresiones matemáticas.

$$Mr(psi) = 2555 \times CBR^{0.64} \quad (1)$$

Calculamos el Mr para los siguientes tramos

Para el tramo II

$$Mr(psi) = 2555 \times 11,91^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 12473,10$$

Para el tramo IV

$$Mr(psi) = 2555 \times 18^{0.64}$$

$$Mr(psi) = 16246,71$$

Tenemos el resumen del cálculo del módulo resiliente de ambos tramos en la Tabla 14.

**Tabla 14**

Resumen del módulo resiliente de los tramos II y IV

Cálculo de módulo resiliente					
Tramo	Código ruta	Desde	Hasta	CBR prom	Mr (psi) prom
Tramo II	TA - 624	Salida Tarata	Óvalo Pocollay	11,91	12473,10
Tramo IV	Av. Jorge Basadre	Óvalo Cuzco	Clínica La Luz	18,00	16246,71

Nota. Fuente del Expediente Técnico de Obra

#### 4.3.1.7. Confiabilidad (Desviación Estándar Normal) (R%)

Mediante la incorporación de grados de certeza o incertidumbre en el proceso de diseño, nos garantiza que la sección del pavimento que se proyecta tendrá un comportamiento adecuado bajo las condiciones del tráfico y medio ambiente durante el periodo proyectado. La confiabilidad se refiere a un parámetro que ingresa de manera directa en la ecuación de diseño. La elección de la vía se determina según su importancia, con valores que van desde el 50 % para vías locales hasta el 99,9 % en rutas nacionales, demostrado en la Tabla 15.

**Tabla 15**

*Resumen de Confiabilidad en %*

<b>Valores recomendados de nivel de confiabilidad para una etapa de diseño</b>				
<b>Tipos de camino</b>	<b>Tráfico</b>	<b>Ejes equivalentes acumulados</b>		<b>Nivel de confiabilidad</b>
Caminos de bajo volumen de tránsito	Tp0	100000	150000	65 %
	Tp1	150001	300000	70 %
	Tp2	300001	500000	75 %
	Tp3	500001	750000	80 %
	Tp4	750001	1000000	80 %
Resto de caminos	Tp5	1000001	1500000	85 %
	Tp6	1500001	3000000	85 %
	Tp7	3000001	5000000	85 %
	Tp8	5000001	7500000	90 %
	Tp9	7500001	10000000	90 %
	Tp10	10000001	12500000	90 %
	Tp11	12500001	15000000	90 %
	Tp12	15000001	20000000	95 %
	Tp13	20000001	25000000	95 %
	Tp14	25000001	30000000	95 %
	Tp15	30000001	➤ 30000001	95 %

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra

De acuerdo a la Tabla15, para nuestro Tramo II con un ESAL de 5445977,21 se encuentra en tráfico Tp8 por lo cual su nivel de confiabilidad es del 90 %, asimismo, el tramo IV con un ESAL de 3761702,89 con un tráfico Tp7 se encuentra con un nivel de confiabilidad del 85 %.

#### 4.3.1.8. Coeficiente estadístico de desviación estándar normal (Zr)

Este coeficiente representa el valor de la confiabilidad que se requiera.

**Tabla 16**

*Resumen del coeficiente estadístico de desviación estándar normal*

<b>Coeficiente estadístico de desviación estándar normal</b>				
<b>Tipos de camino</b>	<b>Tráfico</b>	<b>Ejes equivalentes acumulados</b>		<b>Desviación estándar normal</b>
Caminos de bajo volumen de tránsito	Tp0	100000	150000	- 0,385
	Tp1	150001	300000	- 0,524
	Tp2	300001	500000	- 0,674
	Tp3	500001	750000	- 0,842
	Tp4	750001	1000000	- 0,842
Resto de caminos	Tp5	1000001	1500000	- 1,036
	Tp6	1500001	3000000	- 1,036
	Tp7	3000001	5000000	- 1,036
	Tp8	5000001	7500000	- 1,282
	Tp9	7500001	10000000	- 1,282
	Tp10	10000001	12500000	- 1,282
	Tp11	12500001	15000000	- 1,282
	Tp12	15000001	20000000	- 1,645
	Tp13	20000001	25000000	- 1,645
	Tp14	25000001	30000000	- 1,645
	Tp15	>30000001		- 1,645

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra

De acuerdo a la Tabla 16, para nuestro Tramo II con un ESAL de 5445977,21 se encuentra en tráfico Tp8 por lo cual el coeficiente estadístico de desviación estándar es - 1,282 , asimismo, el tramo IV con un ESAL de 3761702,89 con un tráfico Tp7 presenta un coeficiente estadístico de desviación estándar de - 1,036.

#### 4.3.1.9. Serviciabilidad inicial (P)

Es la condición de una vía recientemente construida, en la tabla 15 se señalan los índices de servicio para los diferentes tipos de tráfico:

**Tabla 17***Tabla de serviciabilidad inicial*

<b>Tipos de camino</b>	<b>Tráfico</b>	<b>Ejes equivalentes acumulados</b>		<b>Serviciabilidad inicial (Pi)</b>
	<i>Tp1</i>	150001	300000	3,8
<i>Caminos de bajo volumen de tránsito</i>	<i>Tp2</i>	300001	500000	3,8
	<i>Tp3</i>	500001	750000	3,8
	<i>Tp4</i>	750001	1000000	0,842
	<i>Tp5</i>	1000001	1500000	1,036
	<i>Tp6</i>	1500001	3000000	1,036
	<i>Tp7</i>	3000001	5000000	1,036
	<i>Tp8</i>	5000001	7500000	4,00
	<i>Tp9</i>	7500001	10000000	4,00
<i>Resto de caminos</i>	<i>Tp10</i>	10000001	12500000	4,00
	<i>Tp11</i>	12500001	15000000	4,00
	<i>Tp12</i>	15000001	20000000	4,20
	<i>Tp13</i>	20000001	25000000	4,20
	<i>Tp14</i>	25000001	30000000	4,20
	<i>Tp15</i>		30000000	4,20

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra

De acuerdo a la Tabla 17, para nuestro Tramo II con un ESAL de 5445977,21 se encuentra en tráfico Tp8 por lo cual su nivel de serviciabilidad inicial (PI) es de 4,00, de igual manera, el tramo IV con un ESAL de 3761702,89 con un tráfico Tp7 se encuentra también con un nivel de serviciabilidad inicial (PI) de 4,00.

#### **4.3.1.10. Serviciabilidad final (Pt)**

Se refiere a una determinada vía que ha alcanzado la necesidad de algún tipo de rehabilitación o reconstrucción, demostrado en la Tabla 18.

**Tabla 18***Tabla de serviciabilidad final*

<b>Tipos de camino</b>	<b>Tráfico</b>	<b>Ejes equivalentes acumulados</b>		<b>Serviciabilidad final</b>
	<i>Tp1</i>	<i>150001</i>	<i>300000</i>	<i>2,00</i>
<i>Caminos de bajo volumen de tránsito</i>	<i>Tp2</i>	<i>300001</i>	<i>500000</i>	<i>2,00</i>
	<i>Tp3</i>	<i>500001</i>	<i>750000</i>	<i>2,00</i>
	<i>Tp4</i>	<i>750001</i>	<i>1000000</i>	<i>2,00</i>
	<i>Tp5</i>	<i>1000001</i>	<i>1500000</i>	<i>2,50</i>
	<i>Tp6</i>	<i>1500001</i>	<i>3000000</i>	<i>2,50</i>
	<i>Tp7</i>	<i>3000001</i>	<i>5000000</i>	<i>2,50</i>
	<i>Tp8</i>	<i>5000001</i>	<i>7500000</i>	<i>2,50</i>
	<i>Tp9</i>	<i>7500001</i>	<i>10000000</i>	<i>2,50</i>
	<i>Resto de caminos</i>	<i>Tp10</i>	<i>10000001</i>	<i>12500000</i>
<i>Tp11</i>		<i>12500001</i>	<i>15000000</i>	<i>2,50</i>
<i>Tp12</i>		<i>15000001</i>	<i>20000000</i>	<i>3,00</i>
<i>Tp13</i>		<i>20000001</i>	<i>25000000</i>	<i>3,00</i>
<i>Tp14</i>		<i>25000001</i>	<i>30000000</i>	<i>3,00</i>
<i>Tp15</i>			<i>30000000</i>	<i>3,00</i>

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra

De acuerdo a la Tabla 18, para nuestro Tramo II con un ESAL de 5445977,21 se encuentra en tráfico Tp8 por lo cual su nivel de serviciabilidad final es 2,5 asimismo, el tramo IV con un ESAL de 3761702,89 con un tráfico Tp7 se encuentra con un nivel de serviciabilidad final de 2,5.

#### **4.3.1.11. Variación de serviciabilidad ( $\Delta$ PSI)**

Se refiere a la diferencia entre la serviciabilidad inicial y final. En la Tabla 19 muestra los valores posibles a asumir.

**Tabla 19***Tabla de variación de serviciabilidad*

<b>Tipos de camino</b>	<b>Tráfico</b>	<b>Ejes equivalentes acumulados</b>		<b>Serviciabilidad final</b>
Caminos de bajo volumen de tránsito	Tp1	150001	300000	1,80
	Tp2	300001	500000	1,80
	Tp3	500001	750000	1,80
	Tp4	750001	1000000	1,80
Resto de caminos	Tp5	1000001	1500000	1,50
	Tp6	1500001	3000000	1,50
	Tp7	3000001	5000000	1,50
	Tp8	5000001	7500000	1,50
	Tp9	7500001	10000000	1,50
	Tp10	10000001	12500000	1,50
	Tp11	12500001	15000000	1,50
	Tp12	15000001	20000000	1,20
	Tp13	20000001	25000000	1,20
	Tp14	25000001	30000000	1,20
	Tp15		30000000	1,20

*Nota.* Fuente del Expediente Técnico de Obra

Para nuestro Tramo II con un ESAL de 5445977,21 se encuentra en tráfico Tp8 por lo cual su variación de serviciabilidad será de 1,5, asimismo, el tramo IV con un ESAL de 3761702,89 con un tráfico Tp7 se encuentra con una variación de serviciabilidad de 1,5.

#### **4.3.1.12. Coeficiente de drenaje**

Para comprender y gestionar la infraestructura vial es crucial hallar la relación entre la calidad de drenaje en una vía y el porcentaje de tiempo que las capas granulares estarán expuestas a niveles de humedad cercanos a la saturación. En ingeniería civil y diseño de carreteras, esta relación se puede representar gráficamente mediante un diagrama de dispersión o mediante una tabla que muestre los diferentes niveles de calidad de drenaje y los correspondientes porcentajes de tiempo de exposición a niveles de humedad cercanos a la saturación. Aquí hay un ejemplo general de cómo podría representarse. En la tabla 18 se muestra la calidad del drenaje

**Tabla 20**

Valores recomendados del coeficiente de Drenaje ( $m$ ) para bases y subbases granulares

Calidad de drenaje	P % del tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercano a la saturación			
	Menor que 1 %	1 % - 5 %	5 % - 25 %	Mayor a 25 %
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,2
Bueno	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,14 – 1,00	1
regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,8
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,6
Muy pobre	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,4

Nota. Extraído del Expediente Técnico de Obra.

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) recomienda se tome el coeficiente de drenaje como 1, lo que muestra que nuestra calidad de drenaje es Buena en nuestra base y subbase granular.

#### 4.3.2. Periodo de diseño

El cálculo estructural del pavimento se realiza considerando un período de diseño de 10 años, durante el cual se llevará a cabo el diseño correspondiente.

#### 4.3.3. Ecuación para el cálculo de SN

Para la ecuación 2, valores recolectados hasta el momento serán procesados mediante el programa Ecuación AASHTO 93, para así obtener el número estructural requerido (SNR).

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R \cdot S_o + 9,36 \cdot \log_{10}(SN + 1) - 0,2 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2-1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN+1)^{5,19}}} \cdot 2,32 \cdot \log_{10}(M_R) - 8,07 \quad (2)$$

Los valores recolectados hasta el momento serán procesados mediante el programa Ecuación AASHTO 93, para así obtener el número estructural requerido (SNR).

#### 4.3.4. Numero estructural requerido (SNR)

Todos los datos obtenidos se utilizan para llegar a la ecuación de diseño AASHTO y obtener el número estructural, el cual representa el espesor total del pavimento

colocado y debe ser transformado al espesor efectivo para la capa de rodadura, de base y subbase mediante el uso de coeficientes estructurales.

En la ecuación 3 se obtiene el número estructural para el tramo requerido.

$$SN = a_1 \times d_1 + a_2 \times d_2 \times m_2 + a_3 \times d_3 \times m_3 \quad (3)$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3$  = Coeficiente estructural de las capas: superficial, base y subbase.

$d_1, d_2, d_3$  = Espesores en cm de las capas: superficial, base y subbase.

$m_1, m_2$  = Coeficiente de drenaje para las capas de base y subbase.

Los valores recolectados hasta el momento serán procesados mediante el programa Ecuación AASHTO 93, para así obtener el número estructural requerido (SNR).

#### 4.3.5. Cálculo de número estructural requerido

Utilizamos los datos para el cálculo estructural del Tramo II detallado en la Tabla 21 y Figura 9, así como también el cálculo estructural del Tramo IV detallado en la Tabla 22 y Figura 10.

**Tabla 21**

*Datos para el cálculo de número estructural requerido tramo II*

Descripción	Datos correspondientes al SN Tramo II
ESAL	5445977,21
Módulo Resiliente	12473,10
Confiabilidad ( R )	90 %
Desviación estándar normal ( Zr )	-1,28
Serviciabilidad inicial	4
Serviciabilidad final	2,50
Variación de drenaje	1,50
Coeficiente de drenaje	1

*Nota.* Extraído del Expediente Técnico de Obra.

Figura 9

Cálculo de número estructural requerido tramo II

Nota. Extraído del programa Ecuación AASHTO - 93.

Tabla 22

Datos para el cálculo de número estructural requerido tramo IV

Descripción	Datos correspondientes al SN Tramo IV
ESAL	3761702,89
Módulo Resiliente	16246,71
Confiabilidad ( R )	85 %
Desviación estándar normal ( Zr )	-1,28
Serviciabilidad inicial	4
Serviciabilidad final	2,50
Variación de drenaje	1,50
Coeficiente de drenaje	1

Nota. Extraído del Expediente Técnico de Obra.

Figura 10

*Cálculo de número estructural requerido tramo IV*

*Nota.* Extraído del programa Ecuación AASHTO - 93.

#### 4.3.6. Cálculo de espesor de recapamiento (refuerzo)

##### Resultado para el CBR del diseño de pavimento

Con la finalidad de calcular los espesores de carpeta de rodadura como en la Tabla 23, reemplazaremos en  $d_2$  la profundidad de base.

##### Número estructural requerido:

La ecuación 4 representa el espesor total del pavimento colocado y debe ser transformado al espesor efectivo para la capa de rodadura, de base y subbase mediante el uso de coeficientes estructurales.

$$SN = a_1 x d_1 + a_2 x d_2 x m_2 + a_3 x d_3 x m_3 \quad (4)$$

**Tabla 23**  
Resultados de ensayo CBR para el tramo II

<b>Tramo II (0 + 00 – 3 + 400)</b>					
<b>Código</b>	<b>Progresiva</b>	<b>Lado</b>	<b>Capa</b>	<b>Profundidad</b>	<b>CBR 95</b>
C - 3	0 + 451	izquierda	base	0,00 a 0,50 m	32,50 %
			sub rasante	0,50 a 1,80 m	10,80 %
C - 4	0 + 574	izquierda	base	0,00 a 0,50 m	26,50%
			sub rasante	0,50 a 1,70 m	7,80 %
C - 5	0 + 955	izquierda	base	0,00 a 0,50 m	38,00 %
			sub rasante	0,50 a 1,80 m	8,80 %
C - 6	1 + 175	izquierda	base	0,00 a 0,50 m	30,00 %
			sub rasante	0,50 a 1,30 m	7,90 %
C - 7	1 + 380	izquierda	base	0,00 a 0,30 m	30,80 %
			sub rasante	0,30 a 1,80 m	8,10 %
C - 8	1 + 699	izquierda	base	0,00 a 0,50 m	34,00 %
			sub rasante	0,50 a 1,80 m	8,25 %
C - 9	1 + 862	izquierda	base	0,00 a 0,45 m	47,90 %
			sub rasante	0,45 a 1,70 m	9,70 %
C - 10	2 + 035	izquierda	base	0,00 a 0,45 m	38,50 %
			sub rasante	0,45 a 1,70 m	8,30 %
C - 11	2 + 258	derecha	base	0,00 a 0,45 m	12,50 %
			sub rasante	0,45 a 1,80 m	12,40 %
C - 12	2 + 487	izquierda	base	0,00 a 0,25 m	15,80 %
			sub rasante	0,25 a 1,80 m	7,50 %
C - 13	2 + 549	izquierda	base	0,00 a 0,50 m	35,00 %
			sub rasante	0,50 a 1,80 m	25,40 %
C - 14	2 + 909	izquierda	base	0,00 a 0,45 m	46,00 %
			sub rasante	0,45 a 1,80 m	11,80 %
C - 15	3 + 165	izquierda	base	0,00 a 0,45 m	36,00 %
			sub rasante	0,45 a 1,80 m	29,20 %
C - 18	0 + 774	derecha	base	0,00 a 0,20 m	16,00 %
			sub rasante	0,20 a 1,60 m	26,50 %
C - 19	0 + 959	derecha	base	0,00 a 0,20 m	20,00 %
			sub rasante	0,20 a 1,60 m	9,00 %

## Tramo II

El número de cálculo requerido es para el recapamiento.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2$$

$$3,89 = a_1 \cdot D_1 + 0.14 / \text{pulg.}18 \quad \text{o} \quad 45.72 \text{ cm}$$

$$3,89 = a_1 \cdot D_1 + 2,52$$

$$3,89 - 2,52 = a_1 \cdot D_1$$

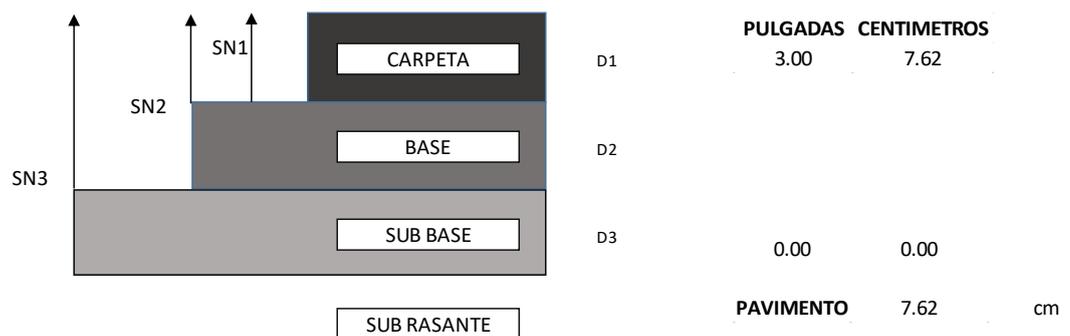
$$1,37 = a_1 \cdot D_1$$

$$1,37 = 0.18 / \text{cm.} D_1$$

$$7,62 \text{ cm} = D_1$$

**Figura 11**

*Cálculo de espesor de recapamiento tramo II*



## Tramo IV

El número de cálculo requerido es para el recapamiento.

$$SN = a_1 \cdot D_1 + a_2 \cdot D_2$$

$$3,15 = a_1 \cdot D_1 + 0.14 / \text{pulg.}8 \quad 20.32 \text{ cm}$$

$$3,15 = a_1 \cdot D_1 + 1,12$$

$$3,15 - 1,12 = a_1 \cdot D_1$$

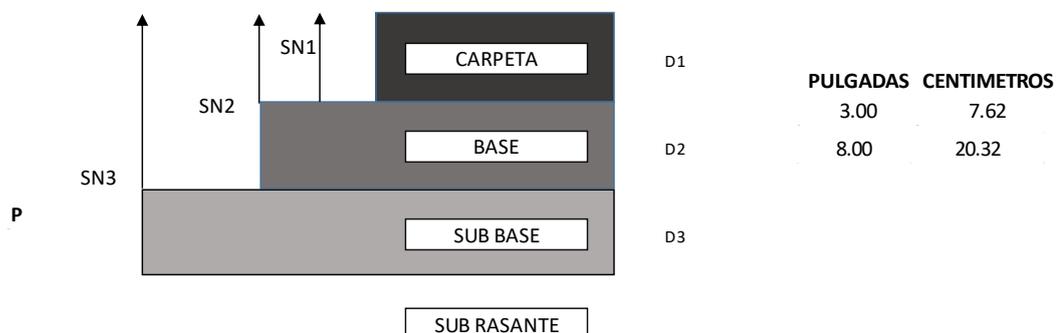
$$2,03 = a_1 \cdot D_1$$

$$2,03 = 0,18 / \text{cm.} D_1$$

$$11,28 \text{ cm} = D_1 \quad 4.44''$$

**Figura 12**

*Cálculo de espesor de recapamiento tramo IV*



#### 4.3.7. Resumen de espesores finales

A continuación, se presenta las propuestas de estructuración para el pavimento flexible, donde se tiene dos tramos como se muestra en la Tabla 24.

**Tabla 24**

*Cuadro de resumen de espesores finales*

Tramo	Carpeta asfáltica en caliente			
		Carpeta nueva		Recapamiento
	Descripción	Pulg.	cm	
Tramo II	Carpeta asfáltica en frío	2 "	5,08	3,00 pulgadas en caliente
	Base granular	10 "	25,00	
Tramo II	Carpeta asfáltica en caliente	2 "	5,08	3,00 pulgadas en caliente
	Base granular	10 "	25,00	
Tramo II	Carpeta asfáltica en frío	2 "	5,08	3,00 pulgadas en caliente
	Base granular	10 "	25,00	
Tramo IV	Carpeta asfáltica en frío	2 "	5,08	3,00 pulgadas en caliente
	Base granular	8 "	25,00	

*Nota.* Extraído del Expediente Técnico de Obra.

#### 4.4 Proceso constructivo adecuado

##### 4.4.1. Descripción del trabajo de campo

Se realizó una encuesta aplicada a profesionales de la carrera de ingeniería civil con amplio conocimiento en la ejecución de obras viales. La encuesta cuenta con doce (12) preguntas dentro de las cuales se tocan puntos como: Estimación de tiempos de adquisición de maquinarias, consideraciones para el manejo adecuado del cronograma de obra, criterios para la toma de decisiones para un adecuado manejo del proceso constructivo.

##### 4.4.2. ¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar la máquina fresadora, desde la indagación de proveedores hasta el traslado a la obra?

Esta interrogante da inicio al grupo de profesionales encuestados. Se empleó para estimar el tiempo de habilitación de la maquina fresadora con la cual se inicia el retiro de la superficie de rodadura de la vía urbana. Mediante resultados obtenidos, se observa que el 23,3 % de los encuestados habilitaría la maquina fresadora en menos de un mes, por consiguiente, el 60 % considera que el tiempo aproximado es de 1 a 2 meses, el 13,3 % requeriría de 3 a 4 meses y un único profesional que representa el 3,3 % de los encuestados habilitaría de 3 a 5 meses, detallado en la Tabla 25.

Se concluye que más del 50 % de los encuestados requiere entre 1 a 2 meses para habilitar la máquina fresadora, observable en la Figura 13.

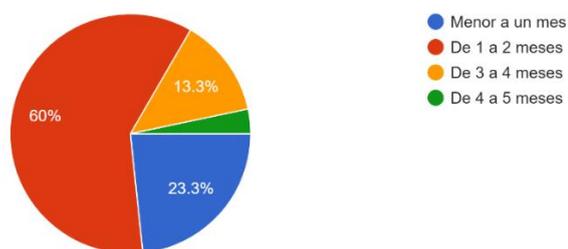
**Tabla 25**

*Tiempo estimado para habilitar máquina fresadora*

<b>Tiempo estimado</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Menor a un mes	7	23,3
De 1 a 2 meses	18	60
De 3 a 4 meses	4	13,3
De 5 a 6 meses	1	3,3
Total	30	100

**Figura 13**

*Gráfico de tiempo estimado para habilitar máquina fresadora*



**4.4.3. ¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar la planta de asfalto en caliente, desde la indagación de proveedores hasta el inicio de la producción de asfalto?**

Uno de los puntos clave en la ejecución de obras viales como esta, es la habilitación de la planta de asfalto en caliente por ende mediante esta encuesta trataremos de estimar el tiempo necesario desde la indagación de proveedores hasta el inicio de la producción de asfalto. Con una opinión del 16,7 % recomienda un tiempo menor a 1 mes, el 46,7 % de los encuestados opina en un intervalo de 1 a 2 meses, el 30 % del total en un intervalo de 3 a 4 meses y un 6,7 % entre 5 a 6 meses. De acuerdo a los resultados obtenidos el intervalo más recomendable sería entre 1 a 2 meses, teniendo en consideración también que podría extenderse de 3 a 4 meses por inconvenientes indirectos en obra, detallado en la Tabla 26 y Figura 14.

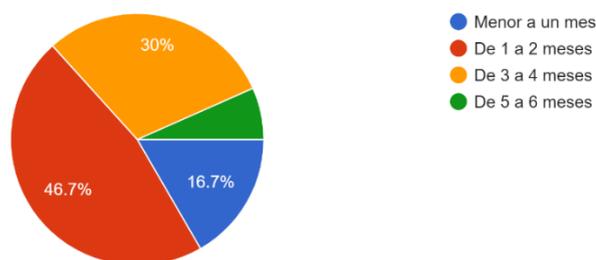
**Tabla 26**

*Tiempo estimado para habilitar planta de asfalto en caliente*

Tiempo estimado	Frecuencia	%
Menor a un mes	5	16,7
De 1 a 2 meses	14	46,7
De 3 a 4 meses	9	30
De 5 a 6 meses	2	6,7
Total	30	100

**Figura 14**

*Gráfico de tiempo estimado para habilitar planta de asfalto en caliente*



**4.4.4. ¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar la maquinaria del tren de asfalto, desde la indagación de proveedores hasta el traslado a la obra del tren del asfalto?**

La formulación de esta pregunta tiene alta importancia dentro de una obra vial, así como la planta de asfalto en caliente mencionada en la anterior pregunta ya que es parte fundamental de la habilitación de la superficie de rodadura de la vía a ejecutar. Por lo mencionado, el 36,7 % del total de los encuestados considera que el requerimiento puede darse en menos de un mes, el 26,7 % en un intervalo de 1 a 2 meses, el 33,3 % en un lapso de 3 a 4 meses y el 3,3 % en un lapso de 5 a 6 meses. De acuerdo al criterio obtenido en esta interrogante la mayoría opina que el tiempo estimado sería menor a 1 mes, detallado en la Tabla 27 y la Figura 15.

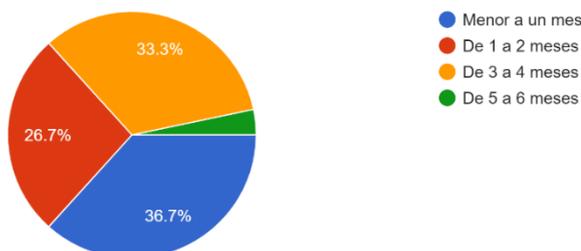
**Tabla 27**

*Tiempo estimado para habilitar tren de asfalto*

Tiempo estimado	Frecuencia	%
Menor a un mes	11	36,7
De 1 a 2 meses	8	26,7
De 3 a 4 meses	10	33,3
De 5 a 6 meses	1	3,3
Total	30	100

**Figura 15**

Gráfico de tiempo estimado para habilitar tren de asfalto



#### 4.4.5. ¿Estaría de acuerdo en penalizar la demora en el suministro de equipos (Planta de asfalto y maquinaria pesada)?

Formulamos esta pregunta debido a que engloba la causa de los problemas sociales ocurridos en la ejecución de esta obra vial. De acuerdo a los resultados observados en la Tabla 28 y Figura 16, el 33,3 % de los encuestados sugieren se aplique una penalización ante la demora del suministro de equipos ya que afecta directamente el cronograma de obra, de igual manera, la mitad de los encuestados con el 50% opinan que están de acuerdo con la penalización, el 3,3 % le es indiferente el tema y finalmente un 6,7 % de la población opina que está en desacuerdo y totalmente en desacuerdo para cada alternativa.

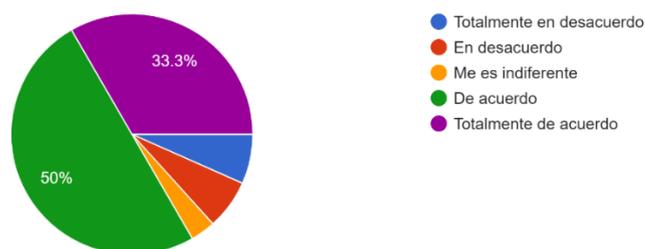
**Tabla 28**

*Penalización ante demora de suministro de equipos*

Penalizar la demora	Frecuencia	%
Totalmente en desacuerdo	2	6,7
En desacuerdo	2	6,7
Me es indiferente	1	3,3
De acuerdo	15	50
Totalmente de acuerdo	10	33,3
Total	30	100

**Figura 16**

*Gráfico de penalización de demora en el suministro de equipos*



**4.4.6. ¿Estaría de acuerdo que el inicio de plazo contractual sea posterior al traslado de la planta de asfalto?**

De acuerdo a la pregunta los encuestados coincidieron en un 60 % estar de acuerdo con que le inicio del plazo contractual sea posterior al traslado de la planta de asfalto en caliente, de igual manera el 10 % está totalmente de acuerdo y el 3,3 % le es indiferente. Por otro lado, un 23,3 % está en desacuerdo y el 3,3 % está totalmente en desacuerdo.

De acuerdo a lo observado en la Tabla 29 y Figura 17, con la mayoría de encuestados podría generalizarse el criterio del plazo contractual posterior al traslado de la planta de asfalto en caliente.

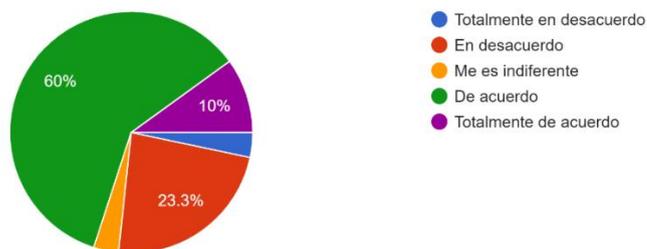
**Tabla 29**

*Inicio de plazo contractual posterior al traslado de la planta de asfalto*

Inicio de plazo posterior	Frecuencia	%
Totalmente en desacuerdo	1	3.3
En desacuerdo	7	23,3
Me es indiferente	1	3,3
De acuerdo	18	60
Totalmente de acuerdo	3	10
Total	30	100

**Figura 17**

*Gráfico de resumen de inicio de plazo contractual posterior al traslado de la planta de asfalto*



**4.4.7. ¿Estaría de acuerdo que le inicio del plazo contractual sea posterior a la movilización de la maquinaria del tren de asfalto?**

De igual manera, siguiendo con el inicio del plazo contractual se plantea que sea posterior a la movilización de la maquinaria del tren de asfalto, siendo el resultado obtenido que se detalla en la Tabla 30. Un 10 % estuvo totalmente de acuerdo con esta medida, el 56,7 % de los profesionales coincide en estar de acuerdo y el 13,3 % es indiferente al tema, observado en la Figura 18.

Por otro lado, se obtuvo que un 10 % estaría en desacuerdo y totalmente en desacuerdo, respectivamente. Esto nos demuestra que la mayoría de los ingenieros civiles encuestados iniciarían el plazo contractual siempre y cuando sea puesto en obra la maquinaria del tren de asfalto.

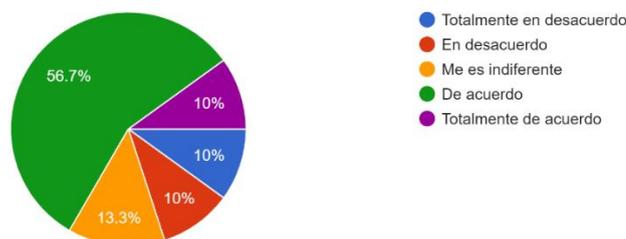
**Tabla 30**

*Resumen de población encuestada*

Inicio de plazo posterior	Frecuencia	%
Totalmente en desacuerdo	3	10
En desacuerdo	83	10
Me es indiferente	4	13,3
De acuerdo	117	56,7
Totalmente de acuerdo	3	10
Total	30	100

**Figura 18**

*Gráfico de inicio de plazo contractual posterior a la movilización del tren de asfalto*



**4.4.8. ¿Cuánto es el tiempo estimado para elaborar, aprobar el diseño del pavimento asfáltico en caliente y ejecutar el tramo de prueba?**

Mediante esta pregunta se estimó en base a intervalos semanales de tiempo la aprobación del diseño del pavimento asfáltico en caliente y a su vez lograr ejecutar el tramo de prueba requerido. De acuerdo a la Tabla 31 se observó que un 40 % estima un plazo de tiempo de 1 a 2 semanas y un 43,3 % entre 3 a 4 semanas. También se observa un menor porcentaje con un 10 % que estima que la elaboración y aprobación del diseño se logre dar en menos de una semana y por un extremo el 6,7 % estima el tiempo entre 5 a 6 semanas, detallado en la Figura 19.

De acuerdo a los resultados un tiempo estimado apropiado por criterio profesional sería entre 1 a 4 semanas para la elaboración y aprobación del diseño del pavimento asfáltico en caliente y así continuar con la ejecución del tramo de prueba

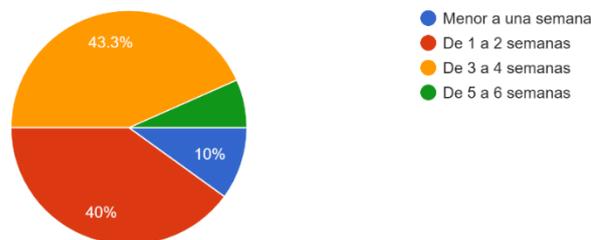
**Tabla 31**

*Tiempo estimado para elaborar y aprobar diseño de pavimento*

Tiempo estimado	Frecuencia	%
Menor a una semana	3	10
De 1 a 2 semanas	12	40
De 3 a 4 semanas	13	43,3
De 5 a 6 semanas	2	6,7
Total	30	100

**Figura 19**

*Gráfico de tiempo estimado para elaborar y aprobar diseño de pavimento y ejecutar tramo de prueba*



**4.4.9. ¿Estaría de acuerdo con iniciar el fresado del pavimento antiguo luego de aprobado el tramo de prueba?**

De acuerdo al proceso constructivo, se debe dar inicio al retiro del pavimento antiguo mediante el fresado una vez aprobado el tramo de prueba como se indicó en la anterior pregunta. Es por eso que de acuerdo a los resultados observados en la Tabla 32 y Figura 20, un 13,3 % considera que está totalmente de acuerdo con el inicio de fresado, mientras que un 66,7 % está de acuerdo. Un 16,7 % le resulta indiferente la aprobación del tramo de prueba para iniciar con el retiro del pavimento existente y solo un 3,3 % en desacuerdo con esta medida.

Por otro lado, no se obtuvo respuesta alguna de alguien que este en total desacuerdo con esta medida. Resultando ser que 2/3 de los encuestados con un 66,7 % iniciaría el fresado del pavimento existente siempre en cuando se haya aprobado el tramo de prueba.

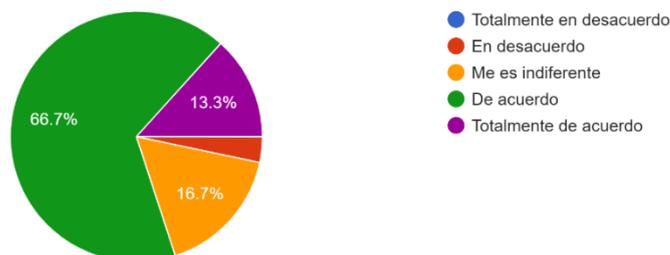
**Tabla 32**

*Inicio de fresado de pavimento antiguo o existente*

Inicio del fresado	Frecuencia	%
Totalmente en desacuerdo	0	0
En desacuerdo	1	3,3
Me es indiferente	5	16,7
De acuerdo	20	66,7
Totalmente de acuerdo	4	13,3
Total	30	100

**Figura 20**

Gráfico de inicio de fresado de pavimento antiguo



**4.4.10. ¿Estaría de acuerdo que el fresado de un tramo (retiro de la carpeta asfáltica antigua) se ejecute luego de verificar que el contratista tiene los materiales necesarios (piedra chancada, arena, cemento asfáltico y otros) puestos en obra para ejecutar dicha sección de la obra?**

Para poder dar inicio al retiro de la carpeta asfáltica se debe verificar que los materiales necesarios para la ejecución se encuentren puestos en obra y así evitar retrasos en el cronograma predeterminado. Se obtuvo los resultados que se muestran en la Tabla 33 y Figura 21, siendo 13,3 % los profesionales que estarían totalmente de acuerdo, un 66,7 % estuvieron de acuerdo, un 16,7 % les sería indiferente y un 3,3 % se mostraron en desacuerdo.

Por otro lado, no se obtuvo respuesta alguna de alguien que este en total desacuerdo con esta medida planteada.

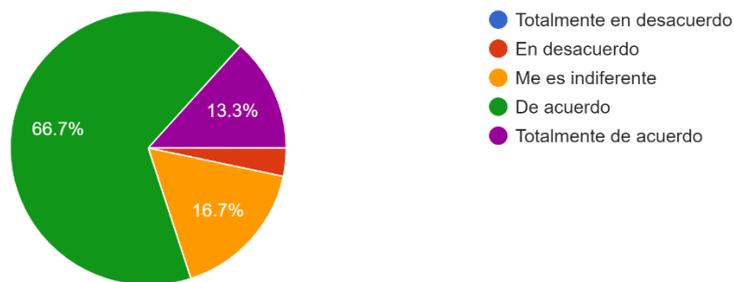
**Tabla 33**

*Inicio del fresado de un tramo*

Inicio de fresado de tramo	Frecuencia	%
Totalmente en desacuerdo	0	0
En desacuerdo	1	3,3
Me es indiferente	5	16,7
De acuerdo	20	66,7
Totalmente de acuerdo	4	13,3
Total	30	100

**Figura 21**

*Gráfico de inicio de fresado de un tramo luego de tener los materiales puestos en obras*



**4.4.11. ¿Estaría de acuerdo que el fresado de un tramo (retiro de la carpeta asfáltica antigua) se ejecute luego de culminado el tramo adyacente, es decir, el contratista solamente luego de culminar el primer tramo puede retirar el asfalto antiguo del segundo?**

Como propuesta se planteó que se realice el fresado luego de culminado el tramo adyacente, dando como resultado que el 10 % de los profesionales están totalmente de acuerdo en realizar las actividades propias de la obra únicamente al terminar con el tramo que se ejecute, un 46,7 % se muestran de acuerdo con la medida, un 13,3 % destacó que le es indiferente y un 30 % está en desacuerdo.

De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 34 y Figura 22, se observa que ningún profesional se muestra en total desacuerdo con lo planteado en esta pregunta.

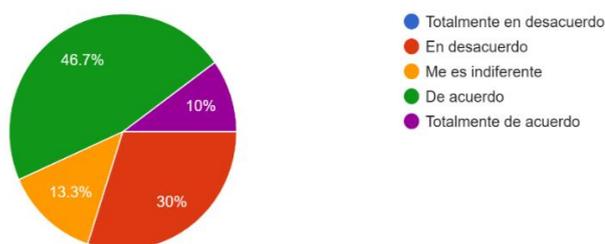
**Tabla 34**

*Conformidad de ejecución de fresado al culminar tramo adyacente*

<b>Fresado por tramos</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
<i>Totalmente en desacuerdo</i>	0	0
<i>En desacuerdo</i>	9	30
<i>Me es indiferente</i>	4	13,3
<i>De acuerdo</i>	14	46,7
<i>Totalmente de acuerdo</i>	3	10
<i>Total</i>	30	100

**Figura 22**

*Gráfico de fresado de un tramo luego de culminar el tramo adyacente*



**4.4.12. ¿Estaría de acuerdo en penalizar la demora del inicio del fresado de cada tramo?**

Como propuesta se planteó que se penalice si existiera demora en el inicio del fresado de cada tramo, dando como resultado que el 13,3 % está totalmente de acuerdo, un 66,7 % se muestran de acuerdo con la medida siendo 2/3 de la población encuestada, un 10 % destacó que le es indiferente y un 10 % está en desacuerdo.

De acuerdo con los resultados que se muestran en la De acuerdo con los resultados que se muestran en la Tabla 35 y Figura 23, se observa que ningún profesional se muestra en total desacuerdo con lo planteado en esta pregunta

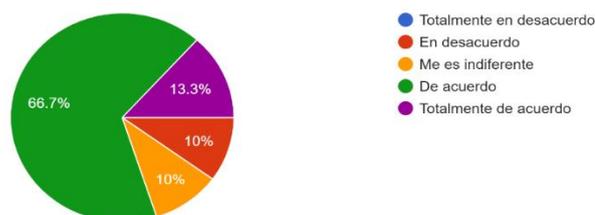
**Tabla 35**

*Penalización ante demora por inicio de fresado*

Penalización ante demora	Frecuencia	%
Totalmente en desacuerdo	0	0
En desacuerdo	3	10
Me es indiferente	3	10
De acuerdo	20	66,7
Totalmente de acuerdo	4	13,3
Total	30	100

**Figura 23**

*Gráfico de penalización de demora de inicio de fresado de cada tramo*



#### 4.4.13. ¿Estaría de acuerdo en ejecutar la obra por secciones terminadas de obras?

Esta propuesta se basa en desarrollar la longitud de una obra vial por tramos terminados, uno detrás de otro, de ese modo minorizar los riesgos de paralización. Los datos obtenidos y detallados en la Tabla 36 y Figura 24. muestran que el 10 % está totalmente de acuerdo, así como un 50 % que engloba la mitad de los encuestados confirma estar de acuerdo con esta propuesta. Por otro lado, el 16,7 % le resulta indiferente y finalmente el 23,3 % se encuentra en desacuerdo con la ejecución de obra por secciones terminadas.

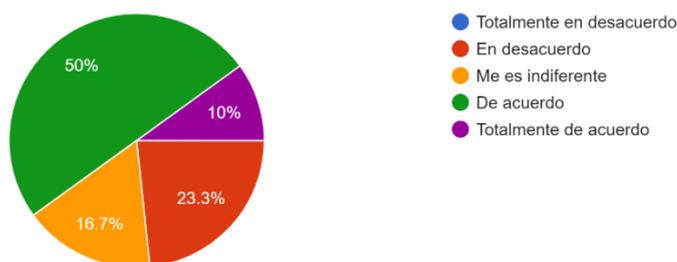
**Tabla 36**

*Ejecución por secciones terminadas en obra*

<b>Ejecución por secciones</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Totalmente en desacuerdo	3	0
En desacuerdo	7	23,3
Me es indiferente	5	16,7
De acuerdo	15	56,50
Totalmente de acuerdo	3	10
<b>Total</b>	<b>30</b>	<b>100</b>

**Figura 24**

*Gráfico de ejecución de obras por secciones terminadas*



## 4.5 Problemática social

### 4.5.1. Descripción del trabajo de campo

Para la ejecución del presente objetivo se realizó una encuesta para población local que engloba a transeúntes, conductores, pobladores locales y empresarios con una encuesta en base a siete (7) preguntas tal como se aprecia en las Figuras 25, 27 y 27. La aplicación de esta encuesta ayudó a determinar los problemas e incomodidades de

la población aledaña a la obra de reparación vial y empresarios del lugar, así como también una estimación del tiempo necesario para la ejecución de esta y pérdidas económicas aproximadas. Se encuestó a los negocios locales ubicados dentro de la ejecución de obra que pertenecen a diferentes sectores de: gastronómico, ferreterías, talleres mecánicos, tiendas varias entre otros. También se encuestó a los transeúntes que se encontró afectada por el tránsito por las zonas afectadas debido a compras, servicios y demás motivos.

De igual modo, se consideró como transeúntes a la población que circuló por la zona por motivos de compras, servicios y/o pase obligado, para así tener una opinión como usuario.

**Figura 25**

*Fotografía de algunos negocios encuestados*



**Figura 26**

*Fotografía a población local encuestada*



## Figura 27

*Fotografía a conductor/transeúnte encuestado*



### 4.5.2. Resultados e interpretación del trabajo de campo

Para la interpretación de los resultados obtenidos, se debe considerar la obra “Reparación de superficie de rodadura; en el (la) vías nacionales y vecinales que comprende la Avenida Jorge Basadre Grohmann, Distrito Tacna, Provincia Tacna, Departamento Tacna”

### 4.5.3. Grupo según sector encuestado

Se realizaron 50 encuestas, 16 fueron a pobladores locales y/o empresarios y 34 a transeúntes y/o conductores. El 32 % de los encuestados corresponde a pobladores locales aledaños a la construcción de la obra vial dentro de los cuales también cuentan empresarios dentro de sectores como el gastronómico, ferreterías, etc. Esto nos ha servido para lograr evaluar el impacto social que tiene el desarrollo irregular de esta obra vial. El 68 % corresponde a transeúntes y/o conductores, los cuales se vieron afectados por el tránsito de las vías con trabajo paralizado, cuyos datos se ven reflejados en la Tabla 37 y Figura 28.

**Tabla 37**

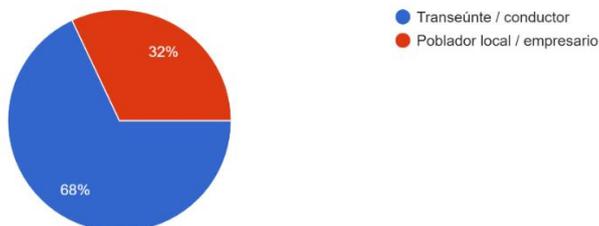
Población según sector encuestado

<b>Categoría</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Transeúnte / conductor	34	68
Poblador local / empresario	16	32
<b>Total</b>	<b>50</b>	<b>100</b>

**Figura 28**

*Categoría de población encuestada (%)*

1. A que opción pertenece:  
50 respuestas



#### 4.5.4. ¿Cuál o cuáles incomodidades frecuentes(s) ha sentido por la ejecución y/o paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre iniciada el 01 de abril del 2022?

Esta interrogante se realizó para reconocer las incomodidades producidas por la obra vial urbana. La información recogida en nuestro análisis ha sido recopilada en la Tabla 38 y Figura 29; de acuerdo a lo mencionado la mayor incomodidad entre los encuestados ha sido la demora en el tránsito vehicular con un 80 %, seguido de un 62 % que opina que la emisión del polvo ha resultado molesta y constante en la zona. Un 34 % de los encuestados opina que los desmontes acumulados en las vías o veredas y la contaminación sonora por parte de las maquinarias en el momento de la ejecución de la escarificación de la superficie de rodadura han sido una incomodidad para ellos, seguido de un 12 % que considera que ha sido una molestia el incremento del costo del mantenimiento vehicular y finalizando con un 7 % en la pérdida o reducción de ventas dentro de sus negocios ubicados en la zona de ejecución de obra vial.

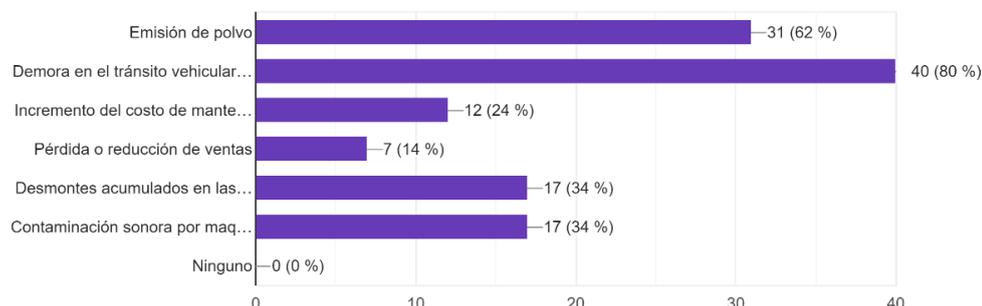
**Tabla 38**

*Incomodidades frecuentes generadas a la población*

<b>Incomodidades frecuentes</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Emisión de polvo	31	62
Demora en el tránsito vehicular y peatonal	40	80
Incremento del costo de mantenimiento vehicular	12	24
Pérdida o reducción de ventas	7	14
Desmontes acumulados en las vías o aceras	17	4
Contaminación sonora por maquinaria	17	34
Ninguno	0	0
Total	124	

**Figura 29**

*Gráfico de barras de incomodidades de la población (%)*



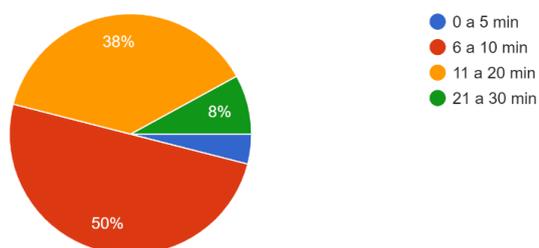
#### **4.5.5. Debido a la paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre ¿Cuánto estima la demora del tránsito vehicular o peatonal diario?**

Esta interrogante se desarrolló debido a que debido al estado actual de la escarificación realizada a la superficie de rodadura de la Av. Jorge Basadre G. se nota una considerable demora, con lo cual un 50 % de los encuestados mencionan que su demora en el tránsito vehicular o peatonal diaria ha sido de 6 a 10 minutos, un 38 % de los encuestados opinaron que su demora ha sido de 11 a 20 minutos, un 8 % opina que su demora ha sido entre 21 a 30 minutos y un 4 % que su demora ha sido entre 0 a 5 minutos. Según la Tabla 39 y Figura 30, se observan los porcentajes y la mitad de los encuestados concuerdan en que se ha visto una demora vehicular entre 6 a 10 minutos, con lo cual forma parte también de una molestia a los transeúntes peatonales y a los conductores.

**Tabla 39**

*Demora del tránsito vehicular y peatonal*

Demora en el tránsito veh	Frecuencia	%
0 a 5 minutos	2	4
6 a 10 minutos	25	50
11 a 20 minutos	19	38
21 a 30 minutos	4	8
Total	50	100

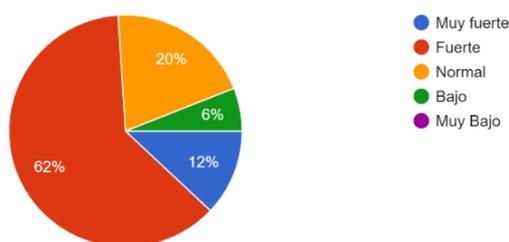
**Figura 30***Demora del tránsito vehicular y peatonal (%)*

#### 4.5.6. Debido a la paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre el ruido generado es:

Una de las incomodidades mencionadas dentro la encuesta ha sido el ruido generado por la paralización en la obra vial urbana en la Av. Jorge Basadre G, enfocándonos en el ruido emitido por los vehículos que circulan por la vía irregular, debido a la escarificación realizada y posterior paralización de obra. De acuerdo a los encuestados, se observa que el 62 % considera que el ruido ha sido fuerte, el 20 % considera que ha sido un ruido normal, un 12 % considera que el ruido generado ha sido muy fuerte y finalmente un 6 % considera que el ruido ha sido bajo. Cabe recalcar, que nadie optó por un ruido muy bajo y que una mayoría considerable con un 62 % consideró un ruido fuerte debido al mal estado de la vía urbana, esto se visualiza en la Tabla 40 y Figura 31.

**Tabla 40***Ruido generado debido a paralización de obra*

Ruido generado	Frecuencia	%
Muy fuerte	2	12
Fuerte	25	62
Normal	19	20
Bajo	4	8
Muy Bajo	0	0
Total	50	100

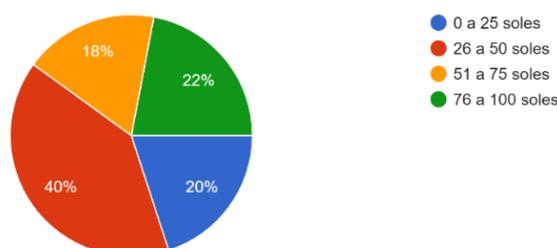
**Figura 31***Ruido generado en paralización de obra (%)*

#### 4.5.7. Debido a la paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre, ¿Cuánto estima el incremento mensual del mantenimiento vehicular?

Esta interrogante se analizó por intervalos de moneda nacional (soles), de acuerdo a la Tabla 41 y Figura 32, el intervalo de 0 a 25 soles tiene un total de 10 personas representando el 20 % del total de encuestados, el intervalo de 26 a 50 soles cuenta con 20 personas representando el 40% del total, continuando con 9 personas registrando pérdidas entre 51 a 75 soles los cuales representan el 18 % del total y finalmente se observa un total de 11 personas con el 22 % con pérdidas entre 76 a 100 soles respecto al incremento mensual del mantenimiento vehicular.

**Tabla 41***Incremento mensual de mantenimiento vehicular*

Incremento mensual	Frecuencia	%
0 a 25 soles	10	20
26 a 50 soles	20	40
51 a 75 soles	9	18
76 a 100 soles	11	22
Total	50	100

**Figura 32***Incremento mensual del mantenimiento vehicular (%)*

#### 4.5.8. Durante la ejecución y/o paralización de la obra, ¿Cuánto estima Ud. que tuvo de pérdidas económicas, mensualmente?

Esta interrogante de igual manera se analizó por intervalos de moneda nacional (soles), de acuerdo a la Tabla 42 y Figura 33, el intervalo de 0 a 50 soles tiene un total de 13 personas representando el 26 % del total de encuestados, el intervalo de 51 a 100 soles cuenta con 16 personas representando el 32 % del total, 13 personas registrando pérdidas entre 101 a 200 soles los cuales representan el 26 % del total , un total de 7 personas con el 14 % con pérdidas entre 1001 a 2000 soles y finalmente 1 persona registra pérdidas económicas mensuales superiores a los 3000 soles y representa el 2 % del total de encuestados. Se concluye que el intervalo de pérdidas económicas ha sido entre 51 a 100 soles mensuales con el 32 % del total. En el caso de los intervalos desde 1001 a 2 000 soles y 3000 a más, se ubican medianas empresas o nuevos emprendimientos y personas agrupada en población local que han tenido que ver la disminución de ventas debido a la inaccesibilidad a sus locales de venta o por el uso de transporte público y/o privado.

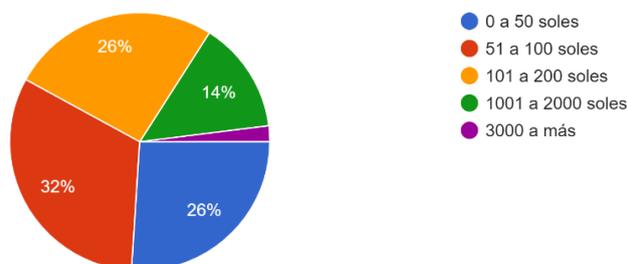
**Tabla 42**

*Pérdidas económicas mensuales*

<b>Pérdidas económicas</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
0 a 50 soles	13	26
51 a 100 soles	16	32
101 a 200 soles	13	26
1001 a 2000 soles	7	14
Más de 3000	1	2
Total	50	100

**Figura 33**

*Pérdidas económicas mensuales (%)*



#### 4.5.9. Para usted. ¿Cuánto debería demorar la ejecución de un tramo de una obra vial como esta, en condiciones normales?

Esta interrogante se realizó por intervalos de periodos mensuales aplicada a los tramos II y IV, de acuerdo a la Tabla 43 y Figura 34, de las 50 personas encuestadas, el 16 % considera que el tramo podría ejecutarse en un lapso de tiempo no mayor a 1 mes, el 46 % opina que el periodo de tiempo adecuado sería entre 1 a 2 meses, el 30% opina que entre un lapso de 2 a 4 meses y finalmente un 8 % opina que una obra de similares dimensiones debería superar los 5 meses como plazo de ejecución. De acuerdo a las experiencias similares que han visto en otros lugares de la ciudad, los ciudadanos encuestados reconocen que las obras de construcción vial similares a esta podrían considerar con un tiempo de ejecución entre 1 a 2 meses puesto que también consideran que es una obra que beneficiará la serviciabilidad de los tramos intervenidos para una mejor transitabilidad.

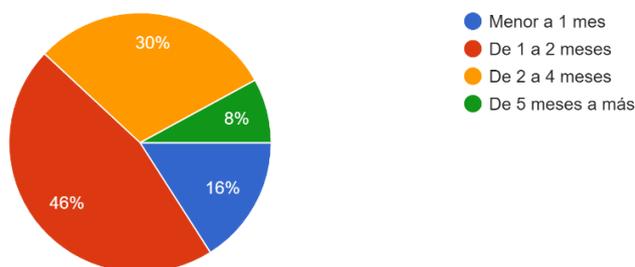
**Tabla 43**

*Tiempo de ejecución de un tramo de obra similar*

<b>Tiempo de ejecución</b>	<b>Frecuencia</b>	<b>%</b>
Menor a 1 mes	8	16
De 1 a 2 meses	223	46
De 2 a 4 meses	15	30
De 5	14	8
Total	50	100

**Figura 34**

*Estimación de tiempo de ejecución de tramos similares por intervalos mensuales (%).*



## CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

Para la discusión de los objetivos específico, se realizó la selección de un proyecto en donde se consideró que en el momento de la investigación estuvo en paralización. La obra escogida es la de “Reparación de superficie de rodadura en el (la) vías nacionales y vecinales que comprende la avenida Jorge Basadre Grohmann, distrito de Tacna, provincia de Tacna, departamento de Tacna” debido a que es una zona comercial y con alto tránsito vehicular y peatonal; en el caso de la obra culminada se seleccionó el “Mejoramiento del servicio de transitabilidad peatonal y vehicular en la Av. Cuzco, del distrito de Tacna – provincia de Tacna – departamento de Tacna” (Obra 4) dado al que el tramo ejecutado es la vía de acceso de los distritos de Tacna y Gregorio Albarracín Lanchipa.

Luego del análisis e interpretación de los resultados, presentamos las siguientes discusiones:

### **OE 1: Determinar el pavimento adecuado para mejorar la ejecución de obras de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.**

Por lo expuesto, en el tramo II desde la salida Tarata hasta la Av. Pinto según el estudio de investigación de campo se ha determinado que existe una base granular de 50 a 40 cm, en ese sentido lo más lógico es retirar la carpeta de rodadura que esta desgastada por el tránsito, etc. Calculando el SN (número estructural) y manteniendo esta base granular de 50 cm el espesor de recapamiento de asfalto en caliente será de 3”. Y para el tramo IV desde el ovalo Cusco hasta Clínica la Luz se determinó una base granular de 16 a 20 cm, haciendo el cálculo respectivo del número estructural (SN) y a manera de uniformizar el espesor de recapamiento de asfalto en caliente se obtiene que será de 3”.

### **OE 2: Proponer el proceso constructivo para mejorar la ejecución de la obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.**

De la revisión al expediente técnico de la obra se aprecia que el proceso constructivo de la reparación de la superficie de rodadura de los tramos II y IV de la Avenida Jorge Basadre consiste en retirar la carpeta asfáltica existente (fresado) y colocar una nueva

de concreto asfáltico en caliente, sin definir alguna restricción, precedente o condición para su ejecución.

Sin embargo, esto ocasionó que, ante la paralización de la obra, los tramos desde la Clínica la Luz hasta óvalo cusco, óvalo de Pocollay hasta ingreso a ciudad nueva y desde la av. Pinto hasta la av. Salida a Tarata la estructura expuesta del pavimento (base con imprimado) se deteriore a tal punto que, en el reinicio de la obra en octubre 2023 se tenga que retirar toda la estructura del pavimento, incrementando los costos del proyecto.

En ese sentido, de la revisión a las respuestas de los profesionales que participaron de la encuesta se aprecia que el tiempo estimado para tener la máquina fresadora, planta de asfalto en caliente y tren de asfalto es de 1 hasta 4 meses con diversos porcentajes de aceptación, lo cual demuestra que habilitar estas maquinarias para retirar, producir y colocar la concreto asfáltico en caliente varía y no existe un plazo promedio o estimado estándar, ello debido que, en el Perú existen pocas empresas constructoras que tiene sus plantas de asfalto, siendo que la gran mayoría de contratista las alquilan, como el presente caso. También cerca del 80 % estuvo de acuerdo en penalizar la demora en el suministro de estas maquinarias, debido a su importante en el proceso constructivo de este tipo de obra.

Ante esta situación, de incertidumbre para poder programar la habilitación de las maquinarias necesarias en el proceso constructivo, el 70 %, 68 % estuvo de acuerdo que el plazo contractual inicie luego de movilizar la planta de asfalto y tren de asfalto.

Ahora bien, continuando con el proceso constructivo, luego de habilitar la planta de asfalto y tener la arena, piedra chancada (para la presente obra, se consideró la adquisición del material y no una planta chancadora), asfalto y otros insumos necesarios para fabricar el concreto asfáltico en caliente, existen las etapas de aprobación del diseño y tramo de prueba, en el cual se definen los procedimientos constructivos de producción y colocación de la carpeta, el 40 % definió que el tiempo estimado varía de 1 a 2 semanas y el 43 % que 3 a 4 semanas.

Este tramo de prueba obligatorio en la construcción de la concreto asfáltico en caliente es un hito importante en la ejecución de estas obras, debido que involucra que la planta de asfalto funciona, los materiales son adecuados, el diseño se encuentra aprobado y el tren de asfalto puede colocar adecuadamente la carpeta, en ese sentido el 80 % estuvo de acuerdo que, el fresado se realice luego de aprobado el tramo de prueba y después de verificar que el contratista tiene los materiales necesarios para ejecutar una sección de obra.

Además, bajo la premisa que el fresado inicia sólo cuando se tienen los equipos y materiales necesarios para un tramo, existe la necesidad de restringir el siguiente tramo o sección de obra a ejecutar luego de culminar el anterior, el 56,7 % estuvo de acuerdo con esta restricción, cabe precisar que con esta restricción se evitaría el riesgo de paralizar la obra y que no exista pavimento antiguo en los tramos fresados, lo cual, es el problema principal de la presente investigación.

Así mismo, cabe la posibilidad que la ejecución del siguiente tramo se demore y no poder culminar la obra en su oportunidad, motivo por el cual el 80 % estuvo de acuerdo en asegurar la ejecución oportuna del fresado, penalizándolo.

Con relación a la ejecución de la obra por secciones terminadas el 60 % estuvo de acuerdo y el 23,30 % en desacuerdo, si bien es cierto, la mayoría opinó en aplicar esta posibilidad habilitada en la Ley de Contrataciones del Estado, entre el 40 % estuvo en desacuerdo e indiferente, esto se puede explicar en el sentido que, bastaría con culminar la colocación de la carpeta asfáltica para generar el beneficio de la nueva superficie de rodadura.

De lo expuesto, el proceso constructivo para mejorar la ejecución de la obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, consiste en iniciar el plazo de ejecución contractual luego de movilizar la planta de asfalto en caliente y tren de asfalto; así mismo, únicamente retirar el pavimento antiguo luego de aprobar el tramo de prueba y tener los materiales necesarios para la sección de obra a renovar.

Así mismo, se plantea los siguientes términos de referencia para la ejecución de este tipo de obra, como los Equipos y/o maquinaria necesarios para iniciar el plazo de ejecución de obra detallados en la Tabla 44.

**Tabla 44**

*Equipos y/o maquinaria indispensable para inicio de obra*

<b>Nº</b>	<b>Equipo / Maquinaria</b>
1	Planta de Asfalto
2	Tren de asfalto
3	Fresadora

El plazo máximo para suministrarlos desde la firma del contrato es 120 días, luego del cual se comienzan a contabilizar las penalidades diarias.

Condiciones especiales para la programación y ejecución de obra:

- a. Para retirar la superficie de rodadura antigua (fresado) el contratista debe tener aprobado el tramo de prueba, materiales o insumos necesarios para la sección de la obra intervenir, equipos y maquinarias necesarias, dicho hito es autorizado por el área usuaria y superior / inspector de obra.
- b. No se puede retirar la superficie de rodadura antigua (fresado) antes de culminar el colocado de la carpeta asfáltica de la sección adyacente.
- c. La programación de la obra debe realizarse considerando la recepción parcial de 4 secciones terminadas de las obras, 2 antes de la mitad del plazo contractual y 2 luego de la mitad del plazo contractual.”

**OE 3: Determinar los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.**

Tal como se detalló, el 68 % de los encuestados eran transeúntes y/o conductores y el 32 % población local y/o empresarios que viven o tienen sus empresas en las zonas de intervención de la presente obra.

Debido al problema identico y condición de la vía luego que el contratista retirara el pavimento antiguo y la obra se paralizara, el mayor problema identificado es la demora en el tránsito vehicular y emisión de polvo, ello debido a la reducida velocidad, baches y polvo generado por la exposición de la base granular.

También el 24 % reportó el incremento de los gastos de mantenimiento vehicular y el 14 % tiene pérdidas o reducción de ventas por el retiro del pavimento antiguo y paralización de la obra.

Esta situación afecta a la población peatonal y transportistas, debido que reportaron que el 50 % demora entre 6 a 10 minutos adicionales al tiempo estimado antes del retiro del pavimento, el 38 % entre 11 a 20 minutos y el 8 % entre 21 a 30 minutos, esta dispersión posiblemente se deba que, el tránsito peatonal probablemente únicamente transite por esta vía dos veces al día, pero por el contrario, el tránsito vehicular, especialmente taxistas, por su trabajo tienen la necesidad de transitar varias veces al día por estas zonas, los cuales reportaron hasta 30 minutos de demora al día

Con relación al mantenimiento mensual vehicular, lo más resaltante es que el 40 % estima un incremento de 26 a 50 soles y 22 % entre 76 a 100 soles, estos últimos posiblemente se deban a personas que realizan el servicio de taxi, este mantenimiento se debe al desgaste de amortiguadores, llantas, consumo de combustible mayor al reducir la velocidad, frenos, limpieza y otros relacionados a los baches.

Así mismo, se recopiló información de las pérdidas económicas generadas por la ejecución y/o paralización de la obra, lo resaltante es que un encuestado reportó pérdidas mayores a S/ 3 000, el 14 % entre S/ 1 001 a S/ 2 000, 26 % entre S/ 101 a S/ 200, 32 % entre S/ 51 a 100 y 26 % menor de S/ 50, ello nos muestra que paralizar la obra en esas condiciones impacta negativamente en la economía de la sociedad, siendo un problema la ejecución de las obras públicas.

También se generó ruidos fuertes (74 %) debido al golpeteo y bacheo de la vía urbana, generado por los mismos vehículos que transitan y tienen que ir esquivando huecos, piedras, desmontes y otros.

Finalmente, el 46% estuvo de acuerdo que cada tramo debería demorar de 1 a 2 meses, dato muy importante para la planificación de la obra, debido que, estas secciones no solo involucran la carpeta de rodadura, sino que, también pueden incluir veredas, señalización vertical, horizontal y otros componentes necesarios para que pueda funcionar de forma adecuada.

Por lo expuesto, los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, fueron demora en el tránsito vehicular, peatonal, emisión de polvos, ruidos y perjuicios económicos a la sociedad.

No obstante, lo expuesto, está pendiente investigar métodos adecuados para estimar las pérdidas económicas y sociales generadas por la paralización o suspensión de las obras públicas, lo cual es necesario para la toma de decisiones a fin de reiniciar la ejecución de la obra

**OG: Proponer los aspectos técnicos para mejorar ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.**

Por lo expuesto, en este tipo de obra que involucra la reparación de superficie de rodadura con concreto asfáltico en caliente de un pavimento existente, es necesario asegurar que el retiro de esta superficie antigua inicie luego que el Ejecutor tenga la maquinaria y/o equipo necesario para el retiro (fresadora), fabricación (planta de asfalto) y colocación (tren de asfalto), tramo de prueba aprobado, el cual involucra el diseño de pavimento y materiales para fabricar la carpeta como: arena, piedra chancada, asfalto, filler y otros, necesarios para ejecutar un tramo específico, a fin de asegurar que el retiro e inmediata colocación del asfalto nuevo.

Por último, este tipo de obra puede fácilmente aplicarse en la recepción parcial de secciones terminadas de obra, debido que son obras del tipo lineal y una sección no depende de la obra; así mismo, cada sección podría funcionar independiente de otras y generar un beneficio inmediato a la sociedad y evitar los perjuicios económicos y sociales a la población de la zona de influencia del proyecto y obra.

En ese sentido los aspectos técnicos para mejorar ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023 son: iniciar el plazo contractual de la obra luego de movilizar de la planta de asfalto en caliente, fresadora y tren de asfalto, restringir el retiro del pavimento antiguo a la aprobación del tramo de prueba y suministro de materiales necesarios para una sección de obra y aplicar la ejecución y recepción de secciones terminadas de obra

Ahora bien, aún está pendiente investigar alguna alternativa de inicio de ejecución de obra que se pueda ser aplicable con la actual Ley de Contrataciones del Estado. Así como, la posibilidad de contratar un servicio integral de retiro, fabricación y colocación de carpeta asfáltica en caliente que pueda renovar vías en toda la ciudad de Tacna, incluido sus distritos cercanos: ciudad Nueva, Pocollay, Alto de la Alianza, Gregorio Albarracín y Yarada Los Palos, debido a la particularidad de la zonas, distancias cortas y tiempos reducido de traslado de la mezcla asfáltica.

Así mismo, considerando que el Gobierno Regional de Tacna tiene una planta de asfalto en caliente, se recomienda que esta entidad pueda suministrar de asfalto a las municipalidades de la región, reducir costos y tiempos ante la dificultad de obtener y/o alquilar esta maquinaria.

## CONCLUSIONES

Los aspectos técnicos para mejorar ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023 son: iniciar el plazo contractual de la obra luego de movilizar de la planta de asfalto en caliente, fresadora y tren de asfalto, restringir el retiro del pavimento antiguo a la aprobación del tramo de prueba y suministro de materiales necesarios para una sección de obra y aplicar la ejecución y recepción de secciones terminadas de obra.

El pavimento adecuado para mejorar la transitabilidad de la Avenida Jorge Basadre en los tramos de: Clínica la Luz - óvalo Cusco, óvalo de Pocollay – ingreso a ciudad nueva y Av. Pinto – Salida a Tarata es la aplicación del pavimento flexible, el retiro de la superficie de rodadura antigua y colocación de un concreto asfáltico en caliente de 3 pulgadas de espesor.

El proceso constructivo para mejorar la ejecución de la obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, consiste en iniciar el plazo de ejecución contractual luego de movilizar la planta de asfalto en caliente y tren de asfalto; así mismo, únicamente retirar el pavimento antiguo luego de aprobar el tramo de prueba y tener los materiales necesarios para la sección de obra a renovar.

Los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, fueron demora en el tránsito vehicular, peatonal, emisión de polvos, ruidos y perjuicios económicos a la sociedad.

## RECOMENDACIONES

Hacia las entidades públicas, considerar los siguientes términos de referencia para la ejecución de obras de reparación de superficie de rodadura con concreto asfáltico en caliente:

“Términos de referencia:

Equipos y/o maquinaria necesarios para iniciar el plazo de ejecución de obra:

Los equipos y/o maquinarias indispensables para iniciar y asegurar la ejecución física de la obra como los detallados en la Tabla 44, en ese sentido el Ejecutor de obra está obligado a movilizarlos para poder iniciar el plazo de ejecución de obra.

El plazo máximo para suministrarlos desde la firma del contrato es 120 días, luego del cual se comienzan a contabilizar las penalidades diarias.

Condiciones especiales para la programación y ejecución de obra:

Para retirar la supervise de rodadura antigua (fresado) el contratista debe tener aprobado el tramo de prueba, materiales o insumos necesarios para la sección de la obra intervenir, equipos y maquinarias necesarias, dicho hito es autorizado por el área usuaria y superior / inspector de obra.

No se puede retirar la superficie de rodadura antigua (fresado) antes de culminar el colocado de la carpeta asfáltica de la sección adyacente.

La programación de la obra debe realizarse considerando la recepción parcial de 4 secciones terminadas de las obras, 2 antes de la mitad del plazo contractual y 2 luego de la mitad del plazo contractual.”

Sólo retirar toda la estructura del pavimento cuando sea afectada en su integridad y ejecutar obras de renovación de únicamente la superficie de rodadura desgastada, debido que en varias zonas de la ciudad de Tacna no se realiza el mantenimiento del pavimento.

Se recomienda a las entidades públicas sólo retirar toda la estructura del pavimento cuando fue afectada en su integridad y ejecutar obras de renovación de únicamente la

superficie de rodadura desgastada, debido que en varias zonas de la ciudad de Tacna no se realiza el mantenimiento del pavimento.

A los futuros investigadores, proponer métodos adecuados para estimar las pérdidas económicas y sociales generadas por la paralización o suspensión de las obras públicas, lo cual es necesario para la toma de decisiones a fin de reiniciar la ejecución de la obra.

Investigar alguna alternativa de inicio de ejecución de obra que pueda ser aplicable con la actual Ley de Contrataciones del Estado.

Analizar la posibilidad de contratar un servicio integral de retiro, fabricación y colocación de carpeta asfáltica en caliente que pueda renovar vías en toda la ciudad de Tacna en diferentes obras, incluido sus distritos cercanos: Ciudad Nueva, Pocollay, Alto de la Alianza, Gregorio Albarracín y Yarada Los Palos, debido a la particularidad de la zonas, distancias cortas y tiempos reducido de traslado de la mezcla asfáltica.

Investigar la posibilidad que el Gobierno Regional de Tacna ponga a disposición de las municipalidades su planta de asfalto en caliente para reducir costos y tiempos ante la dificultad de obtener y/o alquilar esta maquinaria.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguirre, J., & Chambilla, D. (2021). Evaluación superficial del pavimento en calle Tarapacá tramo ovalo cuzco hasta avenida Gustavo Pinto, distrito de Tacna – 2021. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Banegas , E., & Riega, M. (2019). Evaluación de la condición funcional mediante el método del PCI y su estado de rugosidad (ensayo de merlín) de la av. Jorge Basadre Grohmann (L=3.89 km), Tacna 2017. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Barrera, K., & Orocollo, H. (2022). "Evaluación de patologías superficiales, para definir el nivel de serviciabilidad del pavimento en el malecón ribereño - distrito de Moquegua, 2022". Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Cabello, S., & Limonchi, D. (2015). Análisis e implementación del "ccvns" para el proyecto: corredor vial Huancavelica - Lircay - emp. pe-3s (Huallapampa) y emp pe-3s (la mejorada) -Acobamba - emp. pe 3s (Puente Alcomachay). Lima: Universidad Ricardo Palma.
- Chávez, A., & Peñarreta, L. (2019). Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento. Cuenca-Ecuador: Universidad de Cuenca.
- Cepal, (2018). Desarrollo y conflictos asociados a la construcción de infraestructura Chile: División de Recursos Naturales e Infraestructura.
- Bonnet, G (2014). Guía de procesos constructivos de una vía en pavimento flexible. Colombia: Universidad Militar Nueva Granada
- Gonzales, D. (2018). Metodologías de reparación para pavimentos flexibles de mediano y bajo tránsito. Santiago de Chile: Universidad Andrés Bello.
- Gutierrez, G. (2018). Aplicación del metodo (roadroid) para la estimación del índice de rugosidad internacional (iri) mediante smartphone. oruro-bolivia: Universidad Tecnica de Oruro.
- Gutierrez, L. (2017). Diseño de asfalto en caliente mejorado por el uso de cal hidratada en la Av. camino dibos, Ica 2017. Lima: Universidad César Vallejo

- Lizana, P. (2021). Uso del método PCI para la evaluación del pavimento flexible en la Av. Grau, Distrito de Castilla. Piura: Universidad de Piura.
- Martinez, P. (s/f). Aspectos técnicos de una obra. Oaxaca, México : Tecnológico Nacional de México
- Martinez, G. (2020). Tipos de pavimento. Conoce sus características y clasificación. Colombia: Ingeniería y Construcción.
- Medina , K., & Mueras, W. (2021). Evaluación superficial del pavimento flexible, utilizando el método pavement condition index (pci) en la avenida cieneguilla del (pci) en la avenida cieneguilla del. Lima: Universidad San Martín de Porres.
- MEF. (2015). Pautas metodológicas para el desarrollo de alternativas de pavimentos en la formulación y evaluación social de proyectos de inversión pública de carreteras. Lima: Dirección General de Inversión Pública.
- Miranda, R. (2010). Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos. Valdivia: Universidad Austral de Chile.
- Monsalve, L., Giraldo, L., & Gaviria, J. (2012). Diseño de pavimento flexible y rígido. Armenia: Universidad del Quindío.
- MTC. (2013). Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles.
- Paredes, V., & Rodríguez, R. (2011). Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la provincia de Chimborazo. Ambato-Ecuador: Universidad Técnica de Ambato.
- Putra, D., & Suprpto, M. (2018). Assessment of the road based on PCI and IRI Roadroid Measurement. Indonesia: Smart Rehabilitation and Maintenance in Civil Engineering for Sustainable Construction.
- Vargas, M., & Limaco, P. (2019). Análisis comparativo de métodos superficiales PCI y VIZIR aplicados sobre el pavimento en la av. Collpa – tramo av. Costanera hasta el ovalo cuzco de la ciudad Tacna – 2018. Tacna: Universidad Privada de Tacna.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1. MATRIZ DE CONSISTENCIA

Problema	Objetivos	Hipótesis	Variables	Indicadores	Metodología
<p><b>Interrogante principal</b> ¿Se han considerado los aspectos técnicos adecuados para la ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023?</p> <hr/> <p><b>Interrogantes específicas</b> a. ¿Cuáles serían las condiciones técnicas para mejorar la ejecución de obras de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023?  b. ¿Cuál es el proceso constructivo para mejorar la ejecución de la obra reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023?  c. ¿Cuáles son los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023?</p>	<p><b>Objetivo general</b>  Proponer los aspectos técnicos para mejorar ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023</p> <hr/> <p><b>Objetivos específicos</b>  a. Determinar las condiciones técnicas para mejorar la ejecución de obras de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.  b. Proponer el proceso constructivo para mejorar la ejecución de la obra reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.  c. Determinar los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.</p>	<p><b>Hipótesis General</b>  No se han considerado los aspectos técnicos adecuados para la ejecución de obra de reparación de superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023.</p> <hr/> <p><b>Hipótesis específicas</b>  a. Las condiciones técnicas para mejorar la ejecución de obras de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, es definir restricciones para retirar la superficie de rodadura antigua.  b. El proceso constructivo para mejorar la ejecución de la obra reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, consiste en controlar la provisión de equipos para retirar, fabricar e instalar la carpeta asfáltica  c. Los problemas sociales durante la ejecución de obra de reparación de la superficie de rodadura que comprende la Avenida Jorge Basadre en la ciudad de Tacna 2023, son demora en el traslado, emisión de polvo y mayores costos de mantenimiento vehicular.</p>	<p><b>Variable 1</b>  - Aspectos técnicos.</p> <p><b>Variable 2</b>  - Ejecución de obras de renovación de superficie de rodadura.</p>	<p><b>Indicadores:</b>  - Diseño de pavimento  - Proceso constructivo  - Problemas sociales  - Renovación de asfalto en caliente</p>	<p>Tipo de investigación: - No experimental</p> <p>Diseño de investigación: - Explicativo</p> <p>Ámbito de estudio: - Av. Jorge Basadre.</p> <p>Técnicas de recolección de datos:  - Visita de campo - Encuestas - Información de sistemas públicos</p>

## ANEXO 2. ENCUESTA N° 01

### I. INTRODUCCION

Buenos días, somos estudiantes de la Universidad Privada de Tacna de la Facultad de Ingeniería, buscamos determinar las condiciones técnicas para mejorar la ejecución de proyectos de obras viales urbanos, ejecutadas por administración presupuestal indirecta (contrata), por lo cual solicitamos su apoyo mediante esta encuesta. Agradecemos su colaboración.

### II. CUESTIONARIO

#### Variable 1

1. ¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar la máquina fresadora, desde la indagación de proveedores hasta el traslado a la obra?

- Menor a un mes
- De 1 a 2 meses
- De 3 a 4 meses
- De 4 a 5 meses

2. ¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar la planta de asfalto en caliente, desde la indagación de proveedores hasta el inicio de la producción de asfalto?

- Menor a un mes
- De 1 a 2 meses
- De 3 a 4 meses
- De 5 a 6 meses

3. ¿Cuánto es el tiempo estimado para habilitar de la maquinaria del tren de asfalto, desde la indagación de proveedores hasta el traslado a la obra del tren del asfalto?

- Menor a un mes
- De 1 a 2 meses
- De 3 a 4 meses
- De 5 a 6 meses

4. ¿Estaría de acuerdo en penalizar la demora en el suministro de equipos (Planta de asfalto y maquinaria pesada)?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Me es indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

5. ¿Estaría de acuerdo que el inicio de plazo contractual sea posterior al traslado de la planta de asfalto?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Me es indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

6. ¿Estaría de acuerdo que le inicio del plazo contractual sea posterior a la movilización de la maquinaria del tren de asfalto?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Me es indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

## **Variable 2**

7. ¿Cuánto es el tiempo estimado para elaborar, aprobar el diseño del pavimento asfáltico en caliente y ejecutar el tramo de prueba?

- Menor a una semana
- De 1 a 2 semanas
- De 3 a 4 semanas
- De 5 a 6 semanas

8. ¿Estaría de acuerdo con iniciar el fresado del pavimento antiguo luego de aprobado el tramo de prueba?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Me es indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

9. ¿Estaría de acuerdo que el fresado de un tramo (retiro de la carpeta asfáltica antigua) se ejecute luego de verificar que el contratista tiene los materiales necesarios (piedra chancada, arena, cemento asfáltico y otros) puestos en obra para ejecutar dicha sección de la obra?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Me es indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

10. ¿Estaría de acuerdo que el fresado de un tramo (retiro de la carpeta asfáltica antigua) se ejecute luego de culminado el tramo adyacente, es decir, el contratista solamente luego de culminar el primer tramo puede retirar el asfalto antiguo del segundo?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Me es indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

11. ¿Estaría de acuerdo en penalizar la demora del inicio del fresado de cada tramo?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Me es indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

12. ¿Estaría de acuerdo en ejecutar la obra por secciones terminadas de obras?

- Totalmente en desacuerdo
- En desacuerdo
- Me es indiferente
- De acuerdo
- Totalmente de acuerdo

### ANEXO 3. ENCUESTA N° 02

#### I. INTRODUCCION

Buenos días, somos estudiantes de la Universidad Privada de Tacna de la Facultad de Ingeniería, en base a esta encuesta buscamos determinar la importancia de determinar las condiciones técnicas para mejorar la ejecución de proyectos de obras viales urbanos, por lo cual solicitamos su apoyo para la resolución de la siguiente encuesta. Agradecemos su colaboración.

#### II. CUESTIONARIO

##### 1. Tipo:

- Transeúnte / conductor
- Poblador local / empresario

2. ¿Cuál o cuáles incomodidades frecuentes(s) ha sentido por la ejecución y/o paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre iniciada el 01 de abril del 2022?

- Emisión de polvo
- Demora en el tránsito vehicular o peatonal
- Incremento del costo de mantenimiento vehicular
- Pérdida o reducción de ventas
- Desmontes acumulados en las vías o veredas
- Contaminación sonora por maquinaria
- Ninguno

3. Debido a la paralización de la obra en la av. Jorge Basadre ¿Cuánto estima la demora del tránsito vehicular o peatonal diario?

- 0 a 5 min
- 6 a 10 min
- 11 a 20 min
- 21 a 30 min

4. Debido a la paralización de la obra en la av. Jorge Basadre el ruido generado es:

- Muy fuerte
- Fuerte
- Normal
- Bajo
- Muy Bajo

5. Debido a la paralización de la obra en la Av. Jorge Basadre, ¿Cuánto estima el incremento mensual del mantenimiento vehicular?

- 0 a 25 soles
- 26 a 50 soles
- 51 a 75 soles
- 76 a 100 soles

6. Durante la ejecución y/o paralización de la obra, ¿Cuánto estima Ud. que tuvo de pérdidas económicas, mensualmente?

- 0 a 50 soles
- 51 a 100 soles
- 101 a 200 soles
- 1001 a 2000 soles
- 3000 a más

7. Para usted. ¿Cuánto debería demorar la ejecución de un tramo de una obra vial como esta, en condiciones normales?

- Menor a 1 mes
- De 1 a 2 meses
- De 2 a 4 meses
- De 5 meses a más

