

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



TESIS

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA
AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900)
REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU
PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-
2022”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI

Bach. MADAI LUZ LUPACA CONDORI

TACNA – PERÚ

2023

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

TESIS

**“PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA
AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900)
REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU
PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-
2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 01 de abril de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO

SECRETARIA : Mtra. ELIANA NANCY CHAMBILLA VELO

VOCAL : Mtra. ELVIRA ALVARADO AMONES

ASESOR : Mtro. ROLANDO GONZALO SALAZAR CALDERÓN JUÁREZ

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Dania María Maquera Pilcomamani, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificada con DNI 47794733.

Yo, Madai Luz Lupaca Condori, en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 70774656.

Declaramos bajo juramento que:

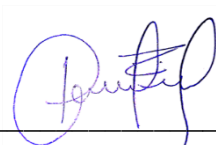
1. Somos autoras de la tesis titulada: *“Propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) realizando una evaluación superficial de su pavimento flexible, distrito de Pocollay, Tacna-2022”* la misma que se presentó para optar el *Título Profesional de Ingeniero Civil*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a La Universidad cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la obra y/o invención presentada.

En consecuencia, nos hacemos responsables frente a La Universidad y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

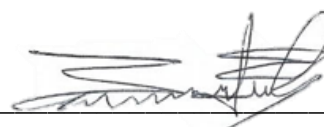
De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se derive, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 01 de abril del 2023



Bach. Dania María Maquera Pilcomamani

DNI:70774656



Bach. Madai Luz Lupaca Condori

DNI:47794733



UPT
UNIDAD DE INVESTIGACIÓN FAING

Sin fines de lucro

CONSTANCIA

QUIEN SUSCRIBE COODINADOR DE LA UNIDAD DE INVESTIGACIÓN DE LA FACULTAD DE INGENIERÍA DE LA UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA, HACE CONSTAR:

Que, los bachilleres; DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI y MADAI LUZ LUPACA CONDORI de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, han presentado la Tesis titulada "PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA2022" el cual presenta un 29 % de similitud, comprobada por el software Turnitin. Se adjunta el recibo digital.

Se expide la presente, para trámites del Título Profesional.

Tacna, 12 de mayo de 2023




Dr. RAUL CARTAGENA CUTIPA
Coordinador
Unidad de Investigación – FAING

PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA 2022

INFORME DE ORIGINALIDAD

29%

INDICE DE SIMILITUD

30%

FUENTES DE INTERNET

3%

PUBLICACIONES

14%

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1

hdl.handle.net

Fuente de Internet

10%

2

repositorio.upt.edu.pe

Fuente de Internet

7%

3

repositorio.unjbg.edu.pe

Fuente de Internet

2%

4

pirhua.udep.edu.pe

Fuente de Internet

1%

5

repositorio.cuc.edu.co

Fuente de Internet

1%

6

dspace.ucuenca.edu.ec

Fuente de Internet

1%

7

Submitted to Universidad Andina Nestor
Caceres Velasquez

Trabajo del estudiante

1%





Recibo digital

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

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Dania Maria Maquera Pilcomamani - Madai Luz Lupaca Con...
Título del ejercicio: INGENIERÍA CIVIL
Título de la entrega: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVE...
Nombre del archivo: TESIS-MAQUERA-LUPACA_19_abril.pdf
Tamaño del archivo: 8.75M
Total páginas: 138
Total de palabras: 18,811
Total de caracteres: 106,127
Fecha de entrega: 19-abr.-2023 05:17p. m. (UTC-0500)
Identificador de la entre... 2069731079



DEDICATORIA

La presente Investigación se la dedico a mis padres quienes me brindaron su apoyo en todo momento lo que hizo que pueda alcanzar todas las metas que me he trasado, a mis hermanos que me brindaron todo su apoyo, gracias por ser parte de mi vida, gracias a mi familia por confiar en mí, ustedes son mi mayor bendición.

Bach. Dania María Maquera Pilcomamani

Esta Investigación está dedicada a mi padre Frei Lupaca Valeriano y mi madre Martha Condori Quispe, quienes gracias a su apoyo y confianza hicieron que pueda alcanzar mis metas y lograr mis objetivos, a mi hermana Miriam por su consejos y apoyo moral, a mi pequeño sobrino Abdiel por tolerar mis días de estudio y a mi familia paterna que siempre me brindo su cariño y soporte incondicional. Muchas gracias.

Bach. Madai Luz Lupaca Condori

AGREDICIMIENTO

A todos los docentes de la universidad privada de Tacna, por acompañarnos en esta etapa de aprendizaje y formación como ingenieras civiles.

A nuestro Asesor de Tesis al Mgtr. Rolando Gonzalo Salazar Calderón Juárez por brindarnos su apoyo para la realización de este trabajo de investigación. A nuestros compañeros por haber compartido anécdotas y memorias inolvidables, durante el proceso estudiantil.

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	v
AGREDICIMIENTO	vi
ÍNDICE GENERAL.....	vii
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xii
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema.....	2
1.2. Formulación del problema.....	6
1.2.1.Problema general.....	6
1.2.2.Problemas específicos	6
1.3. Justificación e importancia de la investigación	6
1.3.1.Desde el punto de vista ambiental.....	6
1.3.2.Desde el punto de vista social.....	6
1.3.3.Desde el punto de vista económico.....	7
1.3.4.Desde el punto de vista científico	7
1.4. Objetivos.....	7
1.4.1.Objetivo General	7
1.4.2.Objetivos específicos	7
1.5. Hipótesis	8
1.5.1.Hipótesis General.....	8
1.5.2.Hipótesis Especificas	8
CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO	9
2.1. Antecedentes de la investigación	9
2.1.1.Antecedentes locales	9
2.1.2.Antecedentes nacionales	10
2.1.3.Antecedentes internacionales	12
2.2. Bases teóricas	13
2.2.1.Tipos de Pavimentos.....	13
2.2.2.Estructura del Pavimento Flexible	14

2.2.3.Comportamiento estructural de un pavimento	14
2.2.4.Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI)	15
2.2.5.Procedimiento de Evaluación	16
2.2.6.Fallas en pavimentos flexibles, según metodología PCI	16
2.2.7.Patologías del Pavimento.....	17
2.2.8.Propuesta de mejora	37
2.2.9.Definición de términos.....	49
CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO	50
3.1. Diseño de la investigación.....	50
3.2. Acciones y actividades	50
3.2.1.Reconocimiento del área a evaluar	50
3.2.2.Inspección en campo	52
3.2.3.Análisis según las tomas en campo	54
3.3. Materiales y/o instrumentos.....	54
3.4. Población y/o muestra de estudio	57
3.4.1.Población	57
3.4.2.Muestra de estudio.....	57
3.5. Operacionalización de variables.....	58
3.5.1.Variable Independiente	58
3.5.2.Variable Dependiente.....	58
3.6. Procesamiento y análisis de datos	59
3.6.1.Datos del área de estudio	59
3.6.2.Unidad de muestreo	59
3.6.3.Número total de unidades de muestra (N).....	60
3.6.4.Corrección de longitud de unidad de muestreo (Lm)	60
3.6.5.Área de unidad.....	61
3.6.6.Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (n).....	61
3.6.7.Intervalo de muestreo (i)	61
3.6.8.Registro de datos en formato	64
3.6.9.Valores deducidos (VD)	64
3.6.10.Número máximo admisible de valores deducidos (m).....	65
3.6.11.Máximo valor deducido corregido (Max.CDV).....	65
CAPÍTULO IV: RESULTADOS	68
CAPÍTULO V: DISCUSIÓN	99
CONCLUSIONES	104
RECOMENDACIONES	105
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	106
ANEXOS	108

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Rangos de clasificación del PCI	15
Tabla 2. Fallas en la carpeta asfáltica - método del PCI	36
Tabla 3. Conjugación de mezclas para el parchado superficial manual.....	38
Tabla 4. Desarrollo en campo según parchado manual - mecanizado.....	39
Tabla 5. Desarrollo en campo de mezclas para el parchado profundo	41
Tabla 6. Procedimiento parchado profundo.....	42
Tabla 7. Granulometría para la arena.....	44
Tabla 8. Acciones de reparación según dimensiones de la fisura o grieta	45
Tabla 9. Materiales que se utilizaron para realizar la inspección en campo.....	55
Tabla 10. Fallas en la carpeta asfáltica - método del PCI.....	59
Tabla 11. Longitudes de unidades de muestreo Asfáltica.....	59
Tabla 12. Formato para determinar el máximo valor deducido corregido	65
Tabla 13. Corrección de valores deducidos para pavimentos flexibles.....	66
Tabla 14. Resumen de resultados para el procedimiento PCI	68
Tabla 15. Lista de unidades de muestra de inspección – avenida los Ángeles.....	69
Tabla 16. Resumen de resultados – tramo 01 (subida)	96
Tabla 17. Resumen de resultados – tramo 02 (bajada)	96
Tabla 18. Promedio de resultados – tramo 01 (subida)	97
Tabla 19. Promedio de resultados – tramo 02 (bajada)	98
Tabla 20. Resultados de Tramo 1 y 2.....	100
Tabla 21. Resultados más bajos de PCI, tramo 02 – bajada	101
Tabla 22. Tabla resumen del PCI en la Av. Los Ángeles.....	101
Tabla 23. Tipo de mantenimiento	102
Tabla 24. Cuadro comparativo de resultados según la metodología	103

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Área de investigación Av. Los Ángeles – distrito Pocollay, desde la calle Hermanos Reynoso hasta la Av. TA-627, L= 2,3 Km	3
Figura 2. Área de investigación avenida Los Ángeles – tramo de bajada	4
Figura 3. Área de investigación avenida Los Ángeles – tramo de subida	4
Figura 4. Grietas de borde en la avenida Los Ángeles – tramo de bajada	5
Figura 5. Huecos en la calzada de la avenida Los Ángeles – tramo de subida	5
Figura 6. Estructura de un pavimento flexible	14
Figura 7. Repartición de cargas en pavimento rígido y flexible	15
Figura 8. Daño asfáltico, Piel de cocodrilo	17
Figura 9. Daño asfáltico, Exudación	18
Figura 10. Daño asfáltico, Agrietamiento en bloque	19
Figura 11. Daño asfáltico, Abultamiento y hundimiento	20
Figura 12. Daño asfáltico, Corrugación	21
Figura 13. Daño asfáltico, Depresión	22
Figura 14. Daño asfáltico, Grieta de borde	23
Figura 15. Daño asfáltico, Grieta de reflexión de junta	24
Figura 16. Daño asfáltico, Desnivel carril/berma	25
Figura 17. Daño asfáltico, Grietas longitudinales y transversales	26
Figura 18. Daño asfáltico, Parcheo	27
Figura 19. Daño asfáltico, Pulimiento de agregados	28
Figura 20. Daño asfáltico, Huecos	29
Figura 21. Niveles de severidad para huecos	29
Figura 22. Daño asfáltico, Cruce de vía férrea	30
Figura 23. Daño asfáltico, Ahuellamiento	31
Figura 24. Daño asfáltico, Desplazamiento	32
Figura 25. Daño asfáltico, Grietas parabólicas	33
Figura 26. Daño asfáltico, Hinchamiento	34
Figura 27. Daño asfáltico, Desprendimiento de agregados	35
Figura 28. Formato Metodología Índice de Condición de Pavimento	36
Figura 29. Aplicación para el parcheo superficial	37
Figura 30. Aplicaciones para el parcheo profundo	40
Figura 31. Aplicaciones para sellado de fisuras y grietas	43
Figura 32. Propósitos del riego de imprimación	47
Figura 33. Avenida los Ángeles – Distrito de Pocollay	50
Figura 34. Formato para la Inspección en campo	51
Figura 35. Medición de las unidades de muestra	52
Figura 36. Señalado de unidad de muestra	52

Figura 37. Medición de profundidad de un hueco	53
Figura 38. Medición de la profundidad de un hundimiento	53
Figura 39. Registro de las fallas encontradas en la calzada.....	54
Figura 40. Plano de delimitación distrital – Municipalidad Distrital de Pocollay.....	57
Figura 41. Avenida los Ángeles – Distrito de Pocollay.	58
Figura 42. Croquis de unidades de muestra a inspeccionar	63
Figura 43. Registro de fallas en la avenida los Ángeles	64
Figura 44. Valor deducido corregido para pavimentos asfálticos.....	66
Figura 45. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 04	70
Figura 46. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 08	71
Figura 47. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 12	72
Figura 48. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 16	73
Figura 49. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 20	74
Figura 50. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 24	75
Figura 51. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 28	76
Figura 52. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 32	77
Figura 53. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 36	78
Figura 54. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 40	79
Figura 55. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 44	80
Figura 56. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 48	81
Figura 57. Resultados del tramo 01 (subida), unidad 52	82
Figura 58. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad 04.....	83
Figura 59. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad 08.....	84
Figura 60. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad 12.....	85
Figura 61. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 16.....	86
Figura 62. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 20.....	87
Figura 63. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 24.....	88
Figura 64. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 28.....	89
Figura 65. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 32.....	90
Figura 66. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 36.....	91
Figura 67. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 40.....	92
Figura 68. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 44.....	93
Figura 69. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 48.....	94
Figura 70. Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 52.....	95
Figura 71. Gráfico Lineal – resultados PCI	97
Figura 72. Gráfico porcentual de las patologías registradas en la avenida los Ángeles.	98
Figura 73. Recopilación de datos en ambos sentidos de la vía	99
Figura 74. Avenida los ángeles, tramo 02 – bajada	101

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1.Matriz de consistencia.....	109
Anexo 2.Abaco de curvas para pavimentos asfálticos, aplicados para la determinación de los valores deducidos.....	110
Anexo 3.Plano de ubicación – Avenida los Ángeles	110

RESUMEN

En la presente investigación “Propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles tramo (km 1+600 - 3+900) realizando una evaluación superficial de su pavimento flexible, distrito de Pocollay, Tacna-2022” tiene como objetivo principal dar propuestas de mejora en base a una evaluación del grado de serviciabilidad. Para dar una propuesta de mejora que justifique su proposición, se requirió una evaluación actual del pavimento que definirá el grado de severidad en función a la serviciabilidad. Con la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) evaluamos y clasificamos el pavimento flexible de la avenida los Ángeles en el tramo (km 1+600 - 3+900). Se desarrollo el PCI en los 2,3 kilómetros del tramo de la avenida los Ángeles, con una calzada de 5,7 metros en ambos sentidos de la vía. Con los cálculos manuales desarrollados se ejecutaron un total de 13 muestras de estudio para cada sentido de la avenida, la longitud de cada muestra consto de 41,07 metros. De esta manera desarrollamos el proceso de inspección a lo largo de la avenida, registrando las patologías en los formatos correspondientes. Una vez concluido el cálculo al área de estudio, se obtuvieron los siguientes resultados: La calzada de subida resulto con un valor de PCI de 71,50 categorizándose como un pavimento muy bueno; a diferencia de la calzada de bajada que resulto con un valor de PCI de 52,90 categorizándose como un pavimento regular. En función a los resultados obtenidos se concluyó que es necesario tomar medidas de refacción para la calzada de bajada y para la calzada de subida tomar medidas de mantenimiento, de manera conjunta se desarrolló propuestas de mejora que se espera a tomar en cuenta por las autoridades competentes para beneficio de la avenida los Ángeles.

Palabras Claves: Índice de la Condición de pavimento (PCI), Pavimento Flexible, Propuestas de mejora, serviciabilidad.

ABSTRACT

In the present investigation "Proposal for improvement for the serviceability of the Los Angeles avenue section (km 1+600 - 3+900) carrying out a superficial evaluation of its flexible pavement, Pocollay district, Tacna-2022" has as main objective to give proposals improvement based on an evaluation of the degree of serviceability. To give an improvement proposal that justifies its proposal, a current evaluation of the pavement was required, which will define the degree of severity based on serviceability. Using the Pavement Condition Index (PCI) methodology, we evaluated and classified the flexible pavement of Los Angeles Avenue in the section (km 1+600 - 3+900). The PCI was developed in the 2.3-kilometer section of Los Angeles Avenue, with a roadway of 5.7 meters in both directions of the road. With the manual calculations developed, a total of 13 study samples were executed for each direction of the avenue, the length of each sample consisted of 41.07 meters. In this way we develop the inspection process along the avenue, recording the pathologies in the corresponding formats. Once the calculation of the study area was completed, the following results were obtained: The road going up resulted in a PCI value of 71.50, categorized as a very good pavement; unlike the downhill road that resulted in a PCI value of 52.90, categorized as a regular pavement. Based on the results obtained, it was concluded that it is necessary to take repair measures for the down road and for the up road to take maintenance measures, jointly developed proposals for improvement that are expected to be taken into account by the competent authorities. for the benefit of Los Angeles Avenue.

Key words: Pavement Condition Index (PCI), Flexible Pavement, Improvement proposals, serviceabili

INTRODUCCIÓN

El desarrollo y crecimiento de un país depende fundamentalmente de una red vial adecuada, ya que esta posibilita el transporte de personas y cargas. En América latina se observa un problema en las estructuras viales, ya que estas no satisfacen las actividades centrales de un país.

La integración del mantenimiento vial dentro del ciclo de vida de un pavimento hace que este mismo mantenga un grado de condición adecuado para su uso, caso contrario; afectara directamente la integridad de los vehículos y de la población misma. De aquí radica la importancia del grado de serviciabilidad en las líneas de red vial que son imprescindibles para satisfacer las necesidades básicas de los conductores.

El índice de condición del pavimento (PCI) es una metodología completa que permite definir el grado de serviciabilidad de una vía, este mismo es desarrollado bajo una inspección en campo abierto realizado en unidades de muestra. Luego de haber registrado los datos en formatos, se procede al cálculo del mismo teniendo un rango de calificación que varía desde (0) para un pavimento que se encuentra en mal estado y (100) para un pavimento que se encuentra en condiciones excelentes. Posterior a la realización de la investigación se definirá propuestas de mejora para satisfacer las necesidades de serviciabilidad en la avenida los Ángeles.

Esta investigación contiene cinco capítulos que incluyen lo siguiente: En el primer capítulo se menciona la descripción del problema, formulación del problema, justificación, objetivos e hipótesis. El segundo capítulo desarrolla los antecedentes, fundamentos teóricos y la definición de conceptos que son de importancia para el desarrollo de la investigación, además en este capítulo podemos encontrar el contenido teórico de las propuestas de mejora planteadas por las evaluadoras. En el capítulo III se desarrolla la metodología de investigación y las acciones que se tomaron para la realización de la misma, además del procedimiento de actividades de investigación y los materiales a emplear. En el cuarto capítulo se muestran los resultados en los que se aplicaron el método del PCI. Y por último en el quinto capítulo se desarrolla la discusión, conclusiones y recomendaciones en base a nuestros objetivos y resultados.

CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción Del Problema

El transporte terrestre es conocido como una herramienta que nos ayuda a trasladar personas y mercancías de un lugar a otro en una zona determinada. Dentro de sus objetivos primordiales esta satisfacer las necesidades de la población; brindando un crecimiento económico y un desarrollo sostenible a raíz de una movilización eficaz y fluida a través de una mejora en la red vial.

Las carreteras, caminos y vías públicas son componentes esenciales de la economía creciente de un país y a medida que amplían la cobertura en las vías de transporte los tiempos de viaje se reducen, se incrementa la comodidad y en consecuencia se generan ahorros importantes que benefician a los usuarios. Los factores que conllevan a que una vía tenga bajo nivel de servicio es la construcción con materiales inferiores, elaboración del pavimento sin los estudios previos, factores naturales, aumento gradual del número de vehículos y sobre todo la falta de mantenimiento de las vías. A consecuencia de ello genera una percepción negativa por parte de la sociedad.

El Perú tiene una sociedad en crecimiento a gran escala con un sector industrial y comercial que crece paralelamente, que trae como resultado un alto nivel de tránsito en el sistema vial. Con la necesidad de apoyar los intereses de la población se requiere que las vías tengan condiciones óptimas de nivel de servicio, para promover una transitabilidad idónea y una adecuada serviciabilidad vial.

En la ciudad de Tacna vemos caminos mal pavimentados con baches, grietas y otras fallas viales, estas condiciones generan molestias a los ciudadanos, daño a los vehículos que circulan en estas áreas y dan una mala reputación para los turistas. Es debido a esa situación que es necesario un adecuado diseño y ejecución del pavimento, pero esto no asegura que la vía no sufra dificultades en el futuro ya que las vías necesitan un mantenimiento constante para mantener su conservación.

El estudio del pavimento flexible de la avenida Los Ángeles en el distrito de Pocollay, presenta importantes daños en las secciones de su vía, como son los huecos, desprendimientos, fisuras y el desgaste mismo del pavimento. Por ello tenemos la necesidad de registrar e identificar la diversidad de patologías que podemos encontrar mediante un inventario vial; y así mismo plantear una propuesta de mejora según la

severidad, cantidad y densidad de fallas encontradas. De esta forma diagnosticamos la condición del pavimento y daremos un proceso de refacción óptimo.

Con esta investigación evaluaremos los daños en el pavimento flexible de la avenida los Ángeles, tomando como muestra ambos tramos (subida - bajada) que constan de unos 2,3 km como se muestra en la Figura 1, considerando un diámetro de calzada de 5,70 m. Los resultados obtenidos en campo nos permitirán determinar la severidad de los daños en su pavimento; y con ellos se plantea una propuesta de mejora para la condición del pavimento y el nivel de serviciabilidad de la avenida, que otorgara un beneficio al distrito de Pocollay.

Figura 1

Área de investigación Av. Los Ángeles – distrito Pocollay, desde la calle Hermanos Reynoso hasta la Av. TA-627, L= 2,3 Km



Nota. En la figura se muestra la sección de investigación avenida Los Ángeles (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay.

En la Figura 2 y Figura 3 se muestra ambos sentidos de la avenida los Ángeles.

Figura 2

Área de investigación avenida Los Ángeles – tramo de bajada



Nota: En la figura se muestra el tramo de bajada de la avenida Los Ángeles, comprendido por dos carriles.

Figura 3

Área de investigación avenida Los Ángeles – tramo de subida



Nota. En la figura se muestra el tramo de subida de la avenida Los Ángeles, comprendido por dos carriles.

En la Figura 4 y Figura 5 se muestra algunas fallas en el pavimento encontradas en la avenida los Ángeles.

Figura 4

Grietas de borde en la avenida Los Ángeles – tramo de bajada.



Nota. En la figura se puede observar la presencia de grietas de borde, con inclinación al carril derecho del tramo de bajada de la avenida Los Ángeles.

Figura 5

Huecos en la calzada de la avenida Los Ángeles – tramo de subida.



Nota. En la figura se puede observar la presencia de huecos, en medio de la calzada del tramo de bajada de la avenida Los Ángeles.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Qué tan factible sería plantear una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) realizando una evaluación superficial de su pavimento flexible, distrito de Pocollay, Tacna-2022?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuáles son los tipos de fallas superficiales en el pavimento flexible de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) del distrito de Pocollay, Tacna?
- b. ¿Cuál es el estado de conservación de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) del distrito de Pocollay, Tacna, aplicando el método PCI?
- c. ¿Qué consideraciones debe tener una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles Tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay Tacna -2022?

1.3. Justificación e importancia de la investigación

1.3.1. Desde el punto de vista ambiental

Los métodos de conservación de la superficie vial dependen del tipo de daño, no todas las fallas de la vía se tratan de la misma manera; se requiere un estudio previo para ser identificadas y así diagnosticar un método de refacción que enfatice con el proceso ambiental y materiales extraídos de la superficie de apoyo, ya sea solos o mezclados. Esta acción tiene un significativo efecto en la reducción del uso de bancos de material.

1.3.2. Desde el punto de vista social

Actualmente la conectividad vial tiene desventajas debido al mal estado de las carreteras debido a que en ocasiones el tránsito se limita a las condiciones en las que se encuentra la vía, lo que conlleva a aumentar el tiempo de viaje, el desgaste y acorte de la vida útil en vehículos de tránsito continuo, incremento del costo de transporte de productos y el valor del transporte público para los residentes; por ello al mejorar la serviciabilidad en una vía, cumpliremos con los parámetros exigidos y la población será beneficiada con estas condiciones, que son gestionadas permitiendo una mejor movilidad, mejorando su calidad de vida, fomentando la igualdad social, garantizando la seguridad en el tráfico, reduciendo los viajes prolongados, así como la baja de los costos de transporte y la comercialización de productos de la región.

1.3.3. Desde el punto de vista económico

Una carretera en mal estado impide el acceso a un territorio y por tanto a servicios básicos como la sanidad, educación y la cohesión territorial disminuyen; además de acortarle la vida útil de vehículos.

La falta de mantenimiento de las carreteras, afecta directamente a los usuarios de las vías y a la seguridad, provoca un coste adicional en los conductores. Las irregularidades de la superficie de vía provocan vibraciones elevadas que dañan la carrocería y las estructuras internas de los vehículos, deforman los neumáticos, y generan un mayor consumo de combustible. El mal estado de las carreteras puede manifestarse de diferentes formas como: baches, hundimientos y grietas. Estas situaciones son las que aumentan la probabilidad de cometer un error al conducir; que derivaba a accidentes de tránsito que puede llevar a una tragedia es por eso que se debe de realizar constantemente el mantenimiento de las carreteras para así evitar todo tipo de situaciones trágicas.

1.3.4. Desde el punto de vista científico

En crecimiento de las actividades en una ciudadanía demanda que las vías de tránsito se encuentren en condiciones adecuadas para su uso. Sabemos que con el paso del tiempo la vía de genera desgaste físico en su pavimento. Por ello esta investigación da una solución a problemas de serviciabilidad; realizando un estudio actual de la condición del pavimento y así brindando una solución al problema existente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Planteamiento de una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles Tramo (Km 1+600 - 3+900) realizando una evaluación superficial de su pavimento flexible, distrito de Pocollay, Tacna-2022.

1.4.2. Objetivos específicos

- a. Identificación de los tipos de fallas superficiales en el pavimento flexible de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) del distrito de Pocollay, Tacna.
- b. Aplicación del método PCI para determinar el estado de conservación de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay Tacna.

- c. Identificación de las consideraciones que debe tener una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay Tacna -2022.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Plantear una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles Tramo (Km 1+600 - 3+900) realizando una evaluación superficial de su pavimento flexible, es altamente factible, distrito de Pocollay, Tacna-2022.

1.5.2. Hipótesis Especificas

- a. Los tipos de fallas superficiales en el pavimento flexible de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) distrito de Pocollay, Tacna, son en general piel de cocodrilo y exudación.
- b. Con el método PCI se determina que el estado de conservación es malo en la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay, Tacna.
- c. Las consideraciones que debe tener la propuesta son en base a la calidad que se quiere ofrecer a los transeúntes; de esta manera se mejora la serviciabilidad del pavimento de la avenida los Ángeles Tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay Tacna – 2022.

CAPÍTULO II: MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes de la investigación

2.1.1. Antecedentes locales

En su tesis titulada "Evaluación de la condición operacional del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular de la avenida Industrial, Tacna - 2022", se tuvo como objetivo principal evaluar el estado actual del tramo de carretera de la av. Industrial, comprendido entre las avenidas Hipólito Unanue y Jorge Basadre Grohmann, en un total de 3,5 km de longitud. Mediante la aplicación del Método Pavement Condition Index (PCI) se determinó la condición actual del pavimento flexible en la Av. Industrial; siendo el valor para el tramo de subida de 19,78 y para el tramo de bajada de 15,93, siendo ambas de calificación Muy Mala. Se caracterizó cada uno de los tipos de fallas que se apreciaron en cada tramo de muestreo, tanto para los tramos de subida como de bajada, junto con los respectivos adicionales, dicha caracterización se realizó en función del Manual Pavement Condition Index. Respecto a la calificación individual de cada unidad de muestreo, se encontró que 01 unidad se clasifica como MALO, 48 unidades como MUY MALO, y 08 unidades como FALLADO, resultando en un total de 57 unidades de muestreo evaluadas. Al momento en el que realizaron el recorrido en campo para la evaluación, se observó que se han realizado trabajos de mantenimiento, los cuales, si bien no solucionaron como tal las fallas encontradas, disminuyeron el deterioro del pavimento (Pérez, 2022).

En su tesis titulada "Evaluación del pavimento asfáltico, utilizando el método PCI en las vías principales del distrito de Pocollay de la ciudad De Tacna" se analizó las fallas que se encontró en el pavimento asfáltico en las principales vías del distrito de Pocollay de la ciudad de Tacna. Los resultados de un análisis superficial de las fallas del pavimento en vías principales del distrito de Pocollay revelan la presencia de fallas como parcheo, abultamiento y hundimiento, desprendimiento de agregados, agrietamiento de bloques, grietas longitudinales y transversales, baches y huecos, y grietas de borde, indicando una correlación directa entre estas fallas y el estado de preservación. De acuerdo a los hallazgos, se determinó evaluar las fallas que se encontraron en el pavimento de las principales vías del distrito de Pocollay, es importante ya que restringe el tránsito e incómoda a los usuarios, con los resultados del PCI se puede determinar el tipo de intervención sobre el pavimento asfáltico (Angles, 2021).

En su tesis titulada “Análisis del estado actual del pavimento flexible utilizando la metodología Pavement Condition Index en la avenida Internacional, tramo: avenida Manuel Cuadros – calle Ta622, Tacna – 2022” se evaluó el estado actual del pavimento flexible de la avenida Internacional, entre la avenida Manuel Cuadros y la calle TA-622, utilizando la metodología PCI. Se encontró que el pavimento flexible de la avenida Internacional del distrito de Ciudad Nueva, ubicado entre la Av. Manuel Cuadros hasta la calle TA622, en el año 2022, analizado mediante el método Pavement Condition Index (PCI), presentó un índice PCI en el tramo de subida de 20,08 relacionado a una condición “Muy Mala”, y en el tramo de bajada un valor PCI de 16,19 relacionado a una condición “Muy Mala” (Ticona E. A., 2022).

2.1.2. Antecedentes nacionales

En su tesis titulada “Análisis del estado del pavimento flexible, tipo de fallas y su severidad de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad utilizando el método del Índice de Condición de Pavimento, en la ciudad de Cajamarca - 2018” se determinó la relación entre el tipo de fallas, severidad y el estado del Pavimento Flexible en la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad, Utilizando el Método del Índice de Condición del Pavimento, el Pavimento Flexible de Cajamarca en la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad se correlacionó el tipo de fallas, severidad y condición del pavimento en el 2018. Para la realización de la evaluación visual de los tramos 01 y 02 se utilizó el método del índice de condición del pavimento (PCI), y los resultados mostraron que se encuentra en condición REGULAR debido al valor del PCI de 47 en la escala de evaluación del PCI previamente descrita. La investigación realizó una contribución científica al utilizar el método del PCI para determinar de forma rápida y asequible el verdadero estado del pavimento flexible, al mismo tiempo, debido al estado regular que presenta el tramo en estudio, la circulación de vehículos es normal, pero no adecuada, ya que, conductores y pasajeros se perjudican al recorrer el mencionado tramo (Suárez & Gonzalo, 2018).

En su tesis titulada “ los indicadores abordados tuvieron como antecedente lo realizado por Tineo (2019), donde se determina el estado del pavimento asfáltico en la avenida Canto Grande del distrito de San Juan de Lurigancho en Lima, mediante la metodología PCI, dando como resultado que por PCI las calzadas derecha e izquierda tienen una calificación promedio de 39.47 (condición mala), se evaluó también los tipos de daños que presentó el pavimento, determinando el estado del pavimento como

REGULAR; asimismo, se pudo observar en los resultados encontrados del primer objetivo de la presente investigación que al 2021, la condición del pavimento en la calzada izquierda y derecha de la avenida Las Palmeras distrito de Los Olivos es regular y bueno respectivamente. Teniendo una afinidad con Salazar (2019) en su investigación mediante la metodología PCI determinó que el estado de conservación de la Avenida Independencia, Cajamarca 2017, es regular, con un PCI promedio de 49,09%; mostrando que la metodología PCI determina la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas (Olano, 2021).

En su tesis titulada “Propuesta de estrategias de intervención del pavimento flexible, aplicando las metodologías PCI, VIZIR Y PSI, en el tramo paradero grifo Móvil– Ciencias de la salud de la universidad andina de la prolongación Av. de la Cultura – Av. Manco Cápac – Prolongación Av. Manco Cápac de la Ciudad del Cusco– 2018” , los resultados obtenidos mediante los métodos de índice de condición de pavimento (PCI), índice de deterioro superficial (VIZIR) e índice de serviciabilidad presente (PSI), pudieron demostrar que el tramo Paradero Grifo Móvil – Av. Clorinda Matto de Turner y tramo Posta médica de San Jerónimo – Ciencias de la Salud de la Universidad Andina del Cusco, se deberán realizar intervenciones periódicamente, como sellado fisuras, grietas y parchado superficial y profundo en calzada; entre tanto que en el tramo Av. Clorinda Matto de Turner - Posta médica de San Jerónimo necesitarán intervenciones de tipo mantenimiento rutinario con un cambio de superficie de rodadura. El procesamiento de los datos reveló tres tramos, siendo el tramo Posta médica de San Jerónimo – Ciencias de la Salud de la UAC son los que presentan más ahuellamiento, fisuras longitudinales y fisuras transversales, abultamientos y hundimientos, y el tramo Paradero Grifo Mobil – Av. Clorinda Matto de Turner presentaba fallas prominentes de tipo ahuellamiento, agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y transversales, los cuales requieren intervención, de tipo mantenimiento Rutinario como son sellado fisuras, grietas y parchado superficial y profundo en calzada; mientras que el tramo Av. Clorinda Matto de Turner - Posta médica de San Jerónimo presentaba fallas predominantes de tipo ahuellamiento, piel de cocodrilo, abultamientos y hundimientos, desplazamientos y desniveles de carril - berma que requiere intervención de tipo mantenimiento periódico con parcheo superficial o profundo sobre carpeta y/o reconstrucción con un cambio de superficie de rodadura (Condori & Goyzueta, 2019).

2.1.3. Antecedentes internacionales

En su tesis titulada “Plan de intervención vial en base a la evaluación del PCI (Pavement Condition Index), caso de estudio Quinta Chica Baja, Cuenca-Ecuador”, en la que evaluaron el estado actual del pavimento mediante la metodología PCI, para así obtener un plan de intervención vial para la parroquia Quinta Chica Baja, que garantice el óptimo funcionamiento acorde a las intervenciones posibles de mantenimiento y rehabilitación existentes en Cuenca para prolongar su vida útil. En consecuencia, lograron realizar un plan de intervención vial que permitió una mejor gestión de la red vial de Quinta Chica Baja. Se estableció un inventario vial, la valoración del estado del pavimento y las intervenciones necesarias a ser implementadas en cada tipo de pavimento en función de los daños que presentó la capa de rodadura de la zona de estudio, conjuntamente con los criterios establecidos por la normativa ecuatoriana de la vialidad (NEVI-12). Además de la implementación en la proyección del estado que presentaría el pavimento en caso de aplicar diferentes tipos de intervenciones sobre la superficie. (Pallasco, 2018), Desarrollo la investigación titulada “Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas”, en la presente investigación de tesis tuvo como objetivo principal evaluar y proponer un tipo de mantenimiento para la avenida Quevedo en Santo Domingo (Morocho, 2021).

En su tesis titulada “Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas”, en la que desarrollaron mediante una inspección de manera visual las diferentes fallas del pavimento, que existen en la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas; logrando determinar que la mayoría de las secciones de la avenida Quevedo, se encuentran en malas condiciones, por lo que, al parecer durante los años de servicio, aproximadamente solo se han colocado capas de asfalto o se han dado soluciones puntuales a diferentes áreas realizando un bacheo. Sin embargo, en muchos de los casos realizando una mala reparación sin seguir con ningún criterio técnico. Los estudios permitieron determinar que el pavimento la avenida Quevedo, se encuentra en condiciones malas y pobres por lo que se necesita según los resultados obtenidos un mantenimiento mayor que mejoren la serviciabilidad para los usuarios que transitan por ella (Pallasco, 2018).

En su tesis titulada “Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del índice de condición del pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación” se evaluaron modelos de serviciabilidad del pavimento rígido en la localidad de norte –

centro histórico de la ciudad de Barranquilla, tomando como referencia 20 tramos de la misma; siendo esta una zona de la ciudad muy importante y transitada en esta. El método utilizado para esta evaluación fue el índice de condición del pavimento; también llamado PCI, este es un método visual el cual cuenta con 19 daños con severidad alta (H), media (M), y baja (L). Concluyeron que 2 de los 20 tramos evaluados están totalmente fallados, 3 tramos en muy mal estado, 5 tramos en mal estado, 4 tramos en estado regular y 6 tramos en buen estado; ningún tramo se encontró en excelentes condiciones. Por lo tanto, se define que es de vital importancia realizar estas evaluaciones periódicamente a nuestras vías, para evitar accidentes, garantizar la seguridad de los usuarios, tener vías con buena transpirabilidad, reducir costos considerablemente a la ciudad al evitar rehacer las vías, y así con esto mejorar la calidad de vida de todos los ciudadanos (Martínez & Noguera, 2020).

2.2. Bases teóricas

2.2.1. Tipos de Pavimentos

2.2.1.1. Pavimentos flexibles (pavimentos asfálticos)

Estos pueden definirse como concreto asfáltico en caliente, tratamiento asfáltico, concreto asfáltico en frío y mortero asfáltico; establecidos por capas de mezclas asfálticas que se pueden aplicar o no sobre una base y subbase granular. El Instituto del Asfalto ha patentado el término "pavimento asfáltico en toda su profundidad" para describir los pavimentos de hormigón asfáltico que se construyen directamente sobre la subbase (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, pág. 44).

2.2.1.2. Pavimentos semi-flexibles (intertrabados)

Son los pavimentos de hormigón o de cemento hidráulico según su comportamiento en tales formas como losas de concreto simple con juntas, suelo-cemento, losas de concreto reforzado con juntas hormigón compactado con rodillo (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, pág. 44).

2.2.1.3. Pavimentos rígidos (de concreto hidráulico)

Es la categorización de los pavimentos de hormigón de cemento hidráulico según su comportamiento en cualquiera de sus formas o modalidades (losas de concreto simple con juntas, losas de concreto reforzado con juntas, suelo-cemento, hormigón compactado con rodillo, etc.) (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010, pág. 44).

2.2.2. Estructura del Pavimento Flexible

a. Capa de rodadura

Es la capa superior de un pavimento, en algunos casos será de adoquines, de tipo bituminoso (flexible) o de concreto de cemento Portland (rígido), tiene como finalidad aguantar directamente el tráfico (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2013, pág. 30).

b. Base

Constituye la capa que se encuentra debajo de la capa de rodadura, y tiene como finalidad sostener, repartir y transmitir las cargas causadas por el tránsito. Dicha capa se compone de material granular drenante ($\text{CBR} \geq 80\%$) o será tratada con asfalto, cemento o cal (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2013, pág. 30).

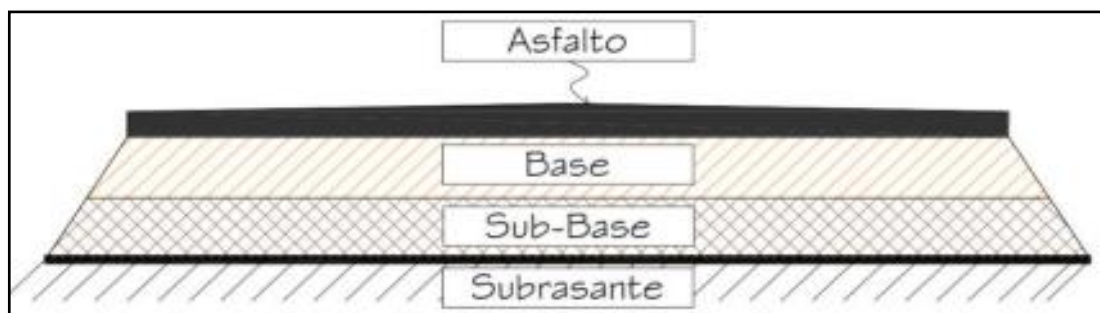
c. Sub base

Es una capa que soporta la base y la carpeta y está hecha de una sustancia determinada y tiene un grosor establecido. Sirve además como capa de drenaje y de regulador de la capilaridad del agua. Esta capa puede ser necesaria o no, dependiendo del tipo, diseño y dimensiones del pavimento. Es posible que esta capa sea de material granular ($\text{CBR} 40\%$) o que esté tratada con cemento, cal o asfalto (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2013, pág. 30).

En la Figura 6 se muestra la estructura interna de un pavimento flexible.

Figura 6

Estructura de un pavimento flexible



Nota. En la figura se observa la estructura de un pavimento flexible adaptado de Armijos ,2009, pág. 21.

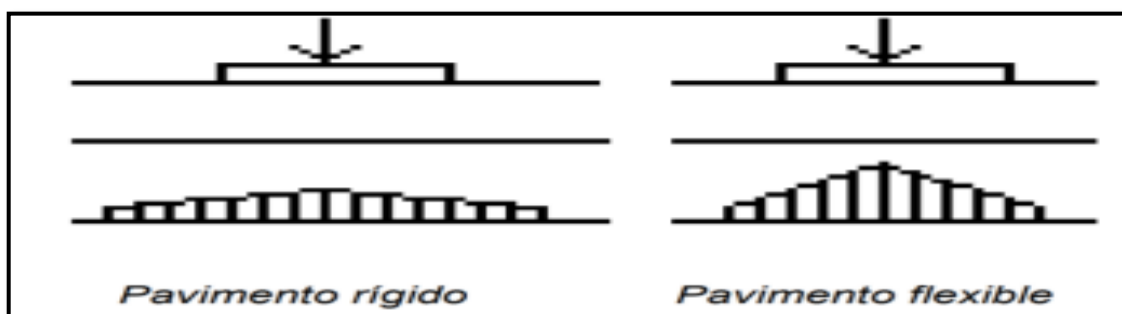
2.2.3. Comportamiento estructural de un pavimento

La diferencia fundamental entre los pavimentos flexibles y los rígidos es la forma como reparten las cargas, como se muestra en la Figura 7. Se describe que el pavimento rígido, al ser más macizo tiene una resistencia a la fuerza más regular; a diferencia de

un pavimento flexible en la cual la distribución de las cargas es escalonada con tendencia triangular (Llosa , 2006).

Figura 7

Repartición de cargas en pavimento rígido y flexible



Nota. En la figura se muestra la repartición de cargas en los diferentes tipos de pavimentos adaptado de Llosa, 2006.

2.2.4. Método del Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El objetivo principal de esta metodología es evaluar la condición en que se encuentra el pavimento, la realización de esta metodología es sencilla ya que no necesita materiales especializados; si no que se puede realizar a través de visualizaciones a las patologías encontradas en el pavimento.

Es un nivel numérico donde se puede apreciar la condición en que se encuentra el pavimento como se muestra en la Tabla 1, los niveles van de 0 a 100, siendo 0 el peor estado y 100 el mejor (Vásquez, 2002).

Tabla 1

Rangos de clasificación del PCI

Rango	Clasificación
100-85	excelente
85-70	muy bueno
70-55	bueno
55-40	regular
40-25	malo
25-10	muy malo
10-0	fallado

Nota. Guía para la clasificación de los resultados- adaptado de Vásquez (2002).

2.2.5. Procedimiento de Evaluación

Se lleva a cabo en dos fases, la primera fase consiste en la toma de datos de campo en forma de muestras, y la segunda fase consiste en cálculos mediante el método PCI.

En la primera fase del procedimiento de la evaluación de la condición del pavimento se realizará la inspección mediante el método de visualización de las fallas tomando en consideración el nivel de gravedad y el tamaño en el que se presentan en el pavimento todo ello se realizará en secciones de muestreo.

El nivel de falla puede ser de nivel alto, medio y bajo todo esto se llevará a cabo usando los formatos de campo adecuados para tal fin.

La severidad es definida como un tipo de desgaste de la superficie del pavimento. Los Valores de la magnitud del daño son: alto, bajo, medio (Vásquez, 2002).

- Bajo (L: Low): No es perceptible alguna ondulación, lo cual no afecta la transitabilidad.
- Medio (M: Medium): Ondulaciones percibidas por el conductor del vehículo, debe reducir la velocidad para viajar con un confort adecuado.
- Alto (H: High): Fácil percepción de las ondulaciones por ser muy altas, el conductor baja su velocidad porque deteriora la transitabilidad.

2.2.6. Fallas en pavimentos flexibles, según metodología PCI

Son signos externos de la degradación del pavimento provocada por las cargas, el medio ambiente, una construcción deficiente o una combinación de estos factores. Las fallas comunes son el agrietamiento, ahuellamiento y el deterioro por actuación ambiental de la superficie del pavimento (Materials, 2004).

2.2.6.1. Fallas superficiales

Consiste en los defectos de la superficie de la carretera causados por las propias fallas de la capa asfáltica, que no se encuentran relacionados con el diseño del pavimento. Se solucionan arreglando la superficie y añadiendo la rugosidad e impermeabilidad necesarias. Lo conseguimos mediante capas de fresado y nivelación, así como con capas finas de asfalto que tienen contribuciones estructurales mínimas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2013).

2.2.6.2. Fallas estructurales

Consiste en defectos superficiales en el pavimento que resultan de fallos estructurales, afectando a una o más capas del pavimento. Para garantizar que todo el pavimento satisface las necesidades del tráfico actual y futuro, es vital fortalecer el pavimento

actual (tras corregir las fallas observadas y, si es necesario, fresados y nivelar las capas) (Ministerio de Transportes y Comunicaciones., 2013).

2.2.7. Patologías del Pavimento

(Vásquez, 2002), Define las siguientes patologías.

- **Piel de Cocodrilo.** - Es una grieta que se extiende a lo largo de la superficie de la calzada, como resultante del movimiento excesivo de una o más capas de la fatiga. Las grietas se fusionan en polígonos agudos, formando un patrón que recuerda a la tela metálica o la piel de cocodrilo. En la Figura 8 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 8


Daño asfáltico, Piel de cocodrilo

Tipo de daño	Piel de cocodrilo
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con un poco o ninguna interconexión.</p> <p>M: Forman un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.</p> <p>A: Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidas.</p>
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada, sello superficial.</p> <p>M: Parcheo parcial o en toda la profundidad. Reconstrucción.</p> <p>A: Parcheo parcial. Reconstrucción.</p>

- **Exudación.** - Tiene presencia sobre la calzada como un material bituminoso. Bajo la luz se observa de manera cristalina y resplandeciente, suele ser viscosa. En la Figura 9 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 9

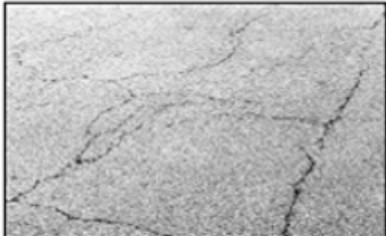
Daño asfáltico, Exudación

Tipo de daño	Exudación
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: La exudación ha ocurrido solamente en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año.</p> <p>M: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.</p> <p>A: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.</p>
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada.</p> <p>M: Se aplica arena, agregados</p> <p>A: Se aplica arena agregados y cilindrado (precalentado si fuera necesario).</p>

- **Agrietamiento en bloque.** – Se definen como grietas que comunicadas entre si forman bloques en la superficie del pavimento. Sus medidas varían de 0,30 m x 0,3 m a 3,0 m x 3,0 m y son causadas por la contracción del concreto asfáltico y la época donde la temperatura es diurna. En la Figura 10 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.


Figura 10

Daño asfáltico, Agrietamiento en bloque

Tipo de daño	Agrietamiento de bloque
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: Bloques definidos por grietas de baja severidad, como se define para grietas longitudinales y transversales.</p> <p>M: Bloque definido por grietas de severidad media.</p> <p>A: Bloques definidos por grietas de alta severidad.</p>
Unidad de medida	<p>Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m²).</p>
Nivel de refacción	<p>B: Sellado de grietas con ancho mayor a 3 milímetros. Riego de sello.</p> <p>M: Sellado de grietas reciclado, superficial, escarificado en caliente y sobre carpeta.</p> <p>A: Sellado de grietas recicladas superficial escarificado en caliente y sobre carpeta.</p>

- **Abultamientos y hundimientos.** - Son cúmulos ascendentes que brotan en la parte superior del pavimento. Los hundimientos son desplazamientos en descenso en la superficie del pavimento. En la Figura 11 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 11*Daño asfáltico, Abultamiento y hundimiento*

Tipo de daño	Abultamiento y hundimiento
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: Los abultamientos o hundimientos origina una calidad de tránsito de baja severidad.</p> <p>M: Los abultamientos o hundimientos origina una calidad de tránsito de severidad media.</p> <p>A: Los abultamientos hundimientos origina una calidad de tránsito de severidad alta.</p>
Unidad de medida	Pies lineales o metros lineales.
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada.</p> <p>M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.</p> <p>A: Reciclado fresado en frío parcheo profundo parcial sobre carpeta.</p>


- **Corrugación.** - Son unas ondulaciones que ocurren a una distancia limitada entre las misma. Las crestas son perpendiculares al sentido del tránsito y ocurren usualmente a menos de 3,0 metros. En la Figura 12 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 12*Daño asfáltico, Corrugación*

Tipo de daño	Corrugación
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: Produce una calidad de tránsito de baja severidad.</p> <p>M: Produce una calidad de tránsito de media que severidad.</p> <p>A: Producen una calidad de tránsito de alta severidad.</p>
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada.</p> <p>M: Reconstrucción.</p> <p>A: Reconstrucción.</p>


- **Depresión.** - Son zonas en la superficie del pavimento que presentan un descenso moderado. Suelen ser visibles cuando el agua se poza en ellas, formando un charco. En la Figura 13 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 13*Daño asfáltico, Depresión*

Tipo de daño	Depresión
Imagen referencial	
Nivel de severidad	B: 13, 00 a 25,00 milímetros. M: 25,00 a 51,00 milímetros A: Más de 51,00 milímetros.
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	B: No se hace nada. M: Parcheo superficial, parcial o profundo. A: Parcheo superficial, parcial o profundo.

- **Grieta de borde.** – Definidas como grietas que se desplazan de manera longitudinal abarcando el borde externo del pavimento, usualmente se observan a 30 a 60 cm. de su borde. La patología se manifiesta a razón de las cargas de tráfico. En la Figura 14 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.


Figura 14*Daño asfáltico, Grieta de borde*

Tipo de daño	Grieta de borde
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: Agrietamiento bajo o medio sin fragmentación o desprendimiento.</p> <p>M: Grietas medias con alta fragmentación y desprendimiento.</p> <p>A: Considerable fragmentación o desprendimiento a lo largo del borde.</p>
Unidad de medida	Pies lineales o metros lineales.
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3 milímetros.</p> <p>M: Sellado de grietas. Parcheo parcial – profundo.</p> <p>A: Parcheo parcial o profundo.</p>

- **Grieta de reflexión de junta.** – Estas grietas se producen cuando la superficie asfáltica esta sobre una losa de concreto, causadas principalmente por el movimiento de esta. En la Figura 15 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.


Figura 15

Daño asfáltico, Grieta de reflexión de junta

Tipo de daño	Grieta de reflexion de juntas
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: Grietas sin relleno de ancho menor que 10 mm grieta rellena de cualquier ancho.</p> <p>M: Grieta sin relleno con ancho entre 10 mm y 76 mm grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76 mm rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio. Grieta rellena de cualquier ancho rodeada de un ligero agrietamiento aleatorio.</p> <p>A: Cualquier grieta rellena o no rodeada de un agrietamiento aleatorio de media o alta seguridad. Grietas y un relleno de más de 76 mm una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas de pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.</p>
Unidad de medida	Pies lineales o metros lineales.
Nivel de refacción	<p>B: Sellado para anchos superiores a 3,00mm.</p> <p>M: Sellado de grietas.</p> <p>A: Parcheo parcial o profundo. Reconstrucción de junta.</p>


- **Desnivel carril / berma.** - Esta falla se observa como una diferencia entre la berma y el borde del pavimento. Se desarrolla a consecuencia asentamiento de la berma o la erosión de la misma. En la Figura 16 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 16*Daño asfáltico, Desnivel carril/berma*

Tipo de daño	Desnivel carril / berma
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: La diferencia en elevación entre el borde del pavimento y la berma está entre 25 y 51 milímetros.</p> <p>M: La diferencia está entre 51 y 102 milímetros.</p> <p>A: La diferencia es la elevación es mayor que 102 milímetros.</p>
Unidad de medida	Pies lineales o metros lineales.
Nivel de refacción	B, M, A: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.


- **Grietas longitudinales y transversales.** - Las grietas longitudinales se desarrollan en paralelo al eje de la calzada; a diferencia de las grietas transversales se extienden perpendicularmente a la línea del pavimento. En la Figura 17 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 17*Daño asfáltico, Grietas longitudinales y transversales*

Tipo de daño	Grietas longitudinales y transversales
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: Grietas y un relleno de ancho menor que 10 mm rellena de cualquier ancho.</p> <p>M: Grieta sin relleno de ancho entre 10 y 76 mm sin relleno de cualquier ancho, hasta 76 milímetros. Rodeado de grietas aleatorias, pequeñas.</p> <p>A: Cualquier grieta rellena o no rodeada de grietas aleatorias, pequeñas de severidad media o alta, sin relleno de más de 76 mm de ancho. Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas de pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.</p>
Unidad de medida	Pies lineales o metros lineales.
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor a 3 milímetros.</p> <p>M: Sellado de grietas.</p> <p>A: Sellado de grietas y parcheo parcial.</p>

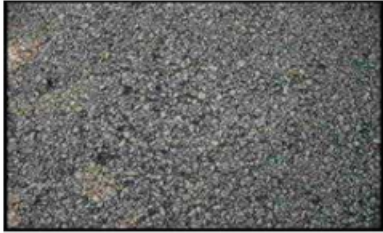
- **Parcheo.** - Es una sección del pavimento refaccionada con material nuevo para mejorar su condición. En la Figura 18 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 18*Daño asfáltico, Parcheo*

Tipo de daño	Parcheo
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: El parche está en buena condición. Y es satisfactorio la calidad del tránsito se califica como de baja severidad o mejor.</p> <p>M: El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica como de severidad media.</p> <p>A: El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica como desesperada. Alta requiere pronta sustitución.</p>
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada.</p> <p>M: No se hace nada. Sustitución del parche.</p> <p>A: Sustitución del parche.</p>


- **Pulimento de agregados.** - Esta falla hace que la superficie del pavimento se vuelva suave, esto debido a la pérdida de la micro textura superficial. En la Figura 19 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 19*Daño asfáltico, Pulimiento de agregados*

Tipo de daño	Pulimiento de agregados
Imagen referencial	
Nivel de severidad	No se define ningún nivel de severidad. Sin embargo, el grado de pulimiento deberá ser significativo antes de ser incluido en una evaluación de la condición y contabilizado como defecto.
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	B, M, A: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Fresado y sobre carpeta.

- **Huecos.** - Son pequeñas depresiones ubicadas en la superficie del pavimento, son en forma de cóncavos y con bordes prominentes. En la Figura 20 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 20*Daño asfáltico, Huecos*

Tipo de daño	Huecos
Imagen referencial	
Nivel de severidad	Su nivel de severidad se define mediante un cuadro (ver figura 8).
Unidad de medida	Si el diámetro del hueco es mayor que 762 mm, debe medirse el área en pies cuadrados o metros cuadrados y dividirla entre 5 ft cuadrados. 0,47 m ² para hallar el número de huecos equivalentes. Si la profundidad es menor, igual que en 25 mm, los huecos se consideran como de severidad media. Si la profundidad es mayor que 25 mm, la severidad se considera como alta.
Nivel de refacción	B: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo. M: Parcheo parcial o profundo. A: Parcheo profundo.

En la figura 21 se muestra el grado de severidad según la profundidad del hueco.

Figura 21*Niveles de severidad para huecos*


Profundidad máxima del hueco	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203 mm	203 a 457 mm	457 a 762 mm
12,7 a 25,4 mm	B	B	M
> 25,4 a 50,8 mm	B	M	A
> 50.8 mm	M	M	A

Nota. Elaborado según la información definida de (Vásquez, 2002).

- **Cruce de vía férrea.** - Son fallas en el pavimento vinculadas con el cruce de vías de ferrocarril (depresiones – abultamientos). En la Figura 22 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.


Figura 22

Daño asfáltico, Cruce de vía férrea

Tipo de daño	Cruce de vías férreas
Imagen referencial	
Nivel de severidad	B: Produce calidad de tránsito de baja. M: Produce calidad de tránsito de media. A: Produce calidad de tránsito de alta.
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	B: No se hace nada. M: Parcheo superficial. Reconstrucción. A: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción.


- **Ahuellamiento.** - Esta falla se ubica sobre el trayecto de los vehículos, siguiendo el sentido de sus llantas. En la Figura 23 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 23*Daño asfáltico, Ahuellamiento*

Tipo de daño	Ahuellamiento
Imagen referencial	
Nivel de severidad	B: 6,0 a 13, 0 milímetros. M: > 13,0 a 25,00 milímetros. A: > 25,0 milímetros.
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	B: No se hace nada. Fresado y sobre carpeta. M: Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Fresado y sobre carpeta. A: Parcheo superficial o parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta.

- **Desplazamiento.** - Es el movimiento de una sección de pavimento, generalmente a consecuencia del empuje de cargas de tránsito. En la Figura 24 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.


Figura 24*Daño asfáltico, Desplazamiento*

Tipo de daño	Desplazamiento
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.</p> <p>M: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.</p> <p>A: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.</p>
Unidad de medida	Pies cuadrados (p ²) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada. Fresado.</p> <p>M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.</p> <p>A: Fresado. Parcheo parcial o profundo.</p>

- **Grietas parabólicas.** - Estas grietas están formadas por el empuje de las llantas de los vehículos, su apariencia es como la de un arco sobre la superficie del pavimento. En la Figura 25 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.


Figura 25

Daño asfáltico, Grietas parabólicas

Tipo de daño	Grietas parabólicas
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: Ancho promedio de la grieta menor que 10 milímetros.</p> <p>M: Ancho promedio de la grieta entre 10 38 milímetros. El área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.</p> <p>A: Ancho promedio de la grieta mayor que 38 milímetros. El área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.</p>
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada. Parcheo parcial.</p> <p>M: Parcheo parcial.</p> <p>A: Parcheo parcial.</p>


- **Hinchamiento.** - Esta falla se ubica en la superficie del pavimento formando un pandeo ascendente, la onda se extiende a una distancia mayor de 3,0 m. En la Figura 26 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 26*Daño asfáltico, Hinchamiento*

Tipo de daño	Hinchamiento
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: El linchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad, el linchamiento de baja severidad no es siempre fácil de ver, pero puede ser detectado conduciendo en el límite de la velocidad. Sobre la sección del pavimento.</p> <p>M: El linchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.</p> <p>A: El linchamiento causa calidad de tránsito de severidad alta.</p>
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada.</p> <p>M: No se hace nada. Reconstrucción.</p> <p>A: Reconstrucción.</p>

- **Desprendimiento de agregados.** - Es el desgaste físico del pavimento por pérdida de ligante asfáltico y partículas de agregados sueltos. En la Figura 27 se muestra características de la falla, requeridas para su inclusión en los formatos PCI.

Figura 27*Daño asfáltico, Desprendimiento de agregados*

Tipo de daño	Desprendimiento de agregados
Imagen referencial	
Nivel de severidad	<p>B: A comenzado a perderse los agregados o ligante en algunas áreas de la superficie ha comenzado deprimirse.</p> <p>M: La textura superficial es moderadamente Rugosa y Ahuecada en el caso de derramamiento de aceite en la superficie suave y puede penetrarse con una moneda.</p> <p>A: Se han perdido de forma considerable los agregados o ligante, la textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada las áreas afectadas tienen diámetros menores que 10 mm y profundidades menores que 13 milímetros.</p>
Unidad de medida	Pies cuadrados (p2) o metros cuadrados (m ²).
Nivel de refacción	<p>B: No se hace nada.</p> <p>M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobre carpeta.</p> <p>A: Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Reconstrucción.</p>

En la Tabla 2 se presenta la clasificación de las 19 fallas que se podrán visualizar el pavimento; esta información nos es brindada por el Manual del PCI donde se expresa la enumeración, tipo de falla, código y su unidad de medición. También se ha utilizado como referencia una plantilla de la metodología PCI, en la Figura 28 se puede observar el formato de exploración de condición para carreteras.

Tabla 2*Fallas en la carpeta asfáltica - método del PCI*

No	Tipo de falla	Código	Unidad de medida
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento de bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grieta de borde	GB	m2
8	Grieta de reflexión de junta	GJ	m2
9	Desnivel de carril o berma	DCB	m2
10	Grieta longitudinal y transversal	GLT	m2
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimento de agregados	PUA	m2
13	Baches o huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Desprendimiento de agregados	DA	m2

Nota. Adaptado de Vásquez (2002) para la evaluación del PCI.

Figura 28*Formato Metodología Índice de Condición de Pavimento*

EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO				ESQUEMA		
ZONA	ABSCISA INICIAL	UNIDAD DE MUESTREO				
CÓDIGO VÍA	ABSCISA FINAL	ÁREA MUESTREO (m ²)				
INSPECCIONADA POR		FECHA				
No.	Daño	No.	Daño			
1	Piel de cocodrilo.	11	Parcheo.			
2	Exudación.	12	Pulimento de agregados.			
3	Agrietamiento en bloque.	13	Huecos.			
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vía férrea.			
5	Corrugación.	15	Ahuellamiento.			
6	Depresión.	16	Desplazamiento.			
7	Grieta de borde.	17	Grieta parabólica (slippage).			
8	Grieta de reflexión de junta.	18	Hinchamiento.			
9	Desnivel carril / berma.	19	Desprendimiento de agregados.			
10	Grietas long y transversal.					
Daño	Severidad	Cantidades parciales		Total	Densidad (%)	Valor deducido

Nota. Formato utilizado como referencia, Adaptado de Vásquez (2002).

2.2.8. Propuesta de mejora

2.2.8.1. Parchado Superficial

a. Generalidades

Esta actividad consiste en la reparación de huecos y secciones dañadas del pavimento asfáltico, toma acción en estas áreas reemplazando el material deteriorado en la superficie de rodadura por uno nuevo; teniendo en cuenta que para esta actividad la base granular y las demás capas del suelo se tiene que encontrar en buenas condiciones. Tiene como finalidad restablecer las condiciones adecuadas de un pavimento asfáltico, además de retrasar la aparición de daños más severos en el pavimento.

La longitud máxima de los tramos para la ejecución de este tipo de obras en un carril de la calzada y manteniendo el tránsito unidireccional en el otro carril, será de 2.5 kilómetros, espaciados entre ellos en una longitud igual sin trabajos en la calzada y con tránsito bidireccional (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, pág. 300).

b. Utilidad

En la Figura 29 se muestran en qué casos se aplicará el parchado superficial.

Figura 29:

Aplicación para el parcheo superficial

Medida de reparación	Caso
Parchado superficial	<p>Áreas agrietadas por fatiga de la estructura del pavimento, caracterizadas por presentar una serie de grietas y fisuras interconectadas entre sí, pero con un grado de severidad que no muestra la presencia de trozos separados sueltos.</p> <p>Los Parches poco profundos, entendiéndose como tales, aquellos cuya profundidad alcanza menos de 50 milímetros.</p> <p>Desplazamiento de áreas localizadas de la carpeta conocidas como corrugaciones o distorsiones.</p>

Nota. Información definida en (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

c. Tipos

Parchado superficial manual:

Esta actividad se realiza de forma manual inicia removiendo el material excedente, limpiando la zona afectada (paredes), aplicar un riego de liga o imprimante y para concluir se compacta la mezcla asfáltica. Este tipo de refacción es aplicable para los siguientes tipos de mezcla, descritos en la Tabla 3.

Tabla 3

Conjugación de mezclas para el parchado superficial manual

Conjugaciones parchado superficial manual		
Parchado superficial manual	Mezcla en caliente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavar y remover el material a reemplazar. 2. Colocar el material removido en los depósitos correspondientes. 3. Iniciar con el riego de liga o imprimación. 4. Preparar mezcla asfáltica de concreto en caliente. 5. Transportar, colocar y compactar.
	Mezcla en frío	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavar y remover el material a reemplazar. 2. Colocar el material removido en los depósitos correspondientes. 3. Iniciar con el riego de liga o imprimación. 4. Preparar mezcla asfáltica en frío. 5. Transportar, colocar y compactar.
	Mezcla preparada	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavar y remover el material a reemplazar. 2. Colocar el material removido en los depósitos correspondientes. 3. Iniciar con el riego de liga o imprimación. 4. Preparar mezcla asfáltica en frío preparada y almacenada. 5. Transportar, colocar y compactar.

Nota. Información definida en (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Parchado superficial mecanizado:

Esta actividad se realiza mediante la aplicación de equipo especializado.

a. Materiales

Los materiales utilizados para realizar esta operación dependen de las características de la falla (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Ligantes:

- Si la mezcla de reemplazo tiene que estar sobre una base granular, se utilizará un asfalto diluido de curado medio curado medio (tipo MC-30) o también es aplicable el uso de una emulsión asfáltica de imprimación.

Mezclas asfálticas:

- Para la reparación de pavimentos de concreto asfáltico en caliente, se utilizará mezclas asfálticas densas.
- Se podrá usar mezcla en frío cuando resulte imposible aplicar una mezcla en caliente, empleando una emulsión de rotura lenta o media como ligante.
- Las mezclas en frío del tipo apilado pueden emplearse cuando el clima dificulta el uso de mezclas en caliente.

b. Equipos y herramientas

Dependerá del método de colocación y de los materiales usados para el parchado, ya sea manual o mecanizado (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

En la Tabla 4 se muestra el desarrollo secuencial del parchado manual y mecanizado.

Tabla 4

Desarrollo en campo según parchado manual - mecanizado

Procedimiento del parchado manual - mecanizado	
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Remover el área dañada. 2. Delimitar el área deteriorada.
	<ol style="list-style-type: none"> 3. Cortar las paredes del asfalto en forma vertical, utilizar herramientas como cierras o taladros. 4. La profundidad del corte tiene que alcanzar en donde no se logre ver signos de agrietamiento. De tratarse de baches se alcanzará el punto más profundo. 5. Al realizar la remoción se debe de tener cuidado en no dañar la base granular existente debajo de las capas asfálticas.
Manual	<ol style="list-style-type: none"> 6. Para iniciar con el relleno, el área removida anteriormente tiene que estar libre de polvo y totalmente limpia. Especialmente las paredes y el fondo de la falla. 7. Se verterá el ligante. 8. Se verterá el ligante en el fondo y las paredes, usar escobillones. (Dosificación general: 1,3 l/m² – 2,4 l/m²). 9. Una vez vertido el ligante, se distribuirá en el área a manera de extenderla con ayuda de los rastrillos. (6mm). 10. Los extremos deben quedar con mezcla en forma vertical. 11. Realizar la compactación con un rodillo neumático de 3 a 5 toneladas de peso. Se podrá hacer uso de rodillo manual de ser el caso de que la capa a compactar sea menor a 10 cm.
Mecanizado	Este procedimiento se realiza usando maquinaria especializada, siguiendo la misma correlación.

Nota. Información definida en (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

2.2.8.2.Parchado profundo

a.Generalidades

Esta actividad refacciona superficies del pavimento que se encuentran severamente dañadas, es decir cuando el daño se es visible hasta la base y subbase. Al aplicar esta actividad retardaremos la formación de daños más severos en el pavimento a largo plazo (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018, pág. 305).

b.Utilidad

En la figura 30 se visualiza las técnicas que se aplicaran según el caso que se presente

Figura 30

Aplicaciones para el parcheo profundo

Medida de reparación	Casos
Parchado profundo	Áreas agrietadas como la piel de cocodrilo, formando figuras conectadas entre sí menores a 30 cm. Parchados profundos, entendiéndose como tales aquellos cuya profundidad sea mayor de 50mm.
	Sectores que presenten emanación agua o finos desde el fondo del pavimento a través de las grietas; visibles después de un periodo de precipitaciones por los depósitos de suelos finos generando una mancha.
	Grietas de borde de severidad alta que comprometen en área y espesor la integridad del pavimento.

Nota. Información definida en (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

c.Materiales

Los materiales utilizados para realizar esta operación dependen de las características de la falla (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Bases y Subbases:

Estas serán reemplazadas según los requisitos de las especificaciones técnicas.

Ligantes:

Se usará un asfalto diluido de curado medio (MC-30), según los requisitos de las especificaciones técnicas.

Riegos de liga:

Uso de emulsiones asfálticas de rotura lenta (CSS-1 o Css-1h).

Tratamientos superficiales:

Uso de emulsiones asfálticas de rotura rápida (CRS-1 o CRS-2).

Mezclas asfálticas:

Se podrá usar mezclas en frío utilizando como ligante una emulsión de rotura lenta.

d. Equipos y herramientas

En la Tabla 5 se muestra el desarrollo del parchado según su mezcla.

Tabla 5

Aplicaciones en mezcla – parchado profundo		
Parchado profundo	Mezcla en caliente	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavar y remover el material a reemplazar (base-subbases). 2. Colocar el material removido en los depósitos correspondientes. 3. Colocar la base de reemplazo de manera compactada (base-riego de liga). 4. Preparar mezcla asfáltica en caliente. 5. Transportar, colocar y compactar.
	Mezcla en frío	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavar y remover el material a reemplazar (base-subbases). 2. Colocar el material removido en los depósitos correspondientes. 3. Colocar la base de reemplazo de manera compactada (base-riego de liga). 4. Preparar mezcla asfáltica en frío. 5. Transportar, colocar y compactar.
	Tratamiento superficial.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Excavar y remover el material a reemplazar (base-subbases). 2. Colocar el material removido en los depósitos correspondientes. 3. Colocar y compactar la base de reemplazo. 4. Imprimir base. 5. Construcción del tratamiento superficial de las mismas características del existente.

Desarrollo en campo de mezclas para el parchado profundo.

Nota. Información definida en (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

En la Tabla 6 se muestra el desarrollo secuencial desarrollado en campo del parchado profundo.

Tabla 6*Procedimiento parchado profundo*

Desarrollo – parchado profundo	
Parchado profundo Procedimiento	<ol style="list-style-type: none"> 1. Identificar las áreas dañadas (30cm). 2. Remover y delimitar el área dañada. 3. Cortar las paredes del asfalto en forma vertical. 4. La profundidad del corte tiene que ser en una capa estable. 5. Se reemplazará todo el material removido por mezclas asfálticas. 6. Las paredes y fondo del área deben de estar libre de polvo.
	<ol style="list-style-type: none"> 7. Las paredes se deben recubrir con el riego de liga mediante escobillones que permitan esparcir el ligante uniformemente. 8. Verificar que el material halla ingresado debidamente en la falla. 9. Extender la mezcla asfáltica, nivelar mediante rastrillos. 10. Realizar la compactación con un rodillo neumático o liso de 3 toneladas a 5 toneladas de peso.

Nota. Información definida en (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

2.2.8.3. Sellado de Fisuras y grietas**a. Generalidades**

Se define como la colocación de un material especial dentro de las fisuras y grietas. La finalidad de dicha acción es impedir el ingreso de agua y materiales ajenos; que producirían un daño más severo desencadenando una póstuma aparición de baches piel de cocodrilo.

Una vez las fisuras y grietas se logren identificar en el pavimento se deberá tomar acción inmediatamente, esto se realiza con el fin de no agravar la falla con el paso del tiempo. Las observaciones en la calzada serán realizadas mediante inspecciones permanentes en campo, se priorizará las temporadas de lluvia (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

b. Utilidad

En la figura 31 se define las aplicaciones que tiene el sellado de fisuras y grietas.

Figura 31

Aplicaciones para sellado de fisuras y grietas

Medida de reparación	Casos
Sellado de fisuras y grietas	Áreas con fisuras o grietas de fatiga de la estructura del pavimento, que se caractericen por no tener una conexión entre sí y que no presenten evidencias de afloramiento de agua o finos.
	Fisuras o grietas de borde, caracterizadas por su forma semicircular y por ubicarse hasta unos 30 cm. del borde del pavimento. Es conveniente sellarlas cuando presentan pérdidas de material en menos de un 10% de su longitud.
	Fisuras o grietas de contracción que forman una serie de bloques grandes y generalmente con esquinas o ángulos agudos de entre 0.1 m y 10 m, originados por diferencias térmicas o cambios volumétricos en la mezcla asfáltica, en la base o en la subrasante, en mezclas muy rígidas. Se deben sellar cualquiera sea su ancho. Fisuras o grietas longitudinales coincidentes o sensiblemente paralelas al eje de la calzada. Por ejemplo, las de junta, causadas por una débil unión constructiva entre carriles; las longitudinales de origen térmico o por fallas en la subrasante. Se deben sellar cualquiera sea su ancho.
	Fisuras o grietas de reflexión que se presentan en las capas asfálticas colocadas sobre pavimentos de concreto o sobre una base tratada con cemento. Se deben sellar cualquiera sea su ancho.
	Fisuras o grietas entre la berma y el pavimento.

Nota. Información definida en (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

c. Materiales

Ligantes:

Se utilizará la emulsión catiónica de acción lenta CSS-1 si se requiere los riegos de liga. El sellador se puede aplicar en frío o en caliente (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Sellantes:

- Emulsiones y cutback (Asfalto líquido) de aplicación en frío, solos o modificados con polímeros. (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018)
- Aplicación en caliente: cemento asfáltico, cemento asfáltico con rellenos minerales, asfaltos con caucho y asfaltos modificados con polímeros o sellantes elastómeros (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Arena:

Se usa para evitar que el sellado sea retirado por el paso de los vehículos. Esta podrá ser natural o triturada, con granos densos, limpios y duros, libres de terrones de arcilla y de cualquier material que impida la adhesión de estos con el asfalto (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

En la Tabla 7 se muestra estándares del material a emplear siguiendo los márgenes granulométricos.

Tabla 7

Granulometría para la arena

Tamiz mm	Porcentaje en peso que pasa		
	A	B	C
12,5(1/2")	---		100
10(3/8")	100	100	85-100
5(N°4)	85-100	85-100	55-85
2,5(N°8)	89-90	65-90	35-65
0,63(N°30)	55-80	30-50	15-35
0,16(N°100)	5-15	5-15	2-10

Nota. Extraído del manual de carreteras, mantenimiento o conservación vial.

Materiales según el diámetro de fisuras y grietas:

- Grietas de 6mm. Aplicación de emulsión asfáltica tipo CSS-1 diluida en agua 1:1.
- Grietas entre 6mm. y 20mm. Se usará como selladores asfaltos modificados con polímeros y caucho o sellantes elastómeros.
- Grietas entre 20mm y 70mm. Se usará como sellador mezcla de arena emulsión asfáltica tipo CRS-1 o CRS -2 con una dosis no inferior que 18% de emulsión.
- Cavidades mayores de 70mm. Se usará mezclas asfálticas en caliente, empleando cemento asfáltico tipo CA 60 - 80 o CA 80 – 100.

d.Equipos y herramientas

Los equipos y herramientas necesarios para la ejecución de esta actividad dependerán del ancho de las fisuras o grietas a sellar, según el contenido que muestra la Tabla 8. En general son herramientas manuales como lampas, carretillas, escobillas metálicas, varilla de acero y espátulas. Equipos como volquete, compresor móvil para la limpieza con aire a presión, esparcidor de riego de liga, esparcidor de arena (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

Tabla 8

Acciones de reparación según dimensiones de la fisura o grieta

Procedimiento según fisuras y grietas		
	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza del área afectada. 2. Colocación de un riego de liga con emulsión asfáltica. 3. Esparcido y compactación de arena. 	
6mm.	<ol style="list-style-type: none"> 4. Se debe tratar toda el área afectada y hasta unos 150 milímetros. 5. Se aplicará un riego de liga en toda el área. 6. Después de aplicado el asfalto. 7. La arena debe fijarse mediante un rodillo neumático. 	
mayores a 6mm.	El procedimiento para sellar grietas individuales y cavidades será igual, cualquiera fuere el ancho de ellas.	
Fisuras y grietas	entre 6mm. y 20mm.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza de las grietas. 2. Colocación de un riego de liga con emulsión asfáltica. 3. De sellante aplicar un asfalto modificado con polímeros. 4. En caso de usar el sellante, el asfalto debe estar a 180°. 5. El tanque con calefacción debe estar provisto de un agitador. 6. El asfalto se provee en bloques envueltos en polietileno. 7. El sellado se debe espolvorear con cal.
	entre 20mm. y 70mm.	<ol style="list-style-type: none"> 1. Limpieza de las grietas. 2. Colocación de un riego de liga con emulsión. 3. Como mezcla selladora colocar un tipo arena-emulsión asfáltica. 4. Se debe tratar toda el área afectada y hasta unos 150 milímetros.
cavidades mayores a 70mm.	<ol style="list-style-type: none"> 2. Colocación de un riego de liga con emulsión asfáltica 2. Colocación de un riego de liga con emulsión asfáltica. 3. Esparcir y compactar la mezcla asfáltica en caliente. 	

Nota. Información definida en (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

2.2.8.4. Renovación de pavimento

El objetivo de la renovación del pavimento es que el mismo maximice su longevidad y se alivie la carga de mantenimiento, por ello se emplean mezclas asfálticas de alto desempeño. Se debe emplear todo proceso de diseño en el pavimento para que sea sustentable, así como también no dejar de lado el proceso de mantenimiento, importante para que las cualidades del pavimento tengan un desempeño de servicio adecuado.

a. Subrasante

Son operaciones previas para cimentar la colocación de la capa de sub-base.

- Escarificación y homogeneización:

Es la desintegración de la parte superior del suelo a lo largo y ancho de lo que será la calzada a profundidad especificada.

- Humectación del suelo:

Si el suelo se encuentra muy seco, se puede humedecerse mediante sistemas de riego tradicionales (condición óptima: $\pm 2\%$).

- Aireación del suelo:

Si la humedad resultase mayor de la esperada, se deberá airear el suelo removiéndolo por medio de una motoniveladora.

- Compactación:

Se realiza una compactación con un rodillo compactador pata de cabra o rodillo vibratorio dependiendo del tipo de material. Al finalizarla superficie no deberá mostrar deformaciones o altibajos.

b. Capa de sub-base

Se encarga de soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas en la superficie de rodadura del pavimento, y son transmitidas a la cimentación (subrasante).

- Escarificación del material de protección de la subrasante:

Se efectuará con motoniveladora o con cualquier otro equipo aprobado. El escarificador deberá ser un modelo que permita una acción total y uniforme.

- Colocación del material:

Se colocará sobre la superficie de la subrasante evitando su segregación.

- Distribución del material:

Se esparcirá teniendo en cuenta una humedad de $\pm 2\%$ con respecto a la humedad óptima, en un espesor necesario para que después de ser compactado, tenga el espesor de diseño.

- Compactación:

Para este proceso se usarán compactadores mecánicos tales como rodillos.

- Protección:

La capa protectora es de 10,0 cm. de espesor que tiene que ser compactada.

c. Capa de base

En esta capa se distribuyen y transmiten las cargas ocasionadas por el tránsito en la capa de rodadura a la sub-base.

- Escarificación del material de protección:

Se efectuará con motoniveladora o con cualquier otro equipo aprobado.

- Colocación del material de base:

Se colocará sobre la superficie de la subbase evitando su segregación.

- Distribución del material de base:

Sera esparcido con un contenido de humedad de $\pm 2\%$ con respecto a la humedad óptima, en un espesor adecuado para que adquiriera las dimensiones del diseño. Se deberá hacer con motoniveladora.

- Compactación

Para este proceso se usarán compactadores mecánicos como rodillos.

- Riego de imprimación:

Se realizará con un ligante asfáltico y un material secante, que cumplan con la especificación y deben cubrir toda la superficie de la capa base.

d. Material estabilizado para capas de pavimento

Es un agente estabilizante al cemento, emulsión asfáltica o cal, estos agentes mejoran las cualidades mecánicas y portantes. Esta aplicación es usada en circunstancias en que el material no cumple con los requerimientos de soporte de carga requeridos por el diseño de pavimento.

e. Proceso del riego de la imprimación

Con esta actividad se protege la superficie de la base una después de ser compactada. Consiste en la aplicación de un riego de material asfáltico, incluyendo la colocación del material secante sobre la capa preparada y aprobada. En la Figura 32 se describe los propósitos que incluyen la actividad de imprimación.

Figura 32

Propósitos del riego de imprimación

Riego de imprimación	
Propósitos	<ol style="list-style-type: none"> 1. Ayudar a prevenir la posibilidad de que se desarrolle un plano de deslizamiento entre la capa de base y la capa superficial. 2. Evita que el material de base se desplace bajo las cargas de tránsito, durante la construcción, antes de que se coloque la capa asfáltica. 3. Protege la capa de base de la intemperie. 4. Impermeabilizar la superficie. 5. Cerrar los espacios capilares. 6. Revertir y pegar sobre la superficie las partículas sueltas. 7. Endurecer la superficie. 8. Facilitar el mantenimiento. 9. Promover la adherencia entre la superficie sobre la cual se coloca y la primera capa de mezcla asfáltica sobre ella colocada.

Materiales empleados:

Sera del tipo (MC-70 o MC-250) de acuerdo con la textura de la superficie, cumplir con las especificaciones según AASHTO M-82.

Límites de temperatura para el riego de imprimación: (MC-70) de 54°C a 88°C, (MC-250) de 79°C a 113°C.

Condiciones climáticas:

No se podrá imprimir cuando existan condiciones de lluvia. La temperatura atmosférica debe ser superior a 10°C, y la superficie del camino seca.

Equipo:

Estos serán barredoras o sopladores mecánicos montados sobre llantas neumáticas; escobillones de mano, distribuidora de material asfáltico a presión del tipo de autopropulsión.

Preparación de la superficie para la imprimación:

Antes de su aplicación se deberá remover todo el material suelto barriendo la superficie obligatoriamente con una escoba mecánica.

Riego del material asfáltico sobre la superficie:

De preferencia se realizará durante las horas más calurosas del día y por ningún motivo se aplicará cuando la base se encuentre mojada o haya peligro de lluvia. La penetración normal del riego debe ser de 8 a 10 milímetros. Al aplicar la base imprimada se deberá cerrarse al tránsito durante 24 horas.

f. Mezcla asfáltica

Soportan las acciones de los neumáticos y transmitir las cargas a las capas inferiores, proporcionando unas condiciones adecuadas de rodadura.

Transporte:

Son usados camiones del tipo volquete, los cuales realizaran el vaciado por el extremo posterior de la caja al ser levantada.

Extensión:

Se desplaza la mezcla en la calzada, para después ser compactada siguiendo los parámetros de la norma. Para esta acción es aplicable el uso de maquinarias (Bonett, 2014).

Compactación:

Aporta estabilidad y solidez a la capa sellando los espacios de aire, obstruyendo el ingreso a material excluyente. La compactación se lleva a cabo en tres etapas:

- En la primera pasada se utilizan prensas vibratorias en toda el área de trabajo.
- En esta compactación se obtiene firmeza e impermeabilidad.
- Sello de conclusión. Se obtiene una tersura tersa. Generalmente se utilizan compresores neumáticos (Bonett, 2014).

2.2.9. Definición de términos

2.2.9.1. Pavimentos

Es una estructura formada por capas que se apoya en el suelo en toda su superficie durante el Periodo de Diseño y dentro de un rango de serviciabilidad. Se incluyen en este concepto carreteras, estacionamientos, aceras, pasos peatonales y ciclovías (Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento, 2010).

2.2.9.2. Fallas Del Pavimento

Se trata de señales externas de daños en el pavimento provocados por un exceso de tráfico, razones medioambientales, una mala construcción o una combinación de estas cosas (Angles, 2021).

2.2.9.3. Serviciabilidad

Indica si el estado de un pavimento es seguro y cómodo.

2.2.9.4. Vehículo

Es todo medio capaz de transportar personas o mercancías.

2.2.9.5. Mantenimiento Vial

Se define como el conjunto de actividades que se efectúan para conservar en buen estado la condición física en los distintos elementos que conforman el camino y, en consecuencia, asegurando así un transporte cómodo, seguro y económico (Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, 2018).

2.2.9.6. Patologías

Son los daños que se presentan en la infraestructura vial, los que aparecen por problemas de transitabilidad, ambientales y por el mal proceso constructivo del pavimento.

CAPÍTULO III: MARCO METODOLÓGICO

3.1. Diseño de la investigación

El diseño de esta investigación es experimental, ya que busca propuestas para desarrollar actividades y encontrar la solución a un problema identificado. Por ello en esta investigación conoceremos el nivel de serviciabilidad actual de la avenida los Ángeles, con objetivo de desarrollar una propuesta de mejora que asegure una corrección de las fallas en la vía.

3.2. Acciones y actividades

3.2.1. Reconocimiento del área a evaluar

Para iniciar con el proceso de inspección aplicando la metodología del índice de condición del pavimento (PCI), se realizó un reconocimiento a lo largo de la avenida los Ángeles tramo (km 1+600 – km 3+900) como se muestra en la Figura 33; esto se realiza con el fin de identificar las zonas más afectadas y definir las fallas con mayor recurrencia,

Figura 33

Avenida los Ángeles – Distrito de Pocollay



Nota. En la figura se muestra en primer reconocimiento en campo de la avenida los Ángeles.

3.2.2. Inspección en campo

Se dividió las secciones de la avenida los Ángeles en unidades de muestra para su correcta evaluación. Según la determinación del ancho de la calzada, se obtuvo 13 unidades de muestra a analizar por cada tramo de la avenida. En los formatos se registraron las fallas según su tipo y severidad.

Como se muestra en la Figura 35 se tomaron medidas cada 4 intervalos a las unidades de muestra. Paralelamente se identificó cada unidad de muestreo con yeso, como se muestra en la Figura 36.

Figura 35

Medición de las unidades de muestra



Nota. En la figura se muestra las mediciones de las unidades de muestra a lo largo de la avenida los Ángeles.

Figura 36

Señalado de unidad de muestra



Nota. En la figura se muestra el marcado con yeso en la vía, para la correcta identificación de la unidad de muestra a inspeccionar.

En la Figura 37 se muestra la medición del daño asfáltico, en base a la profundidad del hueco.

Figura 37

Medición de profundidad de un hueco



Nota. En la figura se muestra el reconocimiento en campo de un hueco en la calzada de la avenida los Ángeles. Con ayuda de la regla de aluminio y la wincha se mide la profundidad de la falla.

En la Figura 38 se muestra la medición de descenso que tiene el hundimiento.

Figura 38

Medición de la profundidad de un hundimiento



Nota. En la figura se muestra el reconocimiento en campo de un hundimiento en la calzada de la avenida Los Ángeles. Con ayuda de la regla de aluminio y la wincha se mide la profundidad del hundimiento ubicado en el carril derecho del tramo de subida.

En la Figura 39 se muestra cómo se produjo en registro de las diversas patologías en los formatos designados.

Figura 39

Registro de las fallas encontradas en la calzada



Nota. En la figura se observa el registro de la falla encontrada, dicho registro se realiza en los formatos anteriormente mencionados.

3.2.3. Análisis según las tomas en campo

Con la información tomada en campo se ejecutará el proceso de cálculos en gabinete, aplicando la metodología PCI se determinó el nivel de servicibilidad de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 – Km 3+900). Con los resultados que se obtendrán de la investigación se desarrollará un cuadro de resumen; posteriormente se formularan las propuestas de mejora en la vía según los resultados obtenidos, seguido de sus conclusiones y recomendaciones de la investigación.

3.3. Materiales y/o instrumentos

En la Tabla 9 se describen los materiales utilizados en la inspección vial de la avenida los Ángeles.

Tabla 9

Materiales que se utilizaron para realizar la inspección en campo

Materiales para realizar la inspección en campo - PCI

Tablero. - Usado como base para la redacción de datos en campo.



Ficha de inspección. – Formato en Excel donde se tomarán los datos en campo.



Plano de Ubicación. – -Utilizada como ubicación en el proceso de inspección e identificación de cada unidad de muestra.



Cámara fotográfica. – Con ella se tomó evidencia fotográfica de la inspección en campo.



Regla De Aluminio. – Utilizado para medir sobre una falla con deformaciones profundas.



Wincha Métrica (10m.). – Utilizado para medir la extensión y profundidad de las fallas.



Wincha Métrica (50m). – Utilizado para medir las unidades de muestra a lo largo de la avenida.



Calculadora. – Utilizado para el cálculo de los datos tomados en campo.



Chaleco de seguridad. – Utilizado para seguridad de las evaluadoras.



Cono de seguridad. – Utilizado para seguridad de las evaluadoras.



Tizas. – Utilizado para marcar en la superficie de la vía, por cada unidad de muestra tomada.



Pizarra. – Utilizado para definir tramos.



Cascos. – Utilizado para seguridad de las evaluadoras.



Yeso. – Utilizado para marcar en la superficie de la vía.



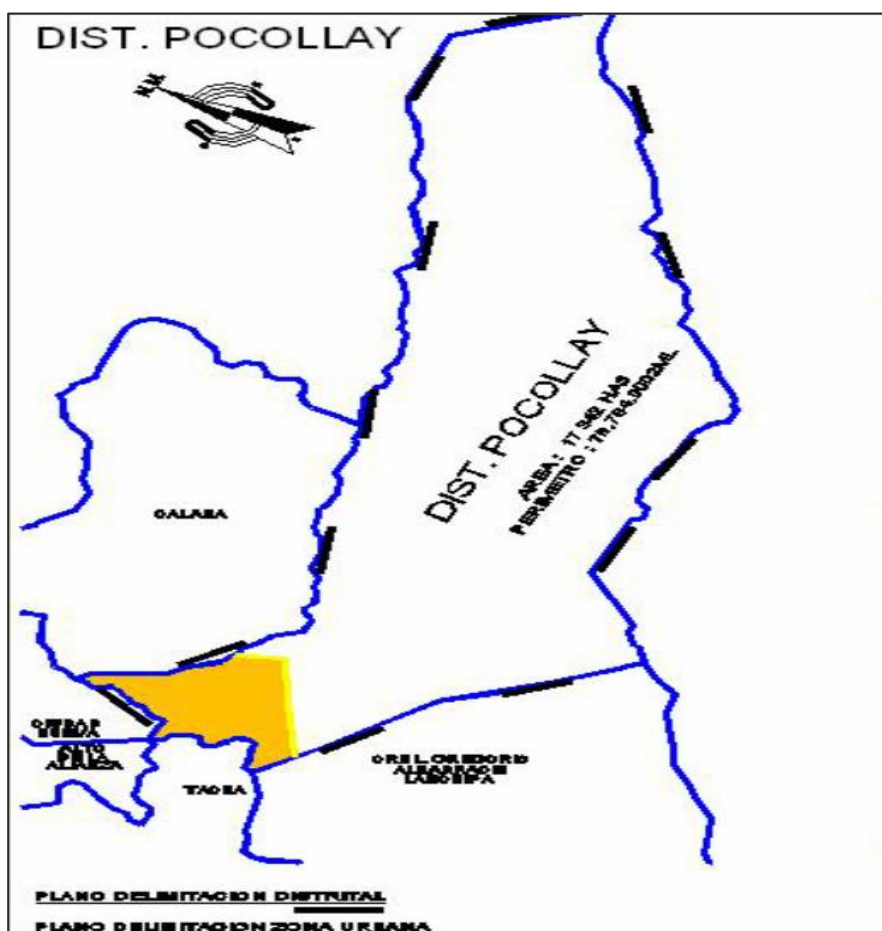
3.4. Población y/o muestra de estudio

3.4.1. Población

Este estudio considera todas las calles y avenidas con pavimento flexible del distrito de Pocollay. Según se muestra en la Figura 40 un mapa del área y límites del distrito de Pocollay.

Figura 40

Plano de delimitación distrital – Municipalidad Distrital de Pocollay



Nota. Página digital Municipalidad Distrital de Pocollay

3.4.2. Muestra de estudio

La avenida los ángeles es una vía crucial para el crecimiento del distrito de Pocollay, con una longitud aproximada de unos 8,5 kilómetros, y un desplazamiento a lo largo del distrito de Pocollay.

El área de estudio se especifica en ambos sentidos de la avenida los Ángeles tramo (km 1+600- 3+900) según se muestra en la Figura 41, compuesta por un pavimento flexible y una calzada de 5,70 m de ancho; su pavimento presenta variedad

de patologías y desgaste superficial los cuales afectan a la infraestructura vial de esta avenida.

Figura 41

Avenida los Ángeles – Distrito de Pocollay.



Nota. Tramo evaluado en la avenida los Ángeles.

3.5. Operacionalización de variables

3.5.1. Variable Independiente

Evaluación superficial del pavimento.

Indicadores:

- Cálculo del PCI
- Parámetros según el pavimento flexible. (tipo-severidad-rango de extensión)
- Condición del pavimento

3.5.2. Variable Dependiente

Propuesta de mejora para la serviciabilidad.

Indicadores:

- Metodología PCI
- Determinación según la escala de rangos del PCI
- Según la clasificación (bueno-regular-malo)

3.6. Procesamiento y análisis de datos

El método PCI se basa en los resultados de un estudio visual de la condición del pavimento flexible, donde se determina la categoría, severidad y número de fallas encontradas. Esta metodología ya define su muestra, es decir; valida sus propios parámetros en función a tablas y diagramas del mismo.

3.6.1. Datos del área de estudio

Según se muestra en la Tabla 10, tenemos las características principales del área de estudio establecida, avenida los Ángeles distrito de Pocollay.

Tabla 10

Fallas en la carpeta asfáltica - método del PCI

Datos del área de estudio
Nombre del área de estudio: Avenida los Ángeles (km 1+600 – km 3+900)
Distrito: Municipalidad Distrital de Pocollay
Tramo de estudio: Ambos sentidos (subida - bajada)
Longitud: 2,3 kilómetros
Diámetro de calzada: 5,70 metros

3.6.2. Unidad de muestreo

Para la determinación de la unidad de muestreo se usará los datos definidos en la Tabla 11 denominadas longitudes de unidades de muestreo asfálticas. Para la aplicación de dicha tabla se tiene que tener presente el diámetro de calzada de nuestra vía.

Tabla 11

Longitudes de unidades de muestreo Asfáltica

Ancho de calzada (m)	Longitudes de unidad de muestreo (m)
5,0	46,0
5,5	41,8
6	38,3
6,5	35,4
7,3 (máximo)	31,5

Nota. Adaptado de Vásquez (2002) para la evaluación del PCI

Al ser nuestro diámetro de calzada 5,70 metros, determinamos mediante tabulaciones que nuestra longitud de unidad de muestra es de 40,4 metros.

3.6.3. Número total de unidades de muestra (N)

Continuamente determinaremos el número total de unidades de muestra aplicando la ecuación (1).

$$N = \frac{L_t}{L_m} \quad (1)$$

Donde:

N=Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

L_t = Longitud de unidad de tramo

L_m = Longitud de unidad de muestreo

Reemplazando:

$$N = \frac{2300}{40,4}$$

$$N = 56,93 \cong 56$$

Por lo tanto, se efectuarán un total de 56 unidades de muestras a lo largo de cada tramo de la avenida los Ángeles.

3.6.4. Corrección de longitud de unidad de muestreo (Lm)

Despejando el valor de "Lm" de la ecuación (1), obtendremos la corrección de la longitud de unidad de muestreo.

$$N = \frac{L_t}{L_m} \quad (2)$$

$$L_m = \frac{L_t}{N}$$

$$L_m = \frac{2300}{56}$$

$$L_m = 41,07$$

Entonces llegamos a la conclusión de que nuestra unidad de muestra final será 41,07 metros al largo de los 2,3 kilómetros de la avenida los Ángeles.

3.6.5. Área de unidad

Es determinada mediante el producto de la longitud de calzada y la longitud de la unidad de muestra.

$$A = \text{Ancho de calzada} \times Lm \quad (3)$$

$$A = 5,7 \times 41,07$$

$$A = 234,11 \text{ m}^2$$

3.6.6. Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (n)

Para determinar este dato, utilizaron la siguiente ecuación:

$$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + \sigma^2} \quad (4)$$

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar

N: Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

e: Error admisible en el estimativo del PCI de la sección (e=±5)

σ: Desviación estándar (σ= 10 para pavimento asfáltico)

Reemplazando:

$$n = \frac{56 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (56 - 1) + 10^2}$$

$$n = 12,6 \cong 13$$

Por lo tanto, el número mínimo de unidades de muestra a evaluar es de 13 para ambos tramos (subida y bajada) en la avenida los Ángeles.

3.6.7. Intervalo de muestreo (i)

Se determinará el intervalo de espaciamiento de las unidades utilizando el muestreo sistemático al azar.

$$i = \frac{N}{n} \quad (5)$$

Donde:

i : Intervalo de espaciamiento o muestreo

N : Número total de unidades de muestreo en la sección del pavimento

n : Número de unidades de muestra a ser inspeccionada

Reemplazando:

$$i = \frac{56}{13}$$

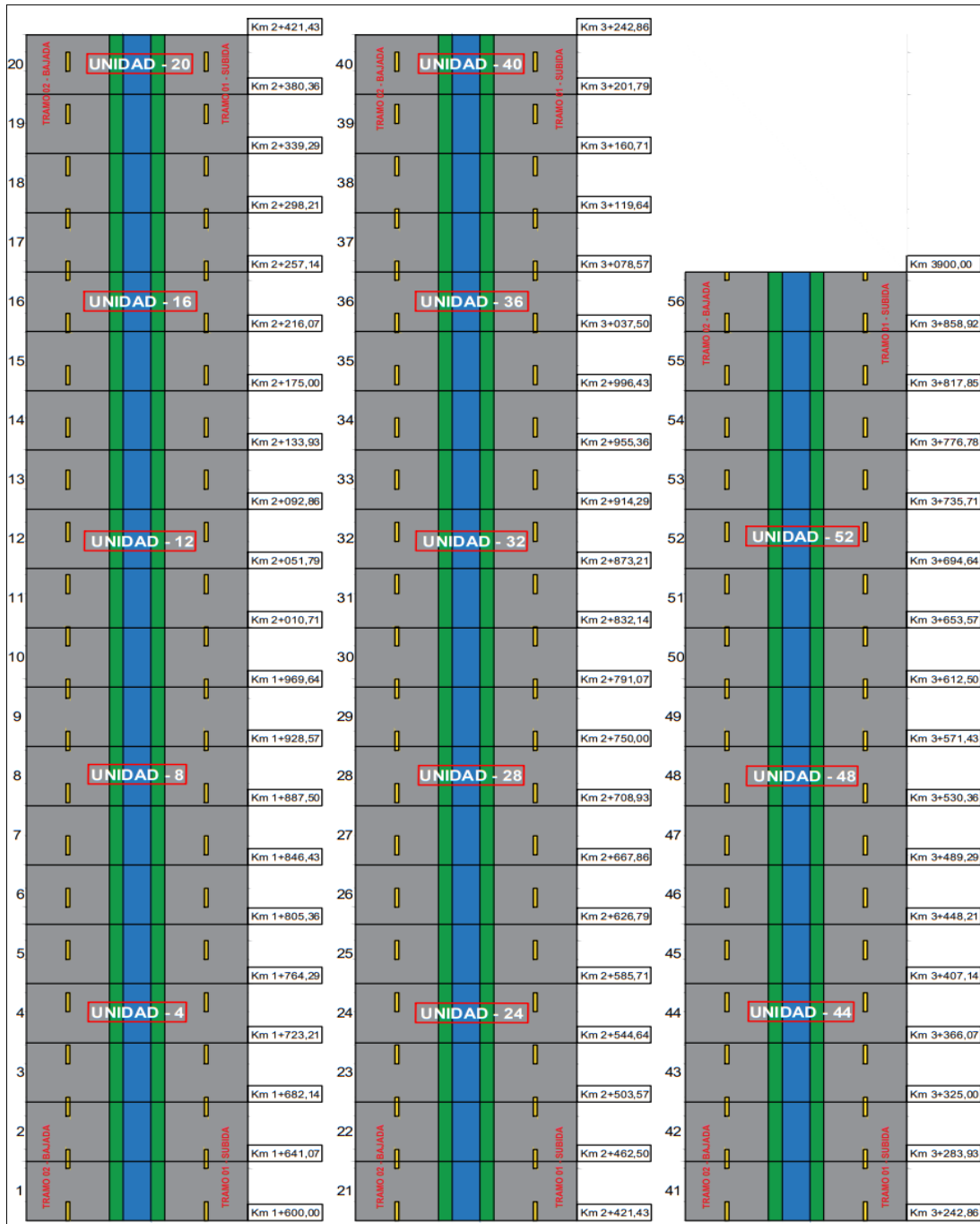
$$i = 4,30 \cong 4$$

El resultado del intervalo de espaciamiento es redondeado al número entero inferior, ante este caso nos arroja un intervalo de espaciamiento de 4; es decir el estudio se tomará cada 4 unidades de muestra a lo largo de la avenida los Ángeles (2,3km).

En la Figura 42 se muestra todas las unidades de muestra a lo largo de la avenida los Ángeles, y de la misma manera muestra las unidades de muestras específicas; que serán tomadas en intervalos de 4.

Figura 42

Croquis de unidades de muestra a inspeccionar



Nota. Las unidades de muestreo a inspeccionar serán: U-04, U-08, U-12, U-16, U-20, U-24, U-28, U-32, U-36, U-40, U-44, U-48, U-52, tanto para el tramo 01- subida y el tramo 02- bajada.

3.6.8. Registro de datos en formato

De esta manera se realiza la inspección a las unidades de muestra identificadas a lo largo de la avenida los Ángeles, en ambos tramos de subida y de bajada; según se observa en la Figura 43. Los datos registrados en la planilla se pueden desarrollar de manera escrita o mediante la formulación en Excel.

Figura 43

Registro de fallas en la avenida los Ángeles



Nota. En la figura se muestra el registro de las fallas en los formatos designados.

3.6.9. Valores deducidos (VD)

Para determinar el Valor Deducido (VD), se debe tener la densidad porcentual para cada combinación de deterioro y nivel de severidad. La densidad porcentual en pavimentos flexibles se obtiene dividiendo la cantidad de cada deterioro entre el área total de la unidad y multiplicado por 100. Deducimos así la siguiente ecuación.

$$Densidad \% = \frac{\text{cantidad de cada deterioro}}{\text{área total de la unidad}} \times 100 \quad (6)$$

Una vez obteniendo el resultado de densidad se establecerá el valor deducido empleando los ábacos definidos según la patología y severidad establecidos por la metodología PCI.

3.6.10. Número máximo admisible de valores deducidos (m)

Una vez determinado los valores deducidos, se determinará el mayor de ellos para aplicar la siguiente ecuación:

$$m = 1 + \frac{9}{98} \times (100 - VDM) \quad (7)$$

Donde:

m: Número máximo admisible de valores deducidos

VDM: El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo

No obstante, si fuera el caso de que ninguno o alguno de los valores deducidos sea mayor que 2,0, se usara el “valor deducido total” en lugar del mayor “valor deducido corregido”, CVD.

3.6.11. Máximo valor deducido corregido (Max.CDV)

Para su determinación nos ayudaremos del siguiente formato definido en la Tabla 12, que ejemplifica los valores necesarios para determinar el máximo valor deducido corregido.

Tabla 12

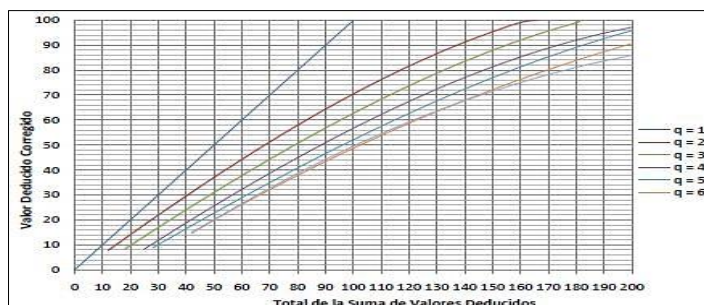
Formato para determinar el máximo valor deducido corregido

Nº	Valores de Deducción	Total	q	CDV
1				
2				
3				
4				
5				

Empezamos con la determinación del número de valores deducidos “q”, mayores que 2,0. Seguidamente sumamos todos los valores deducidos individuales para obtener el “valor deducido total”. Ahora con los datos de “valor deducido total” y “q”, determinaremos el CDV apoyándonos del ábaco definido en la Figura 44, cuya intersección nos dará el resultado.

Figura 44

Valor deducido corregido para pavimentos asfálticos



Nota. Adaptado de Vásquez (2002) para la evaluación del PCI.

En la Tabla 13 se puede observar la corrección de valores deducidos para pavimentos flexibles. Esto desarrollado según la tabulación resultante.

Tabla 13

Corrección de valores deducidos para pavimentos flexibles

Total de valores deducidos	Valor deducido corregido						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0,0	0,0						
10,0	10,0						
12,0	12,0	8,0					
25,0	25,0	12,5	8,0				
28,0	28,0	14,0	10,0				
30,0	30,0	18,0	13,5	8,0			
40,0	40,0	20,4	15,6	10,4	8,0		
42,0	42,0	22,0	17,0	12,0	10,0		
50,0	50,0	30,0	24,0	19,0	17,0		
60,0	60,0	31,4	25,4	20,4	18,2	15,0	15,0
70,0	70,0	37,0	31,0	26,0	23,0	20,0	20,0
80,0	80,0	44,0	38,0	33,0	29,0	26,0	26,0
90,0	90,0	51,0	44,5	39,0	35,0	32,0	32,0
100,0	100,0	58,0	50,5	45,0	41,0	38,0	38,0
110,0		64,0	57,0	51,0	46,0	44,0	44,0
120,0		71,0	63,0	57,0	52,0	49,0	49,0
130,0		76,0	68,0	62,0	57,0	54,0	54,0
135,0		81,0	73,0	68,0	62,0	59,0	59,0
140,0		86,0	78,5	73,0	67,0	63,0	63,0
150,0		88,5	81,5	75,5	69,5	65,0	65,0
160,0		91,0	84,0	78,0	72,0	68,0	67,0
166,0		94,0	88,0	82,0	76,0	72,0	70,0
170,0		98,0	93,0	86,0	81,0	76,0	74,0
180,0		100,0	94,8	88,4	83,4	79,0	75,2
182,0			96,0	90,0	85,0	81,0	76,0
190,0			99,0	93,0	88,0	84,0	79,0
299,0			100,0	93,6	88,6	84,8	79,6
				96,0	91,0	88,0	82,0
				98,0	94,0	90,0	84,0

Nota. Adaptado de Vásquez (2002)

Se reduce a 2,0 el menor de los “valores deducidos” individuales que sea mayor que 2,0 y se repite hasta que el valor de “q” sea igual a 1.

Ahora de la columna de valores de “CDV” se determina el mayor del valor, que vendría ser el máximo “CDV”.

Por último, calculamos el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV. Deducimos así la siguiente ecuación:

$$PCI = 100 - Max.VD \quad (8)$$

CAPITULO IV: RESULTADOS

4.1. Aplicación de la metodología PCI

Para definir los resultados obtenidos del PCI primero se realizaron cálculos de gabinete determinados en el ítem 3.6 “Procedimiento y análisis de datos” a continuación, se presentará un resumen de los datos resultantes para la avenida los Ángeles descritos en la Tabla 14.

Tabla 14

Resumen de resultados para el procedimiento PCI

Resultados del procedimiento PCI – Avenida los Ángeles
Longitud: 2,3 km
Diámetro de calzada: 5,7 m
Longitud de unidad de muestra: 41,07 m
Total de unidades de muestra en la sección: 56
Área de unidad de muestra: 234,11 m ²
Número mínimo de unidades de muestra: 13
Intervalo de muestreo: 4

Nota. En la tabla se muestra los resultados obtenidos según lo especificado en el ítem 3.6 Procedimiento análisis de datos, que son los primeros cálculos para el desarrollo de la metodología PCI.

4.2. Inspección en campo

Para la inspección se usaron formatos desarrollados según las necesidades del estudio. Los formatos se hicieron en Microsoft Excel, lo cual nos permitió integrar las fórmulas PCI para un registro más ágil al momento de registrar la información de campo (ver figura 34).

Para la determinación de “valores deducidos” en el formato, se utilizaron ábacos de curvas para pavimentos asfálticos (ver anexos).

En la Tabla 15 se muestra el listado de las unidades de muestra en ambos tramos de la avenida los Ángeles.

Tabla 15

Lista de unidades de muestra de inspección – avenida los Ángeles.

N°	Tramo 01 - subida	Tramo 02 - bajada
1	unidad - 04	unidad - 04
2	unidad - 08	unidad - 08
3	unidad - 12	unidad - 12
4	unidad - 16	unidad - 16
5	unidad - 20	unidad - 20
6	unidad - 24	unidad - 24
7	unidad - 28	unidad - 28
8	unidad - 32	unidad - 32
9	unidad - 36	unidad - 36
10	unidad - 40	unidad - 40
11	unidad - 44	unidad - 44
12	unidad - 48	unidad - 48
13	unidad - 52	unidad - 52

Nota. En la tabla se muestra las unidades de muestra que fueron consideradas en base a un cálculo a lo largo de la avenida los Ángeles.


4.3. Resultados inspección en campo

A continuación, se muestran los resultados aplicando la metodología PCI de cada una de las unidades de muestra en la avenida los Ángeles tramo (km 1+600 – 3+900), distrito de Pocollay.

En la Figura 45 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 04.

Figura 45

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 04



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800- 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022"						
TRAMO:	N°1			AREA DE UNIDAD:	234,11		
UNIDAD DE MUESTREO:	U-4			FECHA:	07/12/2022		
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA			EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI		
PROGRESIVA INICIAL:	Km 1+723,21						
PROGRESIVA FINAL:	Km 1+764,28						
ANCHO DE CALZADA:	5,70m						

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches o Huecos	BA	und
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2
5	Corrugación	CO	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2
6	Depresión	DE	m2	18	Hinchamiento	HI	m2
7	Grietas de borde	GB	m	19	Depresión de agregados	DA	m2
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m				
9	Desnivel carril y berma	DCB	m				
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m				
11	Parqueo	PA	m2				
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2				

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Mediun)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	M	2,624							2,624	1,12	10,61
TOTAL (VD)												10,61

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :	9,21
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	10,61

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	10,61							10,61	1	10,61
MAX. CDV										10,61


INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	PCI = 100 - (MAX. CDV) 89,39
CLASIFICACION SEGÚN PCI:	EXCELENTE

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 04 - tramo 01 (subida) obtenemos un rango del PCI = 89,39 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es EXCELENTE.

En la Figura 46 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 08.

Figura 46

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 08


		UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE							
PROYECTO:	"PROYECTO DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022"								
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11						
UNIDAD DE MUESTREO:	U-8	FECHA:	07/12/2022						
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA	EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI						
PROGRESIVA INICIAL:	Km 1+987,5								
PROGRESIVA FINAL:	Km 1+928,57								
ANCHO DE CALZADA:	5,70m								
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD						
1	Piel de coco drilo	PC	m2						
2	Exudación	EX	m2						
3	Agritamiento en bloque	AB	m2						
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2						
5	Corrugación	CO	m2						
6	Depresión	DE	m2						
7	Grietas de borde	GB	m						
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m						
9	Desnivel carril y berma	DCB	m						
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m						
11	Parqueo	PA	m2						
12	Pulimento de agregados	PJA	m2						
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD						
13	Baches o Huecos	BA	und						
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2						
15	Ahuellamiento	AH	m2						
16	Desplazamiento	DES	m2						
17	Grieta parabólica	GP	m2						
18	Hinchamiento	HI	m2						
19	Depresión de agregados	DA	m2						
SEVERIDAD	CODIGO								
Bajo (Low)	L								
Media (Mediun)	M								
Alto (High)	H								
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES				TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	L	19,17				19,17	8,19	1480
13	BA	H	1				1	0,43	36,78
13	BA	H	1				1	0,43	36,78
								TOTAL (VD)	88,36
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):			6,81						
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:			36,78						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	36,78	36,78	14,80				88,36	3	55,93
2	36,78	36,78	2,00				75,56	2	54,89
3	36,78	2,00	2,00				40,78	1	40,78
								MAX. CDV	55,93
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI:	PCI = 100 - (MAX. CDV)		44,07						
CLASIFICACION SEGÚN PCI:	REGULAR								

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 08 - tramo 01 (subida) obtenemos un rango del PCI = 44,07 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es REGULAR.

En la Figura 47 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 12.

Figura 47

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 12

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE	
PROYECTO:	PROPELSTADE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800 - 3+800) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022
TRAMO:	N° 1
UNIDAD DE MUESTREO:	U-12
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA
PROGRESIVA INICIAL:	Km 2+051,79
PROGRESIVA FINAL:	Km 2+092,85
ANCHO DE CALZADA:	5,70m
ÁREA DE UNIDAD:	234,11
FECHA:	07/12/2022
EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADA LUZ LUPACA CONDORI

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrupamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexion de junta	GI	m
9	Desnivel carril y berma	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Fulimiento de agregados	FUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Depresion de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Mediun)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)	
13	BA	H	1									1	0,43	36,78
												TOTAL (VD)		36,78

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :	6,81
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	36,78

N°	VALORES DEDUCIDOS								VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)	
1	36,78								36,78	1	36,78	
											MAX CDV	36,78

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	PCI = 100 - (MAX. CDV)
	63,22
CLASIFICACION SEGUN PCI :	BUENO

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 12 - tramo 01 (subida) obtenemos un rango del PCI = 63,22 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es BUENO.

En la Figura 48 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 16.

Figura 48

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 16

PROYECTO:		PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+600) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022									
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11								
UNIDAD DE MUESTREO:	U-16	FECHA:	07/12/2022								
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA	EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI								
PROGRESIVA INICIAL:	Km 2+216,07										
PROGRESIVA FINAL:	Km 2+57,14										
ANCHO DE CALZADA:	5,70m										

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel carril y berma	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimento de agregados	PUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Depresión de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Medio (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
13	BA	H	1							1	0,43	36,78
TOTAL (VD)												36,78

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :	6,81
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	36,78

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	36,78										36,78	1	36,78
MAX. CDV													36,78


INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	PCI = 100 - (MAX. CDV)
	63,22
CLASIFICACION SEGÚN PCI :	BUENO

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 08 - tramo 16 (subida) obtenemos un rango del PCI = 63,22 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es BUENO.

En la Figura 51 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 28.

Figura 51

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 28


		UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE											
PROYECTO:	PROYECTO DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022										
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11								
UNIDAD DE MUESTREO:	U-28	FECHA:	07/12/2022								
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA	EVALUADORES:	DANIA MARIA MAQUERA PILCO MAMANI MADAI LUZ LU PACA CONDORI								
PROGRESIVA INICIAL:	Km 2+708,93										
PROGRESIVA FINAL:	Km 2+750										
ANCHO DE CALZADA:	5,70m										
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2								
2	Exudación	EX	m2								
3	Agritamiento en bloque	AB	m2								
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2								
5	Corrugación	CO	m2								
6	Depresión	DE	m2								
7	Grietas de borde	GB	m								
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m								
9	Desnivel carril y berma	DCB	m								
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m								
11	Parcheo	PA	m2								
12	Pulimiento de agregados	FUA	m2								
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								
13	Baches o Huecos	BA	und								
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2								
15	Ahuellamiento	AH	m2								
16	Desplazamiento	DES	m2								
17	Grieta parabólica	GP	m2								
18	Hinchamiento	HI	m2								
19	Depresión de agregados	DA	m2								
SEVERIDAD	CODIGO										
Bajo (Low)	L										
Media (Mediun)	M										
Alto (High)	H										
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
4	AH	M	1,76						1,76	0,75	10,72
11	PA	M	6						6	2,56	14,21
11	PA	M	7,36						7,36	3,14	17,79
TOTAL (VD)											42,72
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):	8,55										
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	17,79										
N°	VALORES DE DUCIDOS						VDT	q	VALOR DE DUCIDO CORREGIDO (CDV)		
1	17,94	14,21	10,72				42,87	3	26,01		
2	17,94	14,21	2,00				34,15	2	25,32		
2	17,94	2,00	2,00				21,94	1	21,94		
MAX. CDV									26,01		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO -PCI :	PCI = 100 - (MAX. CDV)										
	73,99										
CLASIFICACION SEGÚN PCI :	MUY BUENO										

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 28 - tramo 01 (subida) obtenemos un rango del PCI = 73,99 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY BUENO.

En la Figura 52 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 32.

Figura 52

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 32


		UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CML													
ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE															
PROYECTO:		PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+500 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SUPAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022													
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11												
UNIDAD DE MUESTREO:	U-32	FECHA:	07/12/2022												
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA	EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI												
PROGRESIVA INICIAL:	Km 2+873,21														
PROGRESIVA FINAL:	Km 2+914,29														
ANCHO DE CALZADA:	5,70m														
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD												
1	Piel de cocodrilo	PC	m2												
2	Exudación	EX	m2												
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2												
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2												
5	Corrugación	CO	m2												
6	Depresión	DE	m2												
7	Grietas de borde	GB	m												
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m												
9	Desnivel carril y berma	DCB	m												
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m												
11	Parqueo	PA	m2												
12	Pulverización de agregados	PUA	m2												
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD												
13	Baches o huecos	BA	und												
14	Cruce de vías férreas	CVF	m2												
15	Ahuellamiento	AH	m2												
16	Desplazamiento	DES	m2												
17	Grieta parabólica	GP	m2												
18	Hinchamiento	HI	m2												
19	Depresión de agregados	DA	m2												
SEVERIDAD		CODIGO													
Bajo (Low)		L													
Medio (Medium)		M													
Alto (High)		H													
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)			
11	PA	M	2,7							2,7	1,15	10,74			
12	PUA	L	7,55							7,55	3,25	11,46			
											TOTAL (VD)	22,21			
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):		9,13													
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:		11,46													
N°	VALORES DEDUCIDOS											VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDM)	
1	11,46	10,74										22,20	2	15,76	
2	11,46	2,00										13,46	1	13,46	
														MAX. CDV	15,76
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI:		PCI = 100 - ((MAX. CDV) / 84,24)													
		84,24													
CLASIFICACION SEGUN PCI:		MUY BUENO													

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 32 - tramo 01 (subida) obtenemos un rango del PCI = 84,24 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY BUENO.

En la Figura 53 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 36.

Figura 53

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 36



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	PROYE STA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE. DISTRITO DE POCOLAY, TACNA-2022					
TRAMO:	N° 1					
UNIDAD DE MUESTREO:	U-36					
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA					
PROGRESIVA INICIAL:	Km 3+037,5					
PROGRESIVA FINAL:	Km 3+078,57					
ANCHO DE CALZADA:	5,70m					
AREA DE UNIDAD:	234,11					
FECHA:	07/12/2022					
EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCO MAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI					

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel camil y berna	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de via férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Depresión de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
											TOTAL (VD)

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):	
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:	

N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
									MAX. CDV


INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO -PCI:	PCI = 100 - (MAX. CDV)
CLASIFICACION SEGÚN PCI:	EXCELENTE

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 36 - tramo 01 (subida) no se encontraron fallas en el área de estudio, por lo cual en consideración clasificamos el grado de su pavimento como EXCELENTE con un rango del PCI = 85,00.

En la Figura 54 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 40.

Figura 54

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 40

 UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE													
PROYECTO:	"PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICABILIDAD DE LA AIENDA LOS ANGELESTRAO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022"												
TRAMO:	N° 1				AREA DE UNIDAD:	234,11							
UNIDAD DE MUESTREO:	U-40				FECHA:	07/12/2022							
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA				EVALUADORAS:								
PROGRESIVA INICIAL:	Km 3+201,79				DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI								
PROGRESIVA FINAL:	Km 3+242,86				MADAI LUZ LU PACA CONDORI								
ANCHO DE CALZADA:	5,70m												
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD										
1	Piel de cocodrilo	PC	m ²										
2	Erudación	EX	m ²										
3	Agregamiento en bloque	AB	m ²										
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m ²										
5	Corrugación	CO	m ²										
6	Depresión	DE	m ²										
7	Grietas de borde	GB	m										
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m										
9	Desnivel carril y berma	DCB	m										
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m										
11	Parqueo	PA	m ²										
12	Pulimiento de agregados	PUA	m ²										
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD										
13	Baches o Huecos	BA	und										
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²										
15	Ahuellamiento	AH	m ²										
16	Desplazamiento	DES	m ²										
17	Grieta parabólica	GP	m ²										
18	Hincamiento	HI	m ²										
19	Depresión de agregados	DA	m ²										
SEVERIDAD		CODIGO											
Bajo (Low)		L											
Media (Mediun)		M											
Alto (High)		H											
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)		
4	AH	H	2,1						2,1	0,897	32,26		
11	PA	H	10,07						10,07	4,30	35,82		
11	PA	M	2,8						2,8	1,20	10,92		
11	PA	H	5,1						5,1	2,18	26,86		
13	BA	H	1						1	0,43	36,78		
										TOTAL (VD)	142,63		
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :		6,81											
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :		36,78											
N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	36,78	35,82	32,26	26,86	10,92						142,64	5	73,06
2	36,78	35,82	32,26	26,86	2						139,72	4	74,86
3	36,78	35,82	32,26	2	2						108,86	3	67,43
4	36,78	35,82	2	2	2						78,60	2	57,02
5	36,78	2	2	2	2						44,78	1	51,31
												MAX. CDV	74,86
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :		PCI = 100 - (MAX. CDV)											
		25,14											
CLASIFICACION SEGÚN PCI :		MALO											

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 40 - tramo 01 (subida) obtenemos un rango del PCI = 25,14 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MALO.

En la Figura 55 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 44.

Figura 55

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 44

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA											
FACULTAD DE INGENIERIA											
ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL											
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE											
PROYECTO:	"PROPESTA DE MEJORA PARA LA SERVICABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+000 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022"										
TRAMO:	N° 1										
UNIDAD DE MUESTREO:	U-44										
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA										
PROGRESIVA INICIAL:	Km 3+366,07										
PROGRESIVA FINAL:	Km 3+407,14										
ANCHO DE CALZADA:	5,70m										
ÁREA DE UNIDAD:	234,11										
FECHA:	07/12/2022										
EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LU PACA CONDORI										
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD				
1	Piel de cocodrilo	PC	m ²	13	Baches o Huecos	BA	und				
2	Exudación	EX	m ²	14	Cruce de via férrea	CVF	m ²				
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²	15	Ahuellamiento	AH	m ²				
4	Ablatamiento y hundimiento	AH	m ²	16	Desplazamiento	DES	m ²				
5	Corrugación	CO	m ²	17	Grieta parabólica	GP	m ²				
6	Depresión	DE	m ²	18	Hinchamiento	HI	m ²				
7	Grietas de borde	GB	m	19	Depresión de agregados	DA	m ²				
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m								
9	Desnivel camlí y berma	DCB	m								
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m								
11	Parqueo	PA	m ²								
12	Pulimento de agregados	PUA	m ²								
					SEVERIDAD	CODIGO					
					Bajo (Low)	L					
					Medio (Medium)	M					
					Alto (High)	H					
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
									TOTAL (VD)		
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :											
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :											
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)		
										MAX. CDV	
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	PCI = 100 - (MAX. CDV)										
CLASIFICACION SEGUN PCI :	EXCELENTE										

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 44 - tramo 01 (subida) no se encontraron fallas en el área de estudio, por lo cual en consideración clasificamos el grado de su pavimento como EXCELENTE con un rango del PCI = 85,00.

En la Figura 56 se muestra los resultados de la calzada de subida, unidad 48.

Figura 56

Resultados del tramo 01 (subida), unidad 48


PROYECTO:		PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800 - 3+800) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022																																																																																					
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11																																																																																				
UNIDAD DE MUESTREO:	U-48	FECHA:	07/12/2022																																																																																				
SENTIDO DE TRAMO:	SUBIDA	EVALLADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI																																																																																				
PROGRESMA INICIAL:	Km 3+530,36																																																																																						
PROGRESMA FINAL:	Km 3+571,43																																																																																						
ANCHO DE CALZADA:	5,70m																																																																																						
<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>CODIGO</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>Piel de cocodrilo</td><td>PC</td><td>m2</td></tr> <tr><td>2</td><td>Exudación</td><td>EX</td><td>m2</td></tr> <tr><td>3</td><td>Agrietamiento en bloque</td><td>AB</td><td>m2</td></tr> <tr><td>4</td><td>Abultamiento y hundimiento</td><td>AH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>5</td><td>Comugación</td><td>CO</td><td>m2</td></tr> <tr><td>6</td><td>Depresión</td><td>DE</td><td>m2</td></tr> <tr><td>7</td><td>Grietas de borde</td><td>GB</td><td>m</td></tr> <tr><td>8</td><td>Grietas de reflexion de junta</td><td>GJ</td><td>m</td></tr> <tr><td>9</td><td>Desnivel carnil y berma</td><td>DCB</td><td>m</td></tr> <tr><td>10</td><td>Grietas longitudinales y transversales</td><td>GLT</td><td>m</td></tr> <tr><td>11</td><td>Parqueo</td><td>PA</td><td>m2</td></tr> <tr><td>12</td><td>Pulimiento de agregados</td><td>PUA</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>		N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	1	Piel de cocodrilo	PC	m2	2	Exudación	EX	m2	3	Agrietamiento en bloque	AB	m2	4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2	5	Comugación	CO	m2	6	Depresión	DE	m2	7	Grietas de borde	GB	m	8	Grietas de reflexion de junta	GJ	m	9	Desnivel carnil y berma	DCB	m	10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m	11	Parqueo	PA	m2	12	Pulimiento de agregados	PUA	m2	<table border="1"> <thead> <tr> <th>N°</th> <th>TIPO DE FALLA</th> <th>CODIGO</th> <th>UNIDAD</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>13</td><td>Baches o Huecos</td><td>BA</td><td>und</td></tr> <tr><td>14</td><td>Cruce de via férrea</td><td>CVF</td><td>m2</td></tr> <tr><td>15</td><td>Ahuellamiento</td><td>AH</td><td>m2</td></tr> <tr><td>16</td><td>Desplazamiento</td><td>DES</td><td>m2</td></tr> <tr><td>17</td><td>Grieta parabólica</td><td>GP</td><td>m2</td></tr> <tr><td>18</td><td>Hinchamiento</td><td>HI</td><td>m2</td></tr> <tr><td>19</td><td>Depresion de agregados</td><td>DA</td><td>m2</td></tr> </tbody> </table>		N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	13	Baches o Huecos	BA	und	14	Cruce de via férrea	CVF	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2	18	Hinchamiento	HI	m2	19	Depresion de agregados	DA	m2
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD																																																																																				
1	Piel de cocodrilo	PC	m2																																																																																				
2	Exudación	EX	m2																																																																																				
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2																																																																																				
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2																																																																																				
5	Comugación	CO	m2																																																																																				
6	Depresión	DE	m2																																																																																				
7	Grietas de borde	GB	m																																																																																				
8	Grietas de reflexion de junta	GJ	m																																																																																				
9	Desnivel carnil y berma	DCB	m																																																																																				
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m																																																																																				
11	Parqueo	PA	m2																																																																																				
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2																																																																																				
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD																																																																																				
13	Baches o Huecos	BA	und																																																																																				
14	Cruce de via férrea	CVF	m2																																																																																				
15	Ahuellamiento	AH	m2																																																																																				
16	Desplazamiento	DES	m2																																																																																				
17	Grieta parabólica	GP	m2																																																																																				
18	Hinchamiento	HI	m2																																																																																				
19	Depresion de agregados	DA	m2																																																																																				
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>SEVERIDAD</th> <th>CODIGO</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>Bajo (Low)</td><td>L</td></tr> <tr><td>Media (Mediun)</td><td>M</td></tr> <tr><td>Alto (High)</td><td>H</td></tr> </tbody> </table>		SEVERIDAD	CODIGO	Bajo (Low)	L	Media (Mediun)	M	Alto (High)	H																																																																												
SEVERIDAD	CODIGO																																																																																						
Bajo (Low)	L																																																																																						
Media (Mediun)	M																																																																																						
Alto (High)	H																																																																																						
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)																																																																											
4	AH	M	0,99						0,99	0,42	6,74																																																																												
13	BA	H	1						1	0,43	36,78																																																																												
											TOTAL (VD)	43,52																																																																											
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):		6,81																																																																																					
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:		36,78																																																																																					
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)																																																																													
1	36,78	6,74						43,52	2	32,46																																																																													
2	36,78	2,00						38,78	1	38,78																																																																													
											MAX. CDV	38,78																																																																											
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI:		PCI = 100 - ((MAX. CDV) / 61,22)																																																																																					
		61,22																																																																																					
CLASIFICACION SEGÚN PCI:		BUENO																																																																																					

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 48 - tramo 01 (subida) obtenemos un rango del PCI = 61,22 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es BUENO.

En la Figura 59 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 08.

Figura 59

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad 08



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	"PROYECTO DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE. DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA 2022"		
TRAMO:	N° 1		
UNIDAD DE MUESTREO:	U-8		
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA		
PROGRESIVA INICIAL:	Km 1+887,5		
PROGRESIVA FINAL:	Km 1+928,57		
ANCHO DE CALZADA:	5,70m		
AREA DE UNIDAD:	234,11		
FECHA:	07/12/2022		
EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUFACA CONDORI		

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de co codrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrupamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel carril y berma	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimento de agregados	PUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hincamiento	HI	m2
19	Depresión de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Medio (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
13	BA	H	1							1	0,43	36,78
13	BA	H	1							1	0,43	36,78
13	BA	H	1							1	0,43	36,78
TOTAL (VD)												110,33

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :	6,81
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	36,78

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	36,78	36,78	36,78					110,34	3	68,17
2	36,78	36,78	2,00					75,56	2	54,89
3	36,78	2,00	2,00					40,78	1	40,78
MAX. CDV										68,17


INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	$PCI = 100 - (MAX. CDV)$ 31,83
CLASIFICACION SEGUN PCI :	MALO

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 08 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 31,83 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MALO.

En la Figura 60 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 12.

Figura 60

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad 12



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:		"PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022"									
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11								
UNIDAD DE MUESTREO:	U-12	FECHA:	07/12/2022								
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA	EVALUADORAS:	DANILA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADALUZ LUPACA CONDORI								
PROGRESO INICIAL:	Km 2+051,79										
PROGRESO FINAL:	Km 2+092,86										
ANCHO DE CALZADA:	5,70m										

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agritamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GI	m
9	Desnivel carril y berma	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parcheo	PA	m2
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	um3
14	Cruce de via férrea	CVP	m2
15	Abuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Depresión de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Median)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	GB	H	41,07							41,07	17,54	28,49
7	GB	H	41,07							41,07	17,54	28,49
13	BA	H	1							1	0,43	36,78
TOTAL (VD)												93,75

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :	6,81
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	36,78

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	36,78	28,49	28,49					93,76	3	59,256
2	36,78	28,49	2,00					67,27	2	49,089
3	36,78	2,00	2,00					40,78	1	40,78
MAX. CDV										59,256

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	PCI = 100 - (MAX. CDV) 40,74
CLASIFICACION SEGUN PCI :	REGULAR

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 12 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 40,74 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es REGULAR.

En la Figura 61 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 16.

Figura 61

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 16

PROYECTO:		"PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO Km 1+400 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022"									
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11								
UNIDAD DE MUESTREO:	U-16	FECHA:	07/12/2022								
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA	EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI								
PROGRESIVA INICIAL:	Km 2+216,07										
PROGRESIVA FINAL:	Km 2+57,14										
ANCHO DE CALZADA:	5,70m										

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agritamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel caril y berrna	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimento de agregados	PUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de via férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Depresión de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Mediun)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	GB	H	41,07							41,07	17,54	28,49
TOTAL (VD)												28,49

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):	7,57
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:	28,49

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	28,49										28,49	1	28,49
MAX CDV													28,49

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO -PCI:	PCI = 100 - (MAX. CDV)
	71,51


CLASIFICACION SEGÚN PCI:	MUY BUENO
--------------------------	-----------

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 16 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 71,51 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY BUENO.

En la Figura 62 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 20.

Figura 62

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 20

		UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CML	
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE			
PROYECTO:		PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022	
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11
UNIDAD DE MUESTREO:	U-20	FECHA:	07/12/2022
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA	EVALUADORAS:	
PROGRESIVA INICIAL:	Km 2+380,36	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI	
PROGRESIVA FINAL:	Km 2+421,43	MADAI LUZ LUPACA CONDORI	
ANCHO DE CALZADA:	5,70m		

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GI	m
9	Desnivel camil y berma	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Depresión de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Medio (Mediun)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)	
13	BA	H	1							1	0,43	36,78	
13	BA	H	1							1	0,43	36,78	
13	BA	H	1							1	0,43	36,78	
13	BA	H	1							1	0,43	36,78	
											TOTAL (VD)		147,11

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD(m):	6,81
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:	36,78

N°	VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)	
1	36,78	36,78	36,78	36,78	147,12	4	80,85	
2	36,78	36,78	36,78	2,00	112,34	3	63,40	
3	36,78	36,78	2,00	2,00	77,56	2	56,29	
4	36,78	2,00	2,00	2,00	42,78	1	42,78	
							MAX CDV	80,848


INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	PCI = 100 - (MAX CDV) 19,15
CLASIFICACION SEGUN PCI:	MUY MALO

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 20 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 19,15 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY MALO.

En la Figura 63 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 24.

Figura 63

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 24



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL

INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:		*PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SUPAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA 2022*									
TRAMO:		N° 1				AREA DE UNIDAD:		234,11			
UNIDAD DE MUESTREO:		U-24				FECHA:		07/12/2022			
SENTIDO DE TRAMO:		BAJADA				EVALUADORA:					
PROGRESIVA INICIAL:		Km 2+544,64				DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI					
PROGRESIVA FINAL:		Km 2+585,71				MADAI LUZ LUPACA CONDORI					
ANCHO DE CALZADA:		5,70m									

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m ²
2	Exudación	EX	m ²
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m ²
5	Corrugación	CO	m ²
6	Depresión	DE	m ²
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel carnil y berma	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Farqueo	PA	m ²
12	Pulimiento de agregados	PUA	m ²

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²
15	Ahuellamiento	AH	m ²
16	Desplazamiento	DES	m ²
17	Grieta parabólica	GP	m ²
18	Hinchamiento	HI	m ²
19	Depresión de agregados	DA	m ²

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Medio (Median)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	GB	H	41,07								41,07	17,54	28,49
7	GB	H	41,07								41,07	17,54	28,49
											TOTAL (VD)	56,97	

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :	7,57
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	28,49

N°	VALORES DEDUCIDOS								VD	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)	
1	28,49	28,49							56,98	2	41,88	
2	28,49	2,00							30,48	1	30,49	
											MAX. CDV	41,88


INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	PCI = 100 - (MAX. CDV) 58,12
CLASIFICACION SEGÚN PCI :	BUENO

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 24 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 58,12 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es BUENO.

En la Figura 64 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 28.

Figura 64

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 28

		UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA									
		FACULTAD DE INGENIERIA E ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL									
ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE											
PROYECTO:		*PROLESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+900 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE FOCOLLAY, TACNA-2022									
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11								
UNIDAD DE MUESTREO:	U-28	FECHA:	07/12/2022								
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA										
PROGRESIVA INICIAL:	Km 2+708,93										
PROGRESIVA FINAL:	Km 2+750										
ANCHO DE CALZADA:	5,70m										
		EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI								
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								
1	Piel de cocodrilo	PC	m2								
2	Exudación	EX	m2								
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2								
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2								
5	Corrugación	CO	m2								
6	Depresión	DE	m2								
7	Grietas de borde	GB	m								
8	Grietas de reflexion de junta	GJ	m								
9	Desnivel carril y berma	DCB	m								
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m								
11	Parqueo	PA	m2								
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2								
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								
13	Baches o Huecos	BA	und								
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2								
15	Ahuellamiento	AH	m2								
16	Desplazamiento	DES	m2								
17	Grieta parabólica	GP	m2								
18	Hincamiento	HI	m2								
19	Depresion de agregados	DA	m2								
SEVERIDAD		CODIGO									
Bajo (Low)		L									
Medio (Medium)		M									
Alto (High)		H									
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	AH	H	9						9	3,84	14,42
13	AH	H	1						1	0,43	52,98
19	AH	H	175,98						175,98	75,17	74,53
TOTAL (VD)											141,93
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :		3,34									
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :		74,53									
N°	VALORES DEDUCIDOS								VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	74,53	52,98	14,42						141,93	3	84,77
2	74,53	52,98	2,00						129,51	2	88,00
3	74,53	2,00	2,00						78,53	1	78,53
MAX CDV											88,00
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :		PCI = 100 - (MAX. CDV)									
		12,00									
CLASIFICACION SEGUN PCI :		MUY MALO									

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 28 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 12,00 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY MALO.

En la Figura 65 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 32.

Figura 65

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 32


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA FACULTAD DE INGENIERIA ESCUELA PROFECIONAL DE INGENIERIA CIVIL ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE												
PROYECTO:		PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE. DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022										
TRAMO:		N° 1					AREA DE UNIDAD:		234,11			
UNIDAD DE MUESTREO:		U-32					FECHA:		07/12/2022			
SENTIDO DE TRAMO:		BAJADA					EVALUADORAS:		DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI			
PROGRESIVA INICIAL:		Km 2+873,21										
PROGRESIVA FINAL:		Km 2+914,29										
ANCHO DE CALZADA:		5,70m										
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD					
1	Fiel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches o Huecos	BA	und					
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2					
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2					
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2					
5	Corrugación	CO	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2					
6	Depresión	DE	m2	18	Hinchamiento	HI	m2					
7	Grietas de borde	GB	m	19	Depresión de agregados	DA	m2					
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m									
9	Desnivel camil y berma	DCB	m	SEVERIDAD		CODIGO						
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m	Bajo (Low)		L						
11	Parqueo	PA	m2	Media (Medium)		M						
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2	Alto (High)		H						
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
4	AH	H	0,14							0,14	0,06	0,00
4	AH	H	0,28							0,28	0,12	0,00
7	GB	H	41,07							41,07	17,54	28,49
											TOTAL (VD)	28,49
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):		7,57										
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:		28,49										
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)		
1	28,49							28,49	1	28,49		
											MAX. CDV	28,49
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI:		PCI = 100 - (MAX. CDV)										
		71,51										
CLASIFICACION SEGÚN PCI:		MUY BUENO										

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 32 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 71,51 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY BUENO.

En la Figura 66 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 36.

Figura 66

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 36



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+600 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE, DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022		
TRAMO:	N° 1		
UNIDAD DE MUESTREO:	U-36		
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA		
PROGRESIVA INICIAL:	Km 3+037,5		
PROGRESIVA FINAL:	Km 3+078,57		
ANCHO DE CALZADA:	5,70m		
AREA DE UNIDAD:	234,11		
FECHA:	07/12/2022		
EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI		

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel carril y berma	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimento de agregados	PUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hinchamiento	HI	m2
19	Depresión de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Mediun)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	GB	H	41,07							41,07	17,54	28,49
TOTAL (VD)											28,49	

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):	7,57
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:	28,49

N°	VALORES DEDUCIDOS									VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDM)
1	28,49									28,49	1	28,49
MAX. CDM											28,49	

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI:	PCI = 100 - (MAX. CDM) 71,51
CLASIFICACION SEGÚN PCI:	MUY BUENO

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 36 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 71,51 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY BUENO.

En la Figura 67 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 40.

Figura 67

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 40


PROYECTO:		PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800 -3+800) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE. DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022													
TRAMO:		N° 1													
UNIDAD DE MUESTREO:		U-40													
SENTIDO DE TRAMO:		BAJADA													
PROGRESIVA INICIAL:		Km 3+201,79													
PROGRESIVA FINAL:		Km 3+242,85													
ANCHO DE CALZADA:		5,70m													
ÁREA DE UNIDAD:		234,11													
FECHA:		07/12/2022													
EVALUADORAS:		DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADALUZ LUFACA CONDORI													
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	
1	Piel de cocodrilo	PC	m ²								13	Baches o Huecos	BA	und	
2	Exudación	EX	m ²								14	Cruce de vía férrea	CVF	m ²	
3	Agrietamiento en bloque	AB	m ²								15	Ahuellamiento	AH	m ²	
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m ²								16	Desplazamiento	DES	m ²	
5	Corrugación	CO	m ²								17	Grieta parabólica	GP	m ²	
6	Depresión	DE	m ²								18	Hinchamiento	HI	m ²	
7	Grietas de borde	GB	m								19	Depresión de agregados	DA	m ²	
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m												
9	Desnivel carril y berma	DCB	m												
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m												
11	Parqueo	PA	m ²												
12	Pulimiento de agregados	PUA	m ²												
											SEVERIDAD		CODIGO		
											Bajo (Low)		L		
											Media (Medun)		M		
											Alto (High)		H		
N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES										TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	H	5,8										5,8	2,48	11,75
11	PA	M	4										4	1,71	6,63
13	BA	H	1										1	0,43	36,78
13	BA	H	1										1	0,43	36,78
13	BA	H	1										1	0,43	36,78
13	BA	H	1										1	0,43	36,78
13	BA	H	1										1	0,43	36,78
TOTAL (VD)															165,49
NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):		6,81													
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV:		36,78													
N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)		
1	36,78	36,78	36,78	36,78	11,75	6,63					165,50	6	78,75		
2	36,78	36,78	36,78	36,78	11,75	2,00					160,87	5	81,35		
3	36,78	36,78	36,78	36,78	2,00	2,00					151,12	4	82,45		
4	36,78	36,78	36,78	2,00	2,00	2,00					116,34	3	71,17		
5	36,78	36,78	2,00	2,00	2,00	2,00					81,56	2	58,94		
6	36,78	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00					46,78	1	46,78		
MAX. CDV													82,45		
INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI:		PCI = 100 - (MAX. CDV) 17,55													
CLASIFICACION SEGÚN PCI:		MUY MALO													

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 40 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 17,55 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY MALO.

En la Figura 68 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 44.

Figura 68

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 44



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:		PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACION SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE. DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022*									
TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11								
UNIDAD DE MUESTREO:	U-44	FECHA:	07/12/2022								
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA	EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI								
PROGRESIVA INICIAL:	Km 3+366,07										
PROGRESIVA FINAL:	Km 3+407,14										
ANCHO DE CALZADA:	5,70m										

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches o Huecos	BA	und
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de via férrea	CVF	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2
5	Corrugación	CO	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2
6	Depresión	DE	m2	18	Hinchamiento	HI	m2
7	Grietas de borde	GB	m	19	Depresión de agregados	DA	m2
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m				
9	Desnivel carril y berma	DCB	m				
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m				
11	Parqueo	PA	m2				
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2				

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES								TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	GB	H	41,07								41,07	17,54	28,49
TOTAL (VD)													28,49

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (ml) :	7,57
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	28,49

N°	VALORES DEDUCIDOS										VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	28,49										28,49	1	28,49
MAX. CDV													28,49


INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI :	PCI = 100 - (MAX. CDV)
	71,51
CLASIFICACION SEGUN PCI :	MUY BUENO

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 44 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 71,51 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es MUY BUENO.

En la Figura 69 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 48.

Figura 69

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 48



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL

ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO:	PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800 - 3+900) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE. DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022									
TRAMO:	N° 1			AREA DE UNIDAD:			234,11			
UNIDAD DE MUESTREO:	U-48			FECHA:			07/12/2022			
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA			EVALUADORAS:			DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI			
PROGRESIVA INICIAL:	Km 3+530,36									
PROGRESIVA FINAL:	Km 3+571,43									
ANCHO DE CALZADA:	5,70m									

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2	13	Baches o Huecos	BA	und
2	Exudación	EX	m2	14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
3	Agrietamiento en bloque	AB	m2	15	Ahuellamiento	AH	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2	16	Desplazamiento	DES	m2
5	Corrugación	CO	m2	17	Grieta parabólica	GP	m2
6	Depresión	DE	m2	18	Hinchamiento	HI	m2
7	Grietas de borde	GB	m	19	Depresión de agregados	DA	m2
8	Grietas de reflexion de junta	GJ	m				
9	Desnivel carril y berma	DCB	m				
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m				
11	Parqueo	PA	m2				
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2				

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	GB	H	41,07							41,07	17,54	28,49
13	BA	H	1							1	0,43	36,78
TOTAL (VD)											65,26	

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m) :	6,81
VALOR DEDUCIDO MAS ALTO HDV :	36,78

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
1	36,78	28,49						65,27	2	47,69
2	36,78	2,00						38,78	1	38,78
MAX. CDV										47,69


INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI:	PCI = 100 - (MAX. CDV) 52,31
CLASIFICACION SEGUN PCI:	BUENO

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 48 - tramo 02 (bajada) obtenemos un rango del PCI = 52,31 lo cual nos indica que según el grado de clasificación el estado de su pavimento es BUENO.

En la Figura 70 se muestra los resultados de la calzada de bajada, unidad 52.

Figura 70

Resultados del tramo 02 (bajada), unidad de muestreo 52



UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA
 FACULTAD DE INGENIERIA
 ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL
ÍNDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI) - PAVIMENTO FLEXIBLE

PROYECTO: PROPUESTA DE MEJORA PARA LA SERVICIABILIDAD DE LA AVENIDA LOS ANGELES TRAMO (Km 1+800 - 3+800) REALIZANDO UNA EVALUACIÓN SUPERFICIAL DE SU PAVIMENTO FLEXIBLE. DISTRITO DE POCOLLAY, TACNA-2022

TRAMO:	N° 1	AREA DE UNIDAD:	234,11
UNIDAD DE MUESTREO:	U-52	FECHA:	07/12/2022
SENTIDO DE TRAMO:	BAJADA		
PROGRESIVA INICIAL:	Km 3+694,64	EVALUADORAS:	DANIA MARIA MAQUERA PILCOMAMANI MADAI LUZ LUPACA CONDORI
PROGRESIVA FINAL:	Km 3+735,71		
ANCHO DE CALZADA:	5,70m		

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	Piel de cocodrilo	PC	m2
2	Exudación	EX	m2
3	Agritamiento en bloque	AB	m2
4	Abultamiento y hundimiento	AH	m2
5	Corrugación	CO	m2
6	Depresión	DE	m2
7	Grietas de borde	GB	m
8	Grietas de reflexión de junta	GJ	m
9	Desnivel carril y berma	DCB	m
10	Grietas longitudinales y transversales	GLT	m
11	Parqueo	PA	m2
12	Pulimiento de agregados	PUA	m2

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
13	Baches o Huecos	BA	und
14	Cruce de vía férrea	CVF	m2
15	Ahuellamiento	AH	m2
16	Desplazamiento	DES	m2
17	Grieta parabólica	GP	m2
18	Hincamiento	HI	m2
19	Depresión de agregados	DA	m2

SEVERIDAD	CODIGO
Bajo (Low)	L
Media (Medium)	M
Alto (High)	H

N°	FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	PA	L	1,2							1,2	0,51	1,23
TOTAL (VD)												1,23

NUMERO MAXIMO ADMISIBLE DE VD (m):	10,07
VALOR DE DUODO MAS ALTO HDV:	1,23

N°	VALORES DEDUCIDOS							VDI	q	VALOR DEDUCIDO CORREGIDO (CDV)
MAX. CDV										0,00

INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTO - PCI:	PCI = 100 - (MAX. CDV)
CLASIFICACION SEGÚN PCI:	EXCELENTE

Nota. Según el registro de fallas en la unidad de muestra 52 - tramo 02 (bajada) no superaron el valor deducido mayor a 2,0, por lo cual en consideración clasificamos el grado de su pavimento como EXCELENTE con un rango del PCI = 85,00.

4.4. Resumen de resultados por la metodología PCI

A continuación, se muestra el resumen de resultados de la avenida los Ángeles tramo (km 1+600 – 3+900) distrito de Pocollay, definidos respectivamente tramo subida Tabla 16 y tramo bajada Tabla 17.

Tabla 16

Resumen de resultados – tramo 01 (subida)

Tramo 01	Unidad de muestra	Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Longitud de unidad de muestra (m)	PCI	Condición
Subida	4	1+723,21	1+764,28	41,07	89,39	Excelente
Subida	8	1+887,50	1+928,57	41,07	44,07	Regular
Subida	12	2+051,79	2+092,86	41,07	63,22	Bueno
Subida	16	2+216,07	2+057,14	41,07	63,22	Bueno
Subida	20	2+380,36	2+421,43	41,07	85,00	Excelente
Subida	24	2+544,64	2+585,71	41,07	85,00	Excelente
Subida	28	2+708,93	2+750,00	41,07	73,99	Muy bueno
Subida	32	2+873,21	2+914,29	41,07	84,24	Muy bueno
Subida	36	3+037,50	3+078,57	41,07	85,00	Excelente
Subida	40	3+201,79	3+242,86	41,07	25,14	Malo
Subida	44	3+366,07	3+407,14	41,07	85,00	Excelente
Subida	48	3+530,36	3+571,43	41,07	61,22	Bueno
Subida	52	3+694,64	3+735,71	41,07	85,00	Excelente

Nota. En la tabla se puede observar los resultados obtenidos de las 13 unidades de muestra, realizadas a la avenida los Ángeles – distrito Pocollay.

Tabla 17

Resumen de resultados – tramo 02 (bajada)

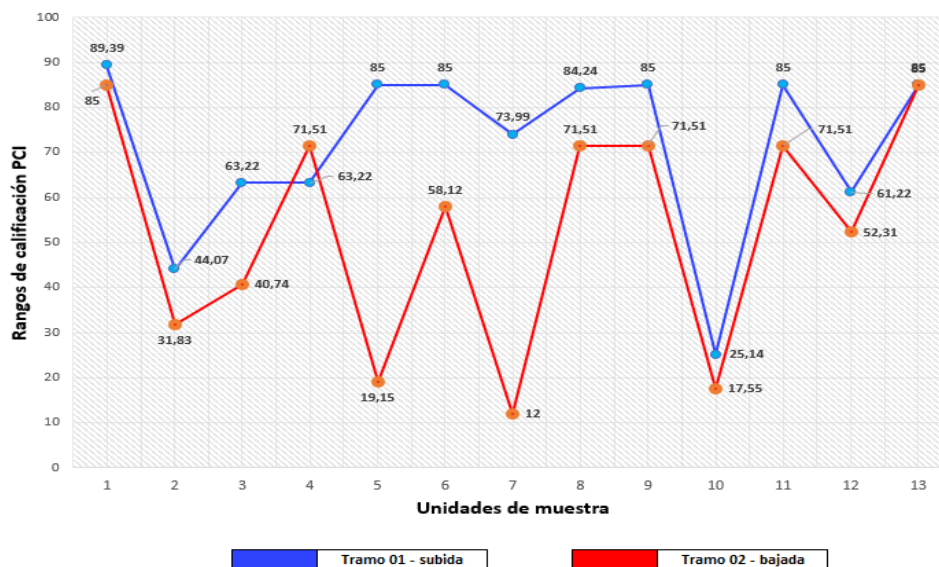
Tramo 02	Unidad de muestra	Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Longitud de unidad de muestra (m)	PCI	Condición
Bajada	4	1+723,21	1+764,28	41,07	85,00	Excelente
Bajada	8	1+887,50	1+928,57	41,07	31,83	Malo
Bajada	12	2+051,79	2+092,86	41,07	40,74	Regular
Bajada	16	2+216,07	2+057,14	41,07	71,51	Muy bueno
Bajada	20	2+380,36	2+421,43	41,07	19,15	Muy malo
Bajada	24	2+544,64	2+585,71	41,07	58,12	Bueno
Bajada	28	2+708,93	2+750,00	41,07	12,00	Muy malo
Bajada	32	2+873,21	2+914,29	41,07	71,51	Muy bueno
Bajada	36	3+037,50	3+078,57	41,07	71,51	Muy bueno
Bajada	40	3+201,79	3+242,86	41,07	17,55	Muy malo
Bajada	44	3+366,07	3+407,14	41,07	71,51	Muy bueno
Bajada	48	3+530,36	3+571,43	41,07	52,31	Bueno
Bajada	52	3+694,64	3+735,71	41,07	85,00	Excelente

Nota. En la tabla se puede observar los resultados obtenidos de las 13 unidades de muestra, realizadas a la avenida los Ángeles – distrito Pocollay.

En la Figura 71 se muestra un gráfico lineal de los resultados para cada uno de los tramos de la avenida los Ángeles.

Figura 71

Gráfico Lineal – resultados PCI



Nota. En la figura se puede observar los resultados obtenidos de las 13 unidades de muestra, realizadas a la avenida los Ángeles – distrito Pocollay.

En la Tabla 18 se muestra el promedio PCI del tramo 01 – subida.

Tabla 18

Promedio de resultados – tramo 01 (subida)

Tramo 01	Unidad de muestra	Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Longitud de unidad de muestra (m)	PCI	Condición
Subida	04 al 52	1+600,00	3+900,00	41,07	71,50	Muy bueno

Nota. En la tabla se puede observar el promedio de los resultados obtenidos en las 13 unidades de muestra del tramo 01 (subida), realizadas a la avenida los Ángeles – distrito Pocollay.

En la Tabla 19 se muestra el promedio PCI del tramo 02 – bajada.

Tabla 19

Promedio de resultados – tramo 02 (bajada)

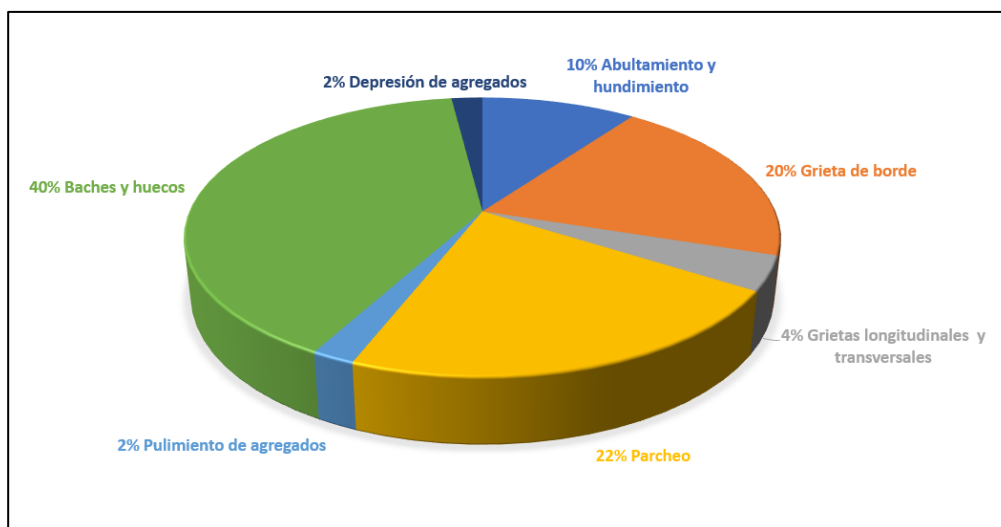
Tramo 02	Unidad de muestra	Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Longitud de unidad de muestra (m)	PCI	Condición
Bajada	04 al 52	1+600,00	3+900,00	41,07	52,90	Regular

Nota. En la tabla se puede observar el promedio de los resultados obtenidos en las 13 unidades de muestra del tramo 02 (bajada), realizadas a la avenida los Ángeles – distrito Pocollay.

En la Figura 72 se muestra las patologías con mayor incidencia en ambos sentidos de la calzada de la avenida los Ángeles.

Figura 72

Gráfico porcentual de las patologías registradas en la avenida



CAPÍTULO V: DISCUSIÓN

5.1. Análisis de resultados

Tras haber finalizado la investigación aplicando el método de PCI en un tramo de 2,3 km de la avenida los Ángeles del distrito de Pocollay, la investigación se realizó en ambos sentidos de la vía tanto como en subida y bajada, el tramo está comprendido de 13 unidades de muestras en las que se puede observar que el tramo de bajada tiene un mayor número de fallas superficiales a diferencia del tramo de subida que se encuentra en mejor condición, las fallas superficiales que se encontraron son abultamiento y hundimiento, grieta de borde, grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimiento de agregados, huecos y depresión de agregados.

5.2. Análisis aplicando la metodología PCI

Los datos obtenidos en trabajo de campo y los cálculos que se realizaron en gabinete en ambos sentidos, la vía muestra que el índice de condición de pavimento (PCI) en el tramo de subida se encontraba en un estado MUY BUENO a diferencia del tramo de bajada que se encuentra en un estado REGULAR.

En la Figura 73 se muestra parte del recorrido realizado por las investigadoras en la avenida los Ángeles.

Figura 73

Recopilación de datos en ambos sentidos de la vía



Nota. En la figura se muestra la toma de datos a lo largo de la avenida los Ángeles.

En la Tabla 20 se muestra todos los resultados obtenidos por la metodología PCI.

Tabla 20

Resultados de Tramo 1 y 2

Tramo	Unidad de muestra	Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Longitud de unidad de muestra (m)	PCI	Condición
Subida	4	1+723,21	1+764,28	41,07	89,39	Excelente
	8	1+887,50	1+928,57	41,07	44,07	Regular
	12	2+051,79	2+092,86	41,07	63,22	Bueno
	16	2+216,07	2+057,14	41,07	63,22	Bueno
	20	2+380,36	2+421,43	41,07	85	Excelente
	24	2+544,64	2+585,71	41,07	85	Excelente
	28	2+708,93	2+750,00	41,07	73,99	Muy bueno
	32	2+873,21	2+914,29	41,07	84,24	Muy bueno
	36	3+037,50	3+078,57	41,07	85	Excelente
	40	3+201,79	3+242,86	41,07	25,14	Malo
	44	3+366,07	3+407,14	41,07	85	Excelente
	48	3+530,36	3+571,43	41,07	61,22	Bueno
	52	3+694,64	3+735,71	41,07	85	Excelente
Bajada	4	1+723,21	1+764,28	41,07	85	Excelente
	8	1+887,50	1+928,57	41,07	31,83	Malo
	12	2+051,79	2+092,86	41,07	40,74	Regular
	16	2+216,07	2+057,14	41,07	71,51	Muy bueno
	20	2+380,36	2+421,43	41,07	19,15	Muy malo
	24	2+544,64	2+585,71	41,07	58,12	Bueno
	28	2+708,93	2+750,00	41,07	12	Muy malo
	32	2+873,21	2+914,29	41,07	71,51	Muy bueno
	36	3+037,50	3+078,57	41,07	71,51	Muy bueno
	40	3+201,79	3+242,86	41,07	17,55	Muy malo
	44	3+366,07	3+407,14	41,07	71,51	Muy bueno
	48	3+530,36	3+571,43	41,07	52,31	Bueno
	52	3+694,64	3+735,71	41,07	85	Excelente

Nota. En la Tabla se puede observar los resultados obtenidos de las 26 unidades de muestra de ambos sentidos, realizadas a la avenida los Ángeles – distrito Pocollay.

Con los resultados obtenidos concluimos que el tramo de bajada es el que tiene mayor incidencia, dando como resultado un PCI de 52,90 y su condición es REGULAR, este es el tramo en donde se ha encontrado mayor cantidad de fallas; el tipo de intervención que se realizara es la rehabilitación de la vía especialmente para las unidades de muestra con una condición muy mala.

En la Tabla 21 se muestra las unidades de muestra con los resultados más bajos en relación a la metodología PCI

Tabla 21

Resultados más bajos de PCI, tramo 02 – bajada

Tramo 02	Unidad de muestra	Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Longitud de unidad de muestra (m)	PCI	Condición
Bajada	20	2+380,36	2+421,43	41,07	19,15	Muy malo
Bajada	28	2+708,93	2+750,00	41,07	12	Muy malo
Bajada	40	3+201,79	3+242,86	41,07	17,55	Muy malo

En la Figura 74 se muestra la unidad de muestra 28 del tramo de bajada, se aprecia la imagen con una notoria meteorización del pavimento.

Figura 74

Avenida los ángeles, tramo 02 – bajada



Nota. En la figura se muestra la falla de meteorización, que se extiende a lo largo de la avenida los Ángeles – tramo 02.

En la Tabla 22 se muestra el promedio final de ambos tramos de la avenida; en la que se muestra la diferente en base a la condición en la que se encuentran.

Tabla 22

Tabla resumen del PCI en la Av. Los Ángeles

Tramo 01-02	Unidad de muestra	Progresiva inicial (km)	Progresiva final (km)	Longitud de unidad de muestra (m)	PCI	Condición
Subida	04 al 52	1+600,00	3+900,00	41.07	71,50	Muy bueno
Bajada	04 al 52	1+600,00	3+900,00	41.07	52,90	Regular

Tal como se define en la hipótesis general, con los resultados obtenidos y bajo la ejecución de la metodología PCI se desarrollarán propuestas que mejorarán la serviciabilidad del pavimento flexible en la avenida los Ángeles. Dichas propuestas tendrán como referencia las fallas con mayor impacto en el pavimento de la avenida, registrados según el reporte de campo realizado por las evaluadoras.

5.3. Nivel de intervención al pavimento según PCI

Actualmente la vía se encuentra con una clasificación regular y muy buena; según estos resultados se requiere una intervención para mejorar el nivel de serviciabilidad y la calidad del pavimento.

Los tipos de intervención se toman en consideración según el nivel de daño en la calzada y este se calcula mediante el método del PCI, por lo que es conveniente realizar diferentes opciones de intervención, considerando el rango de PCI y el nivel de intervención. En la Tabla 23 se describe la intervención según el resultado obtenido por el PCI.

Tabla 23

Tipo de mantenimiento

Rango de PCI	Intervención
100-85	Mantenimiento Preventivo o Mínimo.
85-70	Mantenimiento Correctivo Menor.
70-55	Mantenimiento Correctivo Mayor o Intensivo.
55-25	Rehabilitación - Refuerzo Estructural.
< 25	Rehabilitación – Reconstrucción

Nota: Nivel de intervención en el pavimento en relación al PCI adaptado de (Sotil Chávez)

Con lo antes descrito el mantenimiento del pavimento de cada tramo de la vía se describirá lo siguiente:

- Tramo 1

Con respecto al tramo1 se obtuvo un PCI =71,50 que vendría a ser una condición del pavimento muy buena, por lo que le correspondería un mantenimiento correctivo menor.

- Tramo 2

Con respecto al tramo1 se obtuvo un PCI =52,90 que vendría a ser una condición del pavimento regular, por lo que le correspondería una rehabilitación -reconstrucción.

5.4. Interpretación de resultados según las metodologías aplicadas en la avenida los Ángeles

Los resultados obtenidos en esta investigación en el tramo (km 1+600-3+900) de la avenida los Ángeles aplicando la metodología PCI fueron; para calzada de subida se obtuvo un valor de PCI de 71,50 categorizándose como un pavimento muy bueno y la calzada de bajada se obtuvo un valor de PCI de 52,90 categorizándose como un pavimento regular; obteniendo como promedio de ambos un valor de PCI de 62,20 categorizándose como bueno.

Según la investigación en la tesis titulada “Rugosidad del pavimento flexible, y transitabilidad vehicular en un tramo de la avenida los Ángeles, distrito de Pocollay, Tacna-2022”, se desempeñó la evaluación en la avenida los Ángeles desde la avenida Jorge Basadre Grohmann hasta la progresiva 2+400 km. Aplicando el método de rugosímetro de Merlín se obtuvo como resultado para la calzada de subida 3,45 m/km y para la calzada de bajada 4,30 m/km; obteniendo como promedio un resultado de 3,88 m/km definiendo el pavimento como regular. La determinación de los resultados aplicando el Abakal IRI son, para el carril de subida 3,86 m/km y para el carril de bajada 4,45 m/km; obteniendo como promedio un resultado de 4,16 m/km definiéndola como un pavimento malo (Ticona & Chura, 2022).

Estos estudios se desempeñaron en el mismo periodo a lo largo de la avenida los Ángeles, con la diferencia que sus áreas de estudio comienzan en diferentes puntos. Los resultados son definidos según un cuadro comparativo descrito en la Tabla 24, teniendo en cuenta la aplicación que hace cada metodología a lo largo de la avenida los Ángeles.

Tabla 24

Cuadro comparativo de resultados según la metodología

Área de estudio	Método	Distancia	Medición	Resultado
Avenida los Ángeles - Pocollay	PCI	2,3 km	Serviciabilidad	53,13 - Regular
	Rugosímetro de Merlín	2,4 km	Rugosidad	3,88 m/km - Regular
	Abakal IRI	2,4 km	Rugosidad	4,16 m/km - Malo

Nota. Analizando los resultados según la figura, se define que la avenida los Ángeles muestra signos relevantes de inconformidades en su pavimento flexible que afectan su condición actual

CONCLUSIONES

Con la aplicación de la metodología PCI se logra definir el rango de calificación para la avenida los Ángeles del distrito de Pocollay. Bajo este resultado se propone la refacción del pavimento aplicando el parchado superficial, parchado profundo, sellado de fisuras y grietas y renovación del pavimento; este último se aplica en situaciones en la que el pavimento se encuentre severamente dañado.

Según los resultados obtenidos en campo y siguiendo los conceptos utilizando en la metodología PCI se pudo registrar las siguientes fallas abultamiento y hundimiento, grieta de borde, grieta longitudinal y transversal, parcheo, pulimiento de agregados, baches y huecos y depresión de agregados.

Al registrar los valores obtenidos por la inspección en campo y aplicarlos en la fórmula definida por la metodología PCI obtenemos que en el tramo 01 – subida resultó con un $PCI = 71,50$ con una condición muy buena y en el tramo 02 – bajada resultó con un $PCI = 52,90$ con una condición regular.

Las propuestas de mejora tales como parchado superficial, parchado profundo, sellado de fisuras y grietas y renovación del pavimento se consideraron según la naturaleza de la falla encontrada; es decir nos guiamos de sus características físicas para definir una propuesta que satisfaga su corrección y mejore las capacidades de serviciabilidad ofrecidas por el pavimento.

RECOMENDACIONES

Se recomienda que la municipalidad distrital de Pocollay tenga en consideración los resultados obtenidos según la investigación realizada. Ya que para su realización se utilizó una de las metodologías más completas que es el índice de condición de pavimento PCI, con ella obtuvimos resultados que acreditan la toma de acción en futuros proyectos para intervenir y solucionar los problemas de serviciabilidad.

Con los resultados obtenidos se espera que la municipalidad distrital de Pocollay realice oportunamente actividades de mantenimiento y renovación en el pavimento flexible de la avenida los ángeles. Se toma en consideración el tiempo; ya que una intervención oportuna puede reducir la magnitud de la falla a largo plazo.

Según los resultados del PCI para cada tramo (subida y bajada) de la avenida los Ángeles, se invita al área de proyectos de la municipalidad distrital de Pocollay considere estos resultados actuales para darle mayor prioridad al tramo de bajada y aplicar las propuestas de mejora descritas en esta investigación.

Se recomienda que la Empresa Prestadora de Servicios (EPS), realice oportunamente actividades de mantenimiento de acuerdo a la norma CE. 010 (Pavimentos Urbanos); esto en base a los parches dejados por la entidad al realizar los procesos de instalación y de la misma forma incluir el proceso de renovación si así lo requiere.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Angles, J. (2021). *“Evaluación del pavimento asfáltico, utilizando el método PCI en las vías principales del Distrito de Pocollay de la Ciudad de Tacna”*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Bonett, G. E. (2014). *Guía de Procesos Constructivos de una Vía en Pavimento Flexible*. Bogotá D.C.: Universidad Militar Nueva Granada.
- Condori, N., & Goyzueta, S. P. (2019). *“Propuesta de estrategias de intervención del pavimento flexible, aplicando las metodologías PCI, VIZIR y PSI, en el tramo paradero Grifo Mobil–Ciencias de la Salud de la Universidad Andina de la Prolongación Av. de la Cultura – Av. Manco Capac – Prolonga*. Perú: Cusco:Universidad Andina De Cusco.
- Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. (2018). *Manual de Carretera Mantenimiento o Conservación Vial*. Lima.
- Llosa, J. (2006). *Propuesta alternativa para la distribución racional del presupuesto anual municipal para el mantenimiento y rehabilitación de pavimentos*. Lima: Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas .
- Martínez, L. M., & Noguera, R. D. (2020). *“Modelos de serviciabilidad de pavimentos a partir del índice de condición del pavimento (PCI) con relación a las velocidades de operación”*. Colombia: Barranquilla:Universidad de la Costa, C.U.C.
- Materials, A. S. (2004). *Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos (ASTM D6433-03)*. Estados Unidos.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2013). *Manual de Carreteras - Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos*. Lima.
- Ministerio de Vivienda Construcción y Saneamiento. (2010). *Norma CE.010 Pavimentos*. Lima: Industrial Gráfica Apolo S.A.C.
- Morocho, C. O. (2021). *Plan de intervención vial en base a la evaluación del PCI (Pavement Condition)*. Ecuador: Cuenca:Universidad de Cuenca.
- Olano, J. J. (2021). *Estimación del deterioro del pavimento asfáltico de la avenida Las Palmeras, distrito de Los Olivos – Lima*. Perú: Lima:Universidad Privada del Norte.
- Pallasco, J. L. (2018). *“Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en Santo Domingo de los Tsáchilas”*. Ecuador: Quito:Pontificia Universidad Católica del Ecuador.

- Pérez, S. (2022). *"Evaluación de la condición operacional del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular de la Avenida Industrial, Tacna - 2022"*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Sotil Chávez, A. (s.f.). *Sistematización de información sobre diseño, gestión, construcción y reparación de pavimentos urbanos*. Lima.
- Suárez, G. E., & Gonzalo, Y. C. (2018). *"Análisis del estado del pavimento flexible, tipo de fallas y su severidad de la Av. Mártires de Uchuraccay, entre el Jr. Emancipación y el Psje. Libertad utilizando el método del índice de condición de pavimento, en la ciudad de Cajamarca - 2018"*. Perú: Cajamarca:Universidad Privada del Norte.
- Ticona Choque, Roy Axel ; Chura Condori,Carmen Ruth. (2022). *Rugosidad del Pavimento Flexible, y Transitabilidad Vehicular en un tramo de la Avenida Los Angeles, Distrito De Pocollay, Tacna2022*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Ticona, E. A. (2022). *Index en la Avenida Internacional, tramo: Avenida Manuel Cuadros – Calle TA622, Tacna – 2022*. Tacna: Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann.
- Ticona, R. A., & Chura, C. R. (2022). *"Rugosidad del Pavimento Flexible, y Transitabilidad Vehicular en un tramo de la Avenida Los Angeles, Distrito De Pocollay, Tacna2022"*. Tacna: Universidad Privada de Tacna.
- Vásquez, L. R. (2002). *avement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Colombia: Universidad Nacional de Colombia.

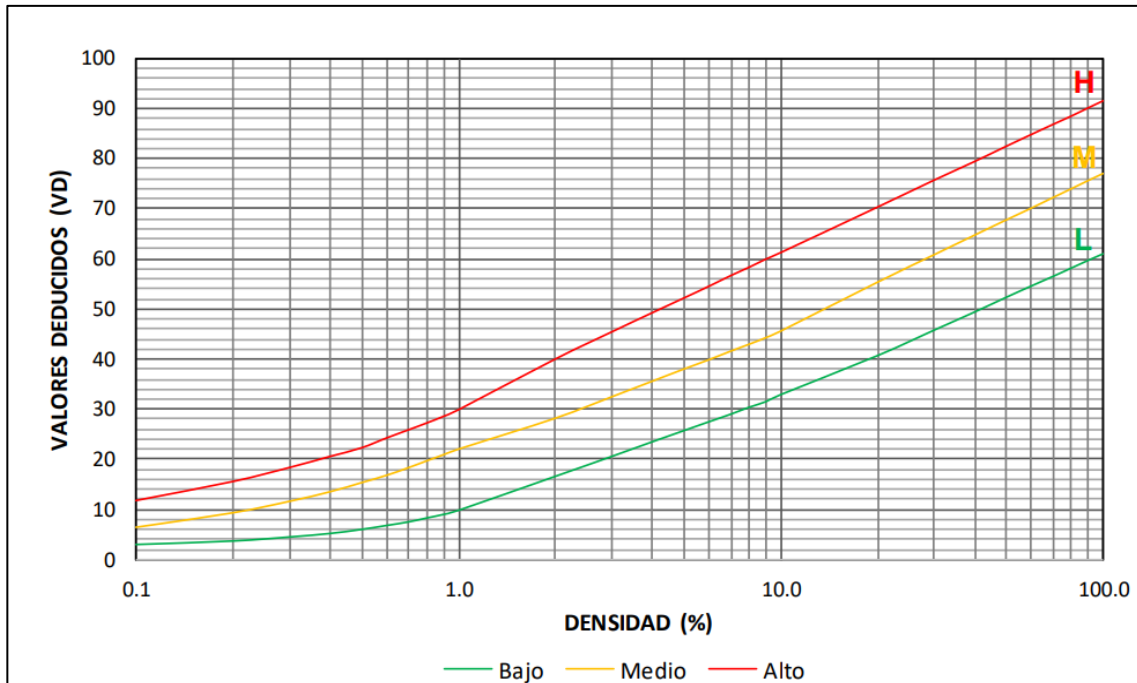
ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consisten

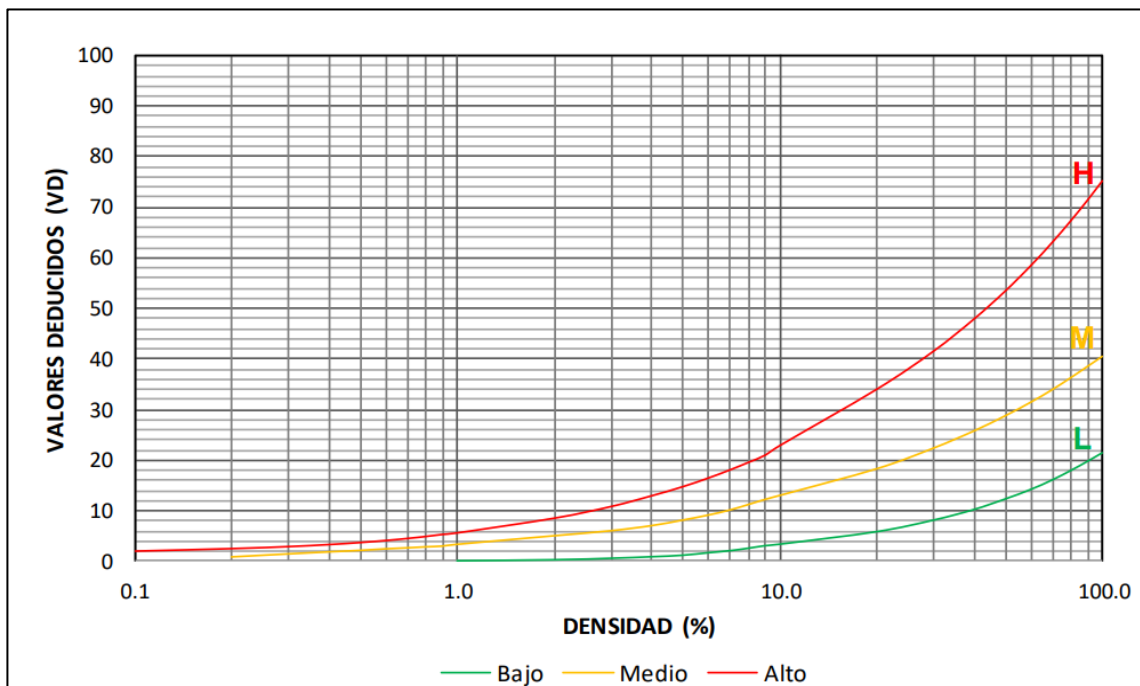
INTERROGANTE DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	PRUEBAS ESTADÍSTICA O ESTRATEGIA
<p>PROBLEMA GENERAL</p> <p>¿Qué tan factible sería plantear una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) realizando una evaluación superficial de su pavimento flexible, distrito de Pocollay, Tacna-2022?</p> <p>PROBLEMAS ESPECIFICOS</p> <p>¿Cuáles son los tipos de fallas superficiales en el pavimento flexible de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) del distrito de Pocollay, Tacna?</p> <p>¿Cuál es el estado de conservación de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) del distrito de Pocollay, Tacna, aplicando el método PCI?</p> <p>¿Qué consideraciones debe tener una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay Tacna -2022?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL</p> <p>Plantear una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles Tramo (Km 1+600 - 3+900) realizando una evaluación superficial de su pavimento flexible, distrito de Pocollay, Tacna-2022.</p> <p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS</p> <p>Identificar los tipos de fallas superficiales en el pavimento flexible de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) del distrito de Pocollay, Tacna.</p> <p>Aplicar el método PCI para determinar el estado de conservación de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay Tacna.</p> <p>Identificar las consideraciones que debe tener una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay Tacna -2022.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL</p> <p>Plantear una propuesta de mejora para la serviciabilidad de la avenida los Ángeles Tramo (Km 1+600 - 3+900) realizando una evaluación superficial de su pavimento flexible, es altamente factible, distrito de Pocollay, Tacna-2022.</p> <p>HIPÓTESIS ESPECIFICAS</p> <p>Los tipos de fallas superficiales en el pavimento flexible de la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900) distrito de Pocollay, Tacna, son en general piel de cocodrilo y exudación.</p> <p>Con el método PCI se determina que el estado de conservación es malo en la avenida los Ángeles tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay, Tacna.</p> <p>Las consideraciones que debe tener la propuesta son en base a la calidad que se quiere ofrecer a los transeúntes; de esta manera se mejora la serviciabilidad del pavimento de la avenida los Ángeles Tramo (Km 1+600 - 3+900), distrito de Pocollay Tacna -2022.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE (X)</p> <p>Evaluación superficial del pavimento</p> <p>VARIABLE DEPENDIENTE (Y)</p> <p>Propuesta de mejora para la serviciabilidad</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Cálculo del PCI. - Parámetros según el pavimento flexible. (tipo-severidad-rango de extensión). - Condición del pavimento. - Metodología PCI - Determinación según la escala de rangos del PCI - Según la clasificación (bueno-regular-malo). 	<p>TIPO DE ESTUDIO</p> <ul style="list-style-type: none"> - Investigación aplicada o tecnológica. <p>DISEÑO DE INVESTIGACIÓN</p> <ul style="list-style-type: none"> - El diseño de esta investigación es experimental. <p>NIVEL DE INVESTIGACION</p> <ul style="list-style-type: none"> - Aplicativo <p>MUESTRA</p> <p>Avenida los Ángeles, tramo (Km 1+600 - 3+900) - Distrito Pocollay.</p> <p>MÉTODO DE RECOPIACIÓN DE DATOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Método del PCI <p>INSTRUMENTOS</p> <ul style="list-style-type: none"> - Wincha - Ficha de inspección - Cono de seguridad - Chaleco de seguridad - Tablero - Calculadora - Ficha de inspección

Anexo 2: Abaco de curvas para pavimentos asfálticos, aplicados para la determinación de los valores deducidos.

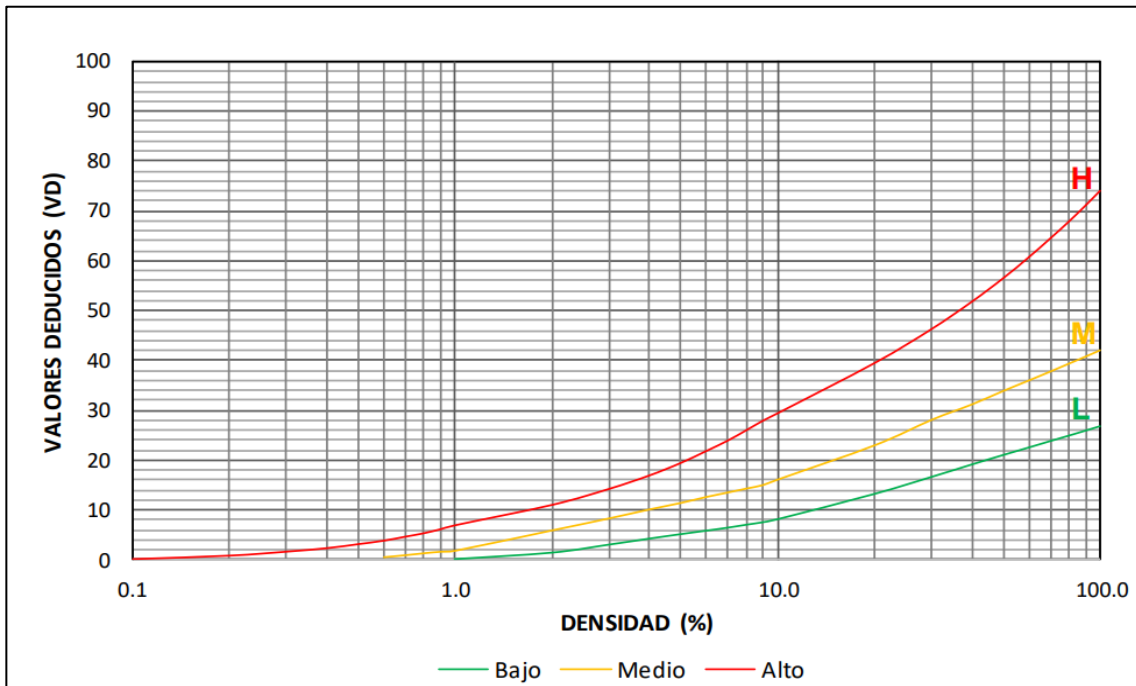
1. Piel de cocodrilo



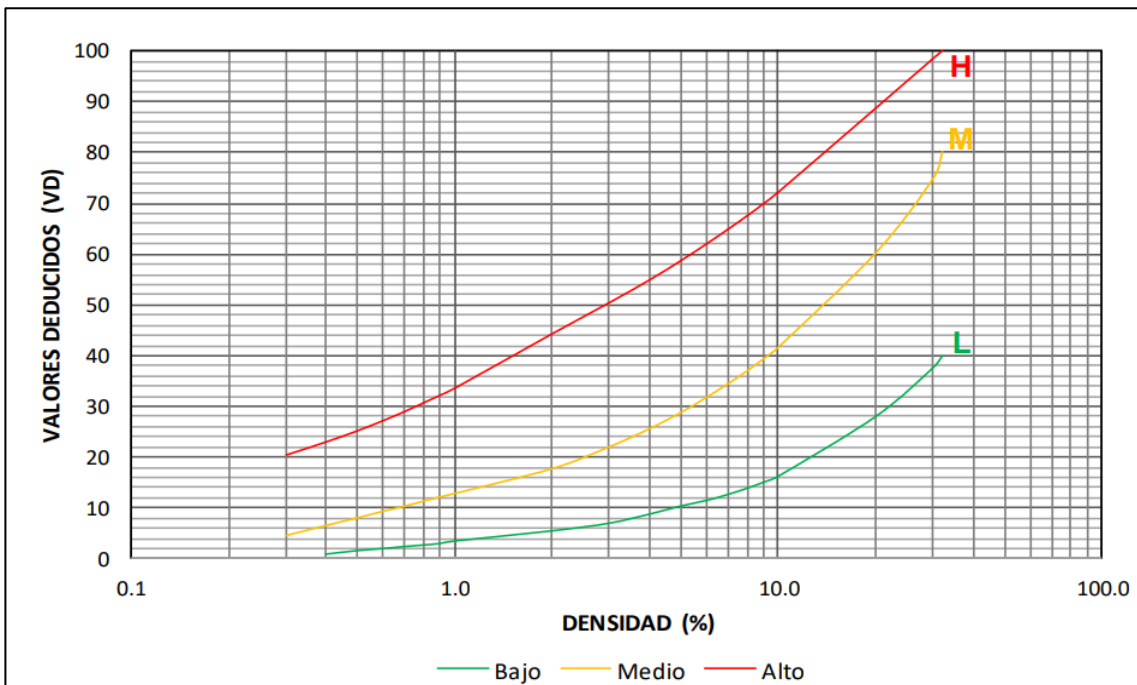
2. Exudación



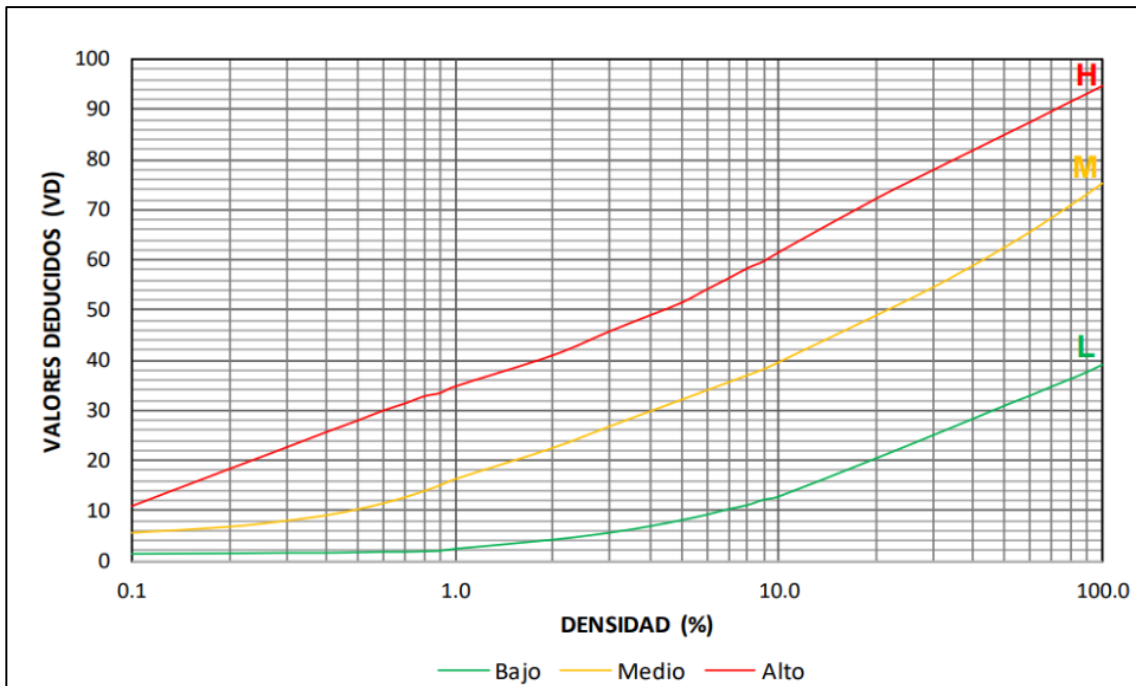
3. Agrietamiento en bloque



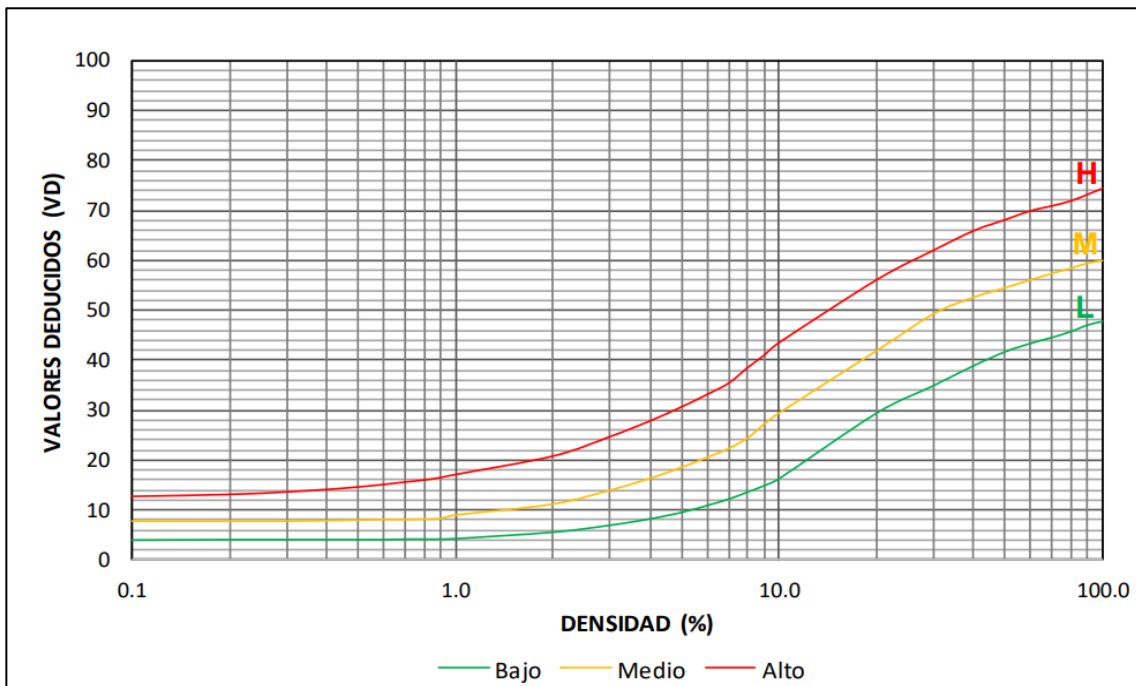
4. Abultamientos y hundimientos



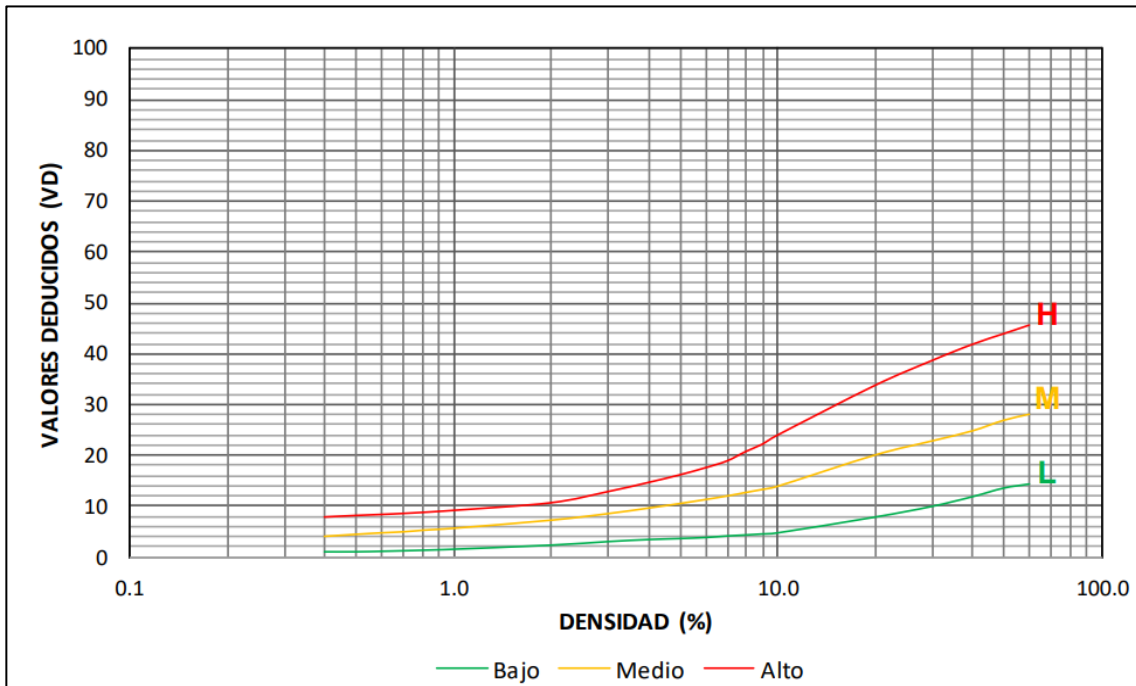
5. Corrugación



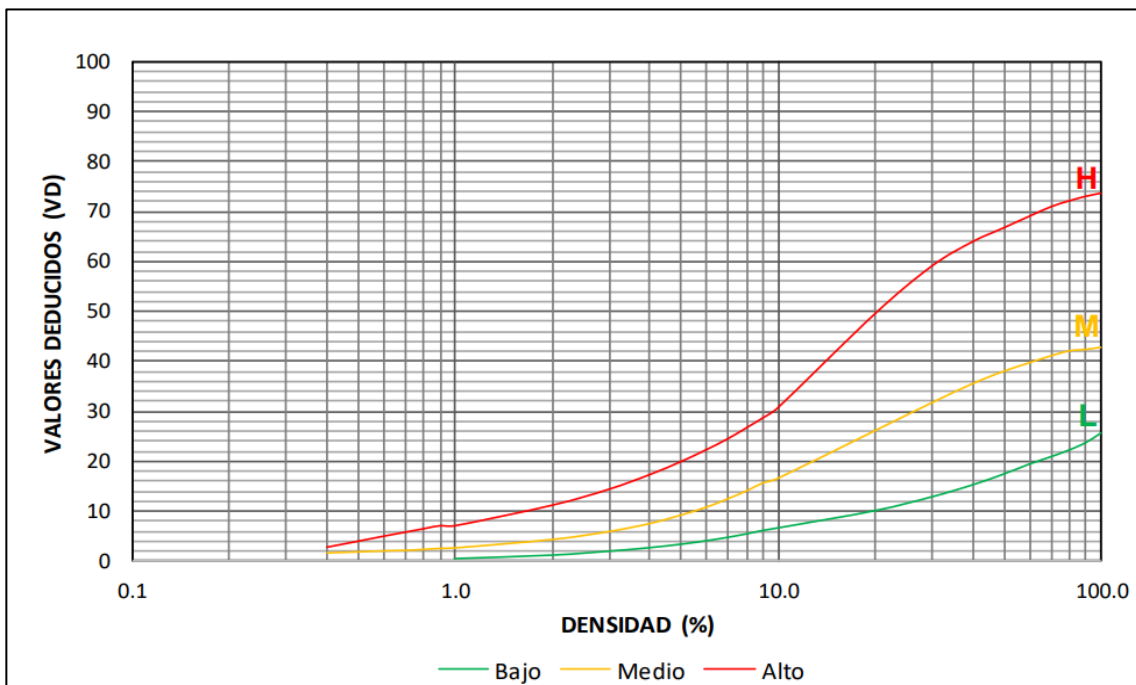
6. Depresión



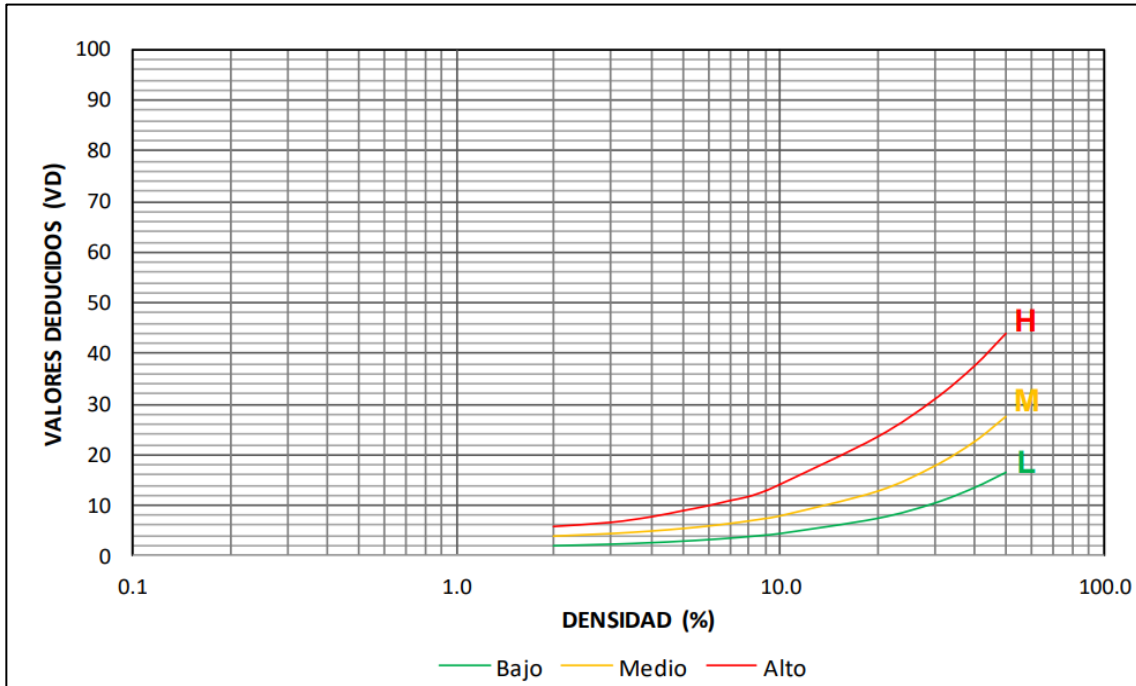
7. Grieta de borde



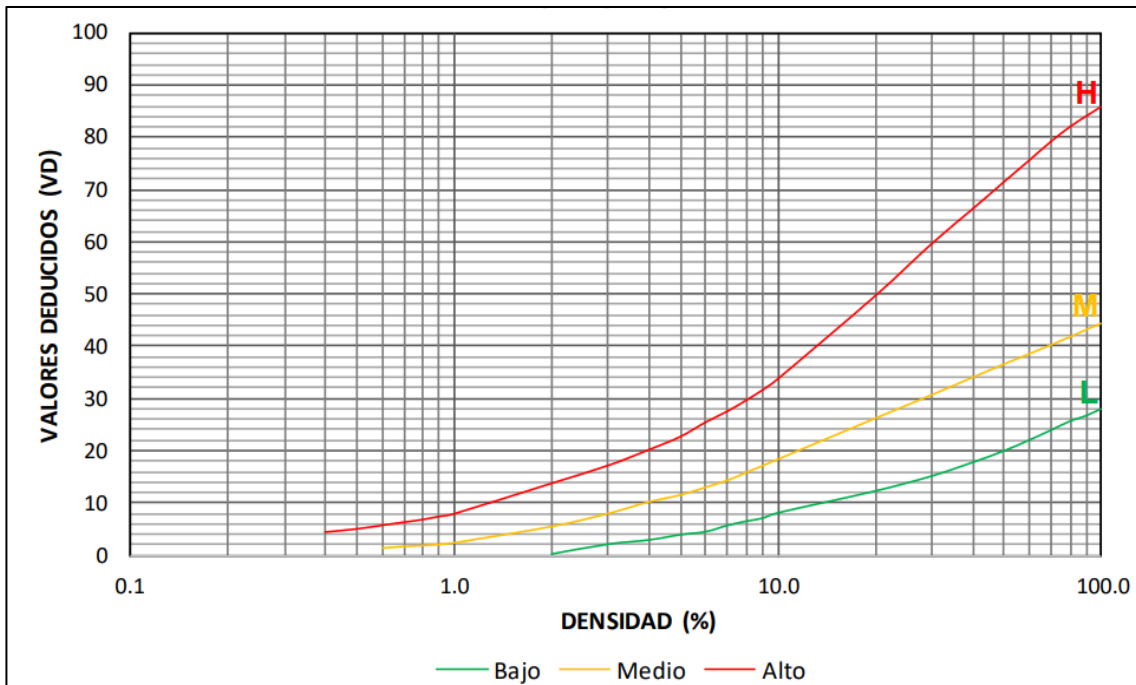
8. Grieta de reflexión de junta



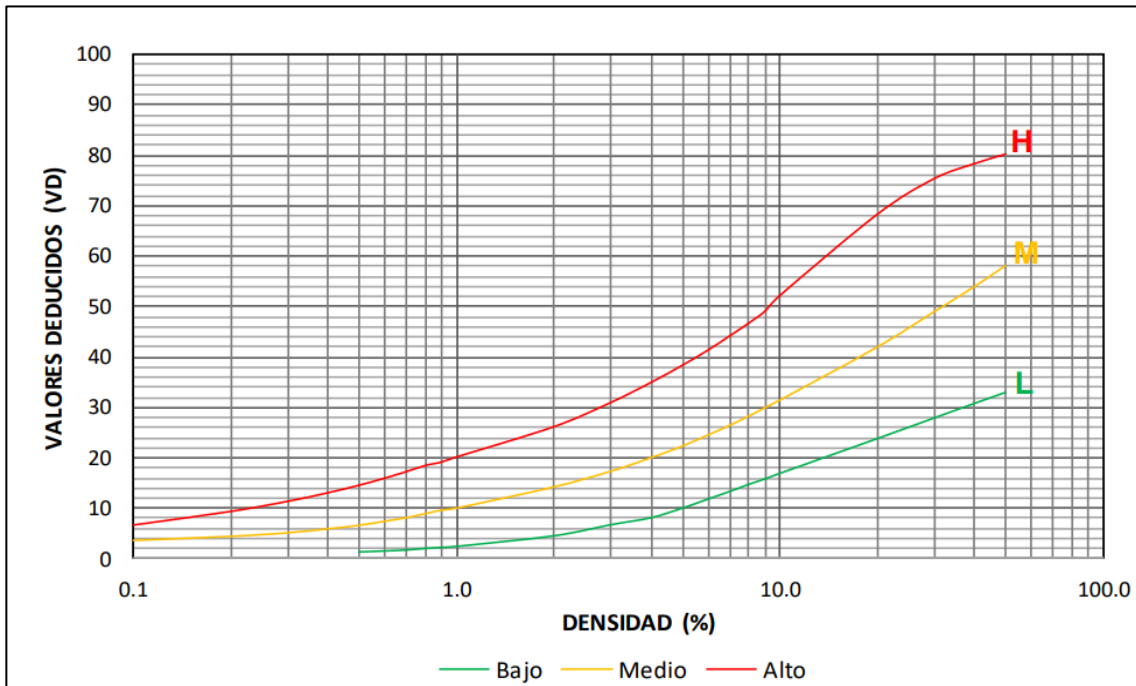
9. Desnivel carril y berma



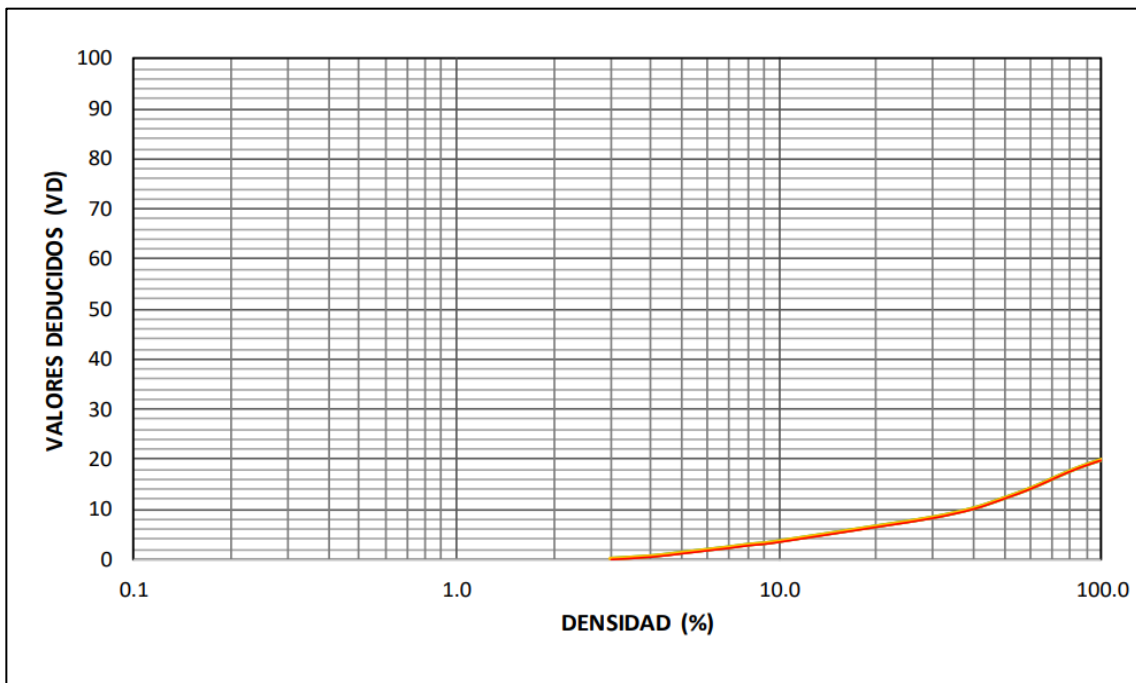
10. Grietas longitudinales y transversales



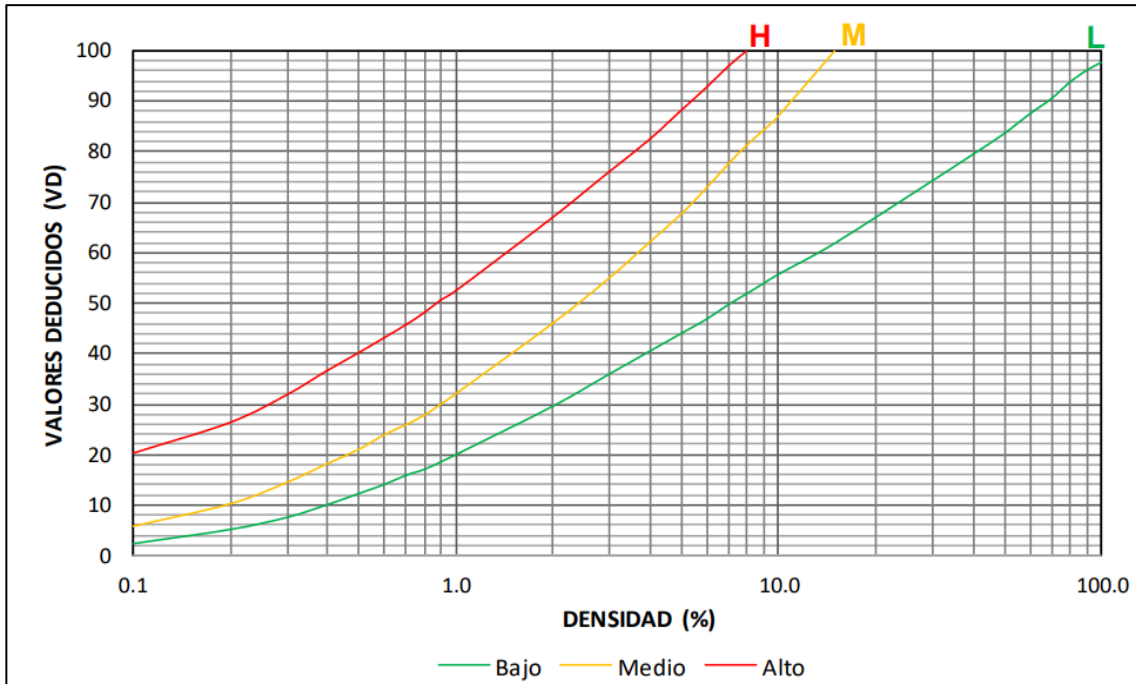
11. Parcheo



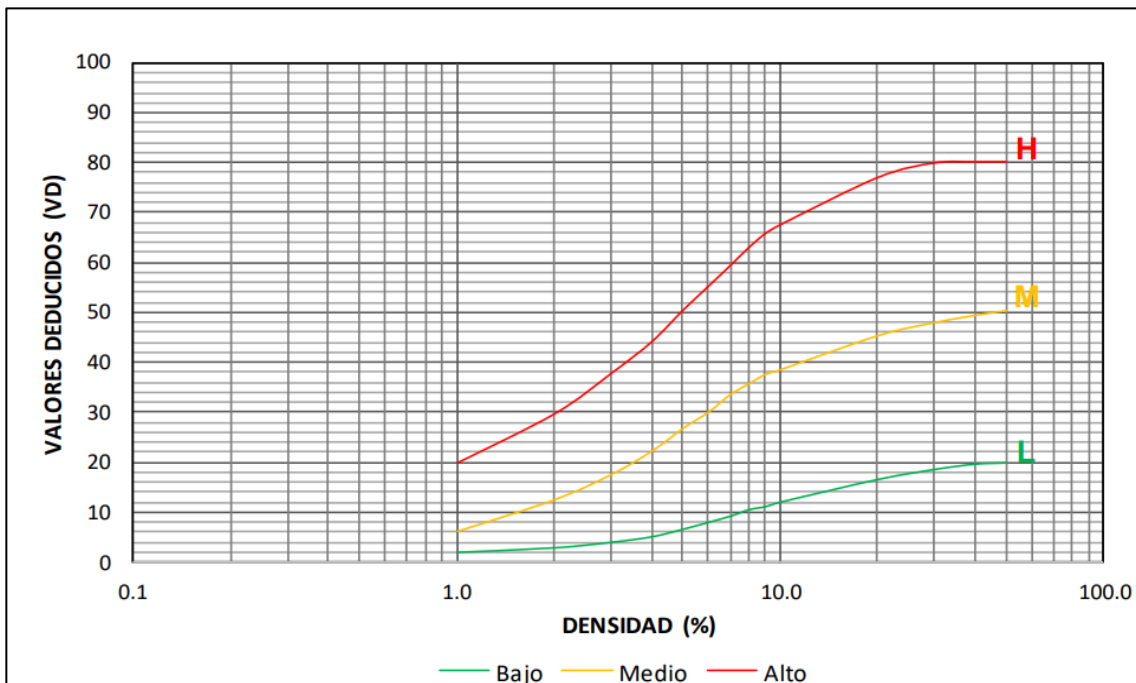
12. Pulimiento de agregados



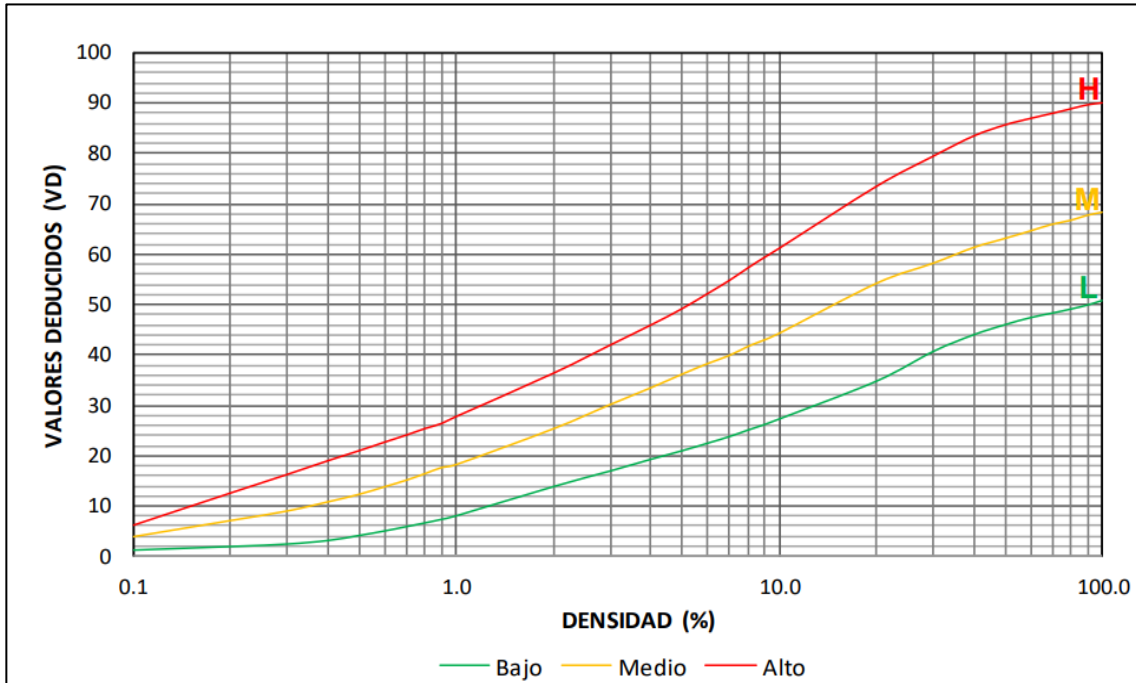
13. Baches o huecos



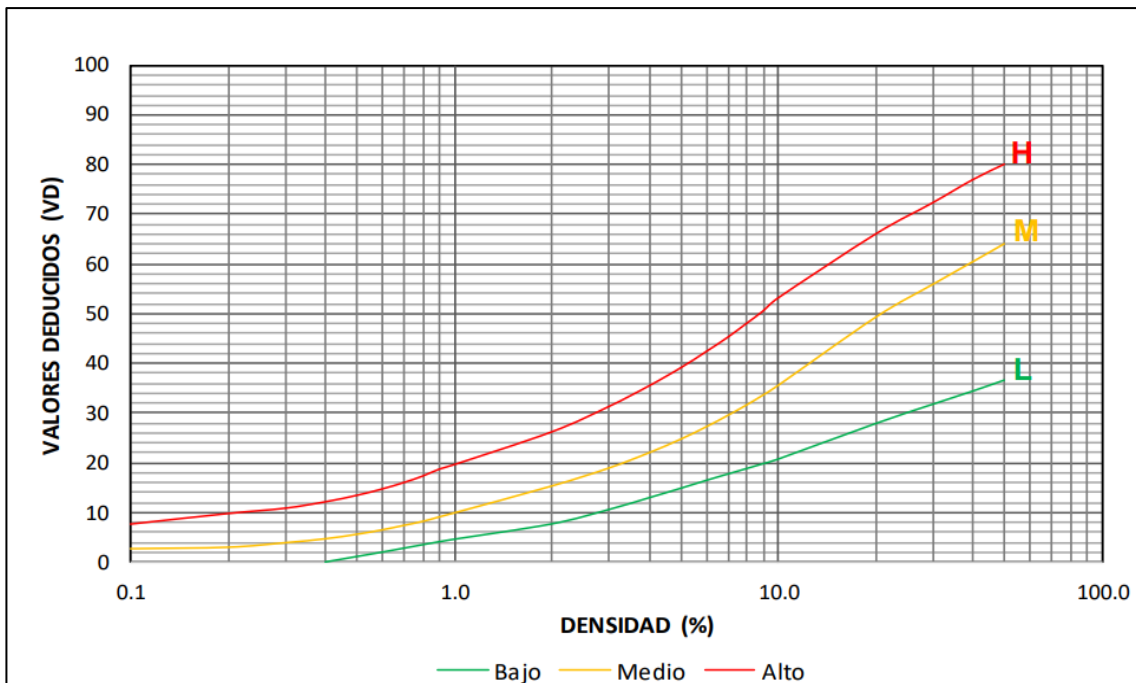
14. Cruce de vía férrea



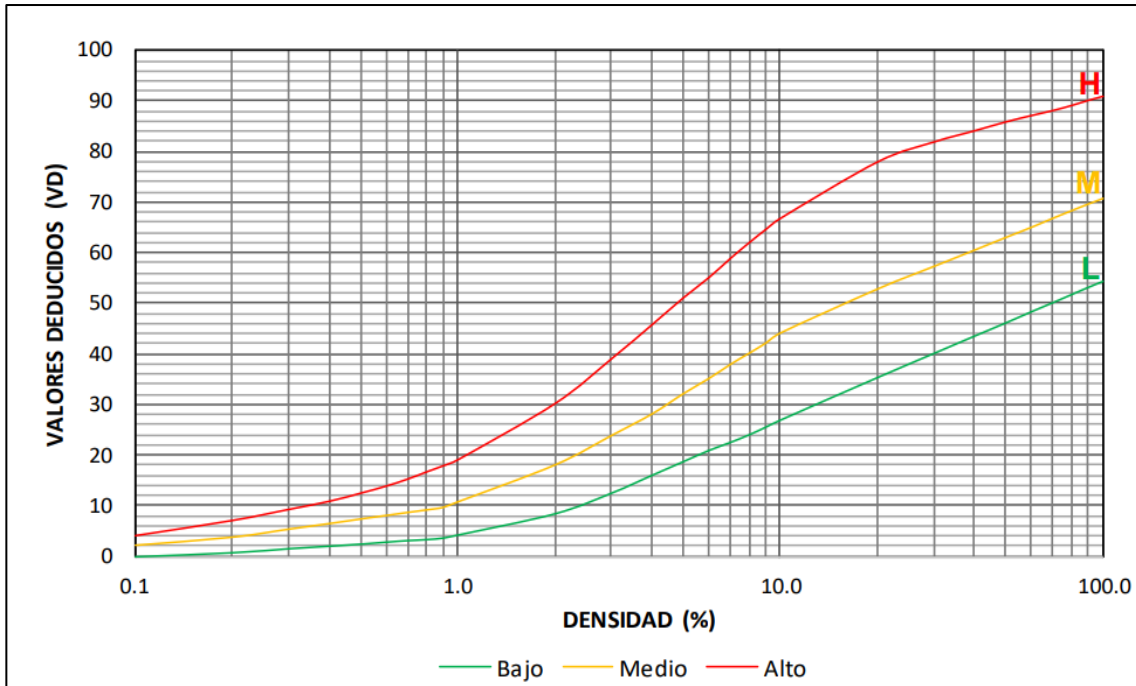
15. Ahuellamiento



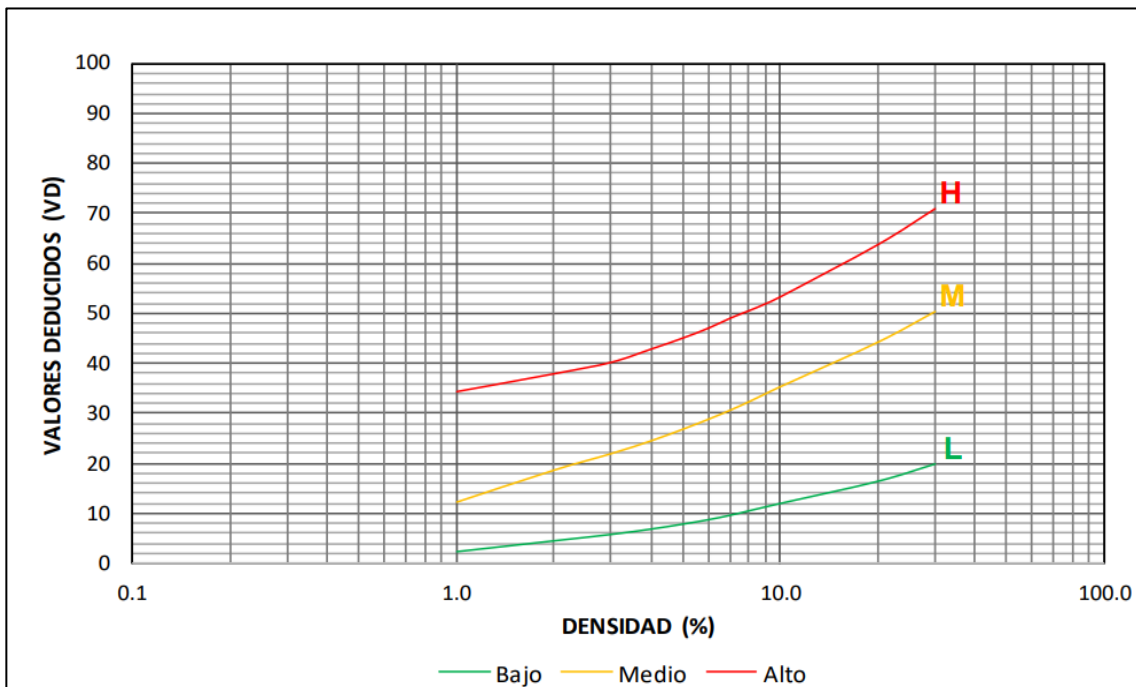
16. Desplazamiento



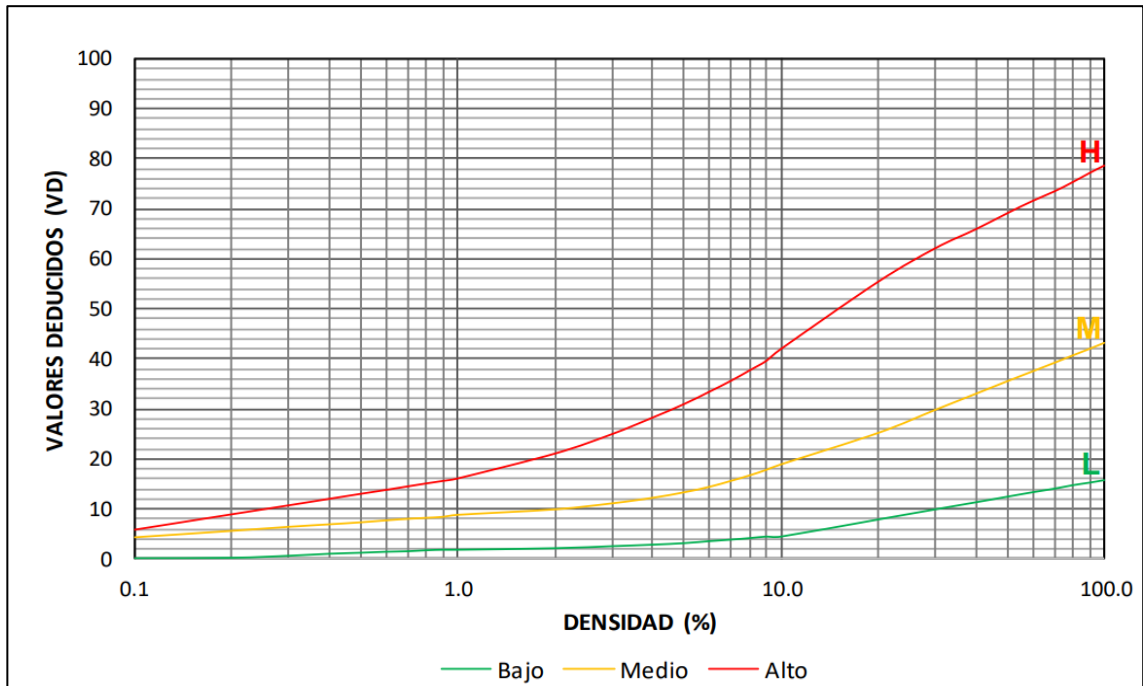
17. Grietas parabólicas



18. Hinchamiento



19. Desprendimiento de agregados



Anexo 3: Plano de ubicación – Avenida los Ángeles

