

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



TESIS

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI PARA LA
EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO DE LA AV.
JORGE BASADRE GROHMANN TRAMO AV. BASADRE Y
FORERO - AV. BUGANVILLAS DEL DISTRITO DE POCOLLAY
TACNA – 2022”**

PARA OPTAR:

TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

Bach. ROLY ALDAIR ARPASI AROHUANCA

Bach. AAROM LADILU DAVALOS MAMANI

TACNA - PERÚ

2023

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

TESIS

**“APLICACIÓN DE LA METODOLOGÍA PCI PARA LA
EVALUACIÓN DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO DE LA AV.
JORGE BASADRE GROHMANN TRAMO AV. BASADRE Y
FORERO - AV. BUGANVILLAS DEL DISTRITO DE POCOLLAY
TACNA – 2022”**

Tesis sustentada y aprobada el 11 de marzo de 2023; estando el jurado calificador integrado por:

PRESIDENTE : Mag. ALFONSO OSWALDO FLORES MELLO

SECRETARIO : Mtra. ANA GABRIELA CRUZ BALTUANO

VOCAL : Mtro. SANTOS TITO GÓMEZ CHOQUEJAHUA

ASESOR : Mtro. MILTON CESAR GORDILLO MOLINA

DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo, Roly Aldair Arpasi Arohuanca, 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 73274147.

Yo, Aarom Ladilu Davalos Mamani, 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 70224776

Declaramos bajo juramento que:

1. Soy autor de la tesis/trabajo de investigación titulada: *“Aplicación de la metodología PCI para la evaluación de la superficie del pavimento de la av. Jorge Basadre Grohmann tramo av. Basadre y Forero - av. Buganvillas del distrito de Pocollay Tacna – 2022”*, la misma que presento para optar el *Título profesional de ingeniero civil*.
2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, habiéndose 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 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 asumo frente a *La Universidad* cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis/trabajo de investigación, así como por los derechos sobre la obra.

En consecuencia, me hago responsable, 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.

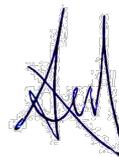
De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que la obra haya sido publicada anteriormente; asumo las consecuencias y sanciones que de mi acción se deriven, sometiéndome a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 16 de marzo de 2023



Bach. Roly Aldair Arpasi Arohuanc

DNI: 73274147



Bach. Aarom Ladilu Davalos Mamani

DNI: 70224776

DEDICATORIA

A mis padres Cristina y Ladilu por inculcarme valores y velar siempre por mi salud y educación, por enseñarme lo dura que es la vida y nunca rendirse.

A mis hermanos Yenifer y Carlos por estar siempre en los momentos más difíciles y ayudarme a superarlos y aunque estemos lejos siempre seremos hermanos

DAVALOS MAMANI, AAROM LADILU

Para mis padres Orestes y Gloria, quienes han sido mi pilar Constante en mi camino académico. Por su apoyo incondicional, su confianza en mí y su dedicación, he podido llegar hasta aquí. Su sacrificio ha sido la fuerza impulsora para continuar adelante.

Este trabajo es una pequeña muestra de mi gratitud y amor hacia ustedes.

Para mi Hermano Carlos, quien siempre estuvo conmigo en todo momento para apoyarme de aconsejarme.

A mi hijo Liam Gabriel, quien me da las fuerzas y motivación constante para seguir adelante en los momentos difíciles, Este logro es también tuyo

ARPASI AROHUANCA, ROLY ALDAIR

AGRADECIMIENTOS

A mis padres Cristina y Ladilu por esforzarse al máximo para que nunca nos falte nada y sobre todo por apoyarme siempre y por darme los mejores hermanos que uno puede desear.

A mis hermanos que me sacaron canas, pero me regalaron el doble de sonrisas.
Al Team legal y los sacachispas, que son los mejores amigos que uno puede tener.

A mis maestros y a todas las personas que fueron parte de este largo camino.

DAVALOS MAMANI, AAROM LADILU

Agradezco a mis padres Orestes y Gloria, por su apoyo incondicional a lo largo de mi formación académica y personal.

A mi hermano, por su total desprendimiento y su virtud de apoyo desinteresado por todos.

A mis abuelos, tíos, primos que siempre se preocuparon por mí, en especial a mi abuelo Fausto y mi tía Hilda que en paz descansen, gracias por su confianza y apoyo en vida.

A mis docentes, compañeros y amigos que formaron parte de mi formación académica.

ARPASI AROHUANCA, ROLY ALDAIR

ÍNDICE GENERAL

PÁGINA DE JURADOS	ii
DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD	iii
DEDICATORIA.....	v
AGRADECIMIENTOS	vi
ÍNDICE DE TABLAS	ix
ÍNDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
ABSTRACT	xiv
INTRODUCCIÓN	1
CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN.....	2
1.1. Descripción del problema	2
1.2. Formulación del problema	2
1.2.1. Problema general	2
1.2.2. Problemas específicos	2
1.3. Justificación e Importancia	3
1.4. Objetivos.....	3
1.4.1. Objetivo General.....	3
1.4.2. Objetivo Específicos	3
1.5. Hipótesis	4
1.5.1. Hipótesis General.....	4
1.5.2. Hipótesis Específicas.....	4
CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO	5
2.1. Antecedentes del estudio	5
2.1.1. Citas bibliográficas a nivel local.....	5
2.1.2. Citas bibliográficas a nivel nacional.....	5
2.1.3. Citas Bibliográficas a Nivel Internacional	6
2.2. Bases Teóricas.....	6
2.2.1. Definición y clasificación de pavimentos	6
2.3. Definición de términos	40
2.3.1. Primer término	40
2.3.2. Segundo término	40
2.3.3. Tercer término	40
2.3.4. Cuarto término.....	40
CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO	41
3.1. Tipo y diseño de la investigación.....	41
3.1.1. Diseño de investigación.....	41
3.2. Acciones y Actividades	41
3.3. Materiales y/o Instrumentos.....	41
3.4. Población y/o Muestra de Estudio	42

3.5.	Operacionalización de variables.....	43
3.5.1.	Variable dependiente.....	43
3.5.2.	Variable independiente.....	43
3.6.	Procesamiento y análisis de datos	43
3.6.1.	Procedimiento para determinar el estado del pavimento mediante la metodología PCI	43
CAPÍTULO IV. RESULTADOS		46
CAPÍTULO V. DISCUSIÓN.....		81
CONCLUSIONES		85
RECOMENDACIONES		86
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....		87

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Longitud de unidad de muestreo según el ancho de la calzada	26
Tabla 2. Tipo de falla y codificación	28
Tabla 3. Longitud de la Unidad de Muestreo	46
Tabla 4. Resumen de resultados vía de subida.....	53
Tabla 5. Resumen de resultados vía de bajada.....	53
Tabla 6. Identificación de fallas en la U.M. U-01.....	55
Tabla 7. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-01.....	55
Tabla 8. Identificación de fallas en la U.M. U-04.....	56
Tabla 9. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-04.....	56
Tabla 10. Identificación de fallas en la U.M. U-07.....	57
Tabla 11. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-07.....	57
Tabla 12. Identificación de fallas en la U.M. U-10.....	58
Tabla 13. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-10.....	58
Tabla 14. Identificación de fallas en la U.M. U-11.....	59
Tabla 15. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-11.....	59
Tabla 16. Identificación de fallas en la U.M. U-13.....	60
Tabla 17. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-13.....	60
Tabla 18. Identificación de fallas en la U.M. U-016.....	61
Tabla 19. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-16.....	61
Tabla 20. Identificación de fallas en la U.M. U-019.....	62
Tabla 21. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-19.....	62
Tabla 22. Identificación de fallas en la U.M. U-22.....	63
Tabla 23. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-22.....	63
Tabla 24. Identificación de fallas en la U.M. U-25.....	64
Tabla 25. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-25.....	64
Tabla 26. Identificación de fallas en la U.M. U-26.....	65
Tabla 27. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-26.....	65
Tabla 28. Identificación de fallas en la U.M. U-28.....	66
Tabla 29. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-28.....	66
Tabla 30. Identificación de fallas en la U.M. U-31.....	67
Tabla 31. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-31.....	67
Tabla 32. Identificación de fallas en la U.M. U-34.....	68
Tabla 33. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-34.....	68
Tabla 34. Identificación de fallas en la U.M. U-38.....	69

Tabla 35. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-38.....	69
Tabla 36. Identificación de fallas en la U.M. U-41.....	70
Tabla 37. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-41.....	70
Tabla 38. Identificación de fallas en la U.M. U-44.....	71
Tabla 39. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-44.....	71
Tabla 40. Identificación de fallas en la U.M. U-47.....	72
Tabla 41. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-47.....	72
Tabla 42. Identificación de fallas en la U.M. U-50.....	73
Tabla 43. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-50.....	73
Tabla 44. Identificación de fallas en la U.M. U-53.....	74
Tabla 45. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-53.....	74
Tabla 46. Identificación de fallas en la U.M. U-56.....	75
Tabla 47. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-56.....	75
Tabla 48. Identificación de fallas en la U.M. U-59.....	76
Tabla 49. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-59.....	76
Tabla 50. Identificación de fallas en la U.M. U-62.....	77
Tabla 51. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-62.....	77
Tabla 52. Identificación de fallas en la U.M. U-65.....	78
Tabla 53. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-65.....	78
Tabla 54. Identificación de fallas en la U.M. U-68.....	79
Tabla 55. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-68.....	79
Tabla 56. Identificación de fallas en la U.M. U-71.....	80
Tabla 57. Máximo Valor Deducido en la U.M. U-71.....	80

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Seccion tipica de un pavimento flexible	7
Figura 2. Piel de cocodrilo.....	9
Figura 3. Exudación	9
Figura 4. Fisuras en bloque	10
Figura 5. Abultamiento y hundimientos.....	11
Figura 6. Corrugación	12
Figura 7. Depresión.....	12
Figura 8. Fisuras de borde	13
Figura 9. Fisura de reflexion de junta.....	14
Figura 10. Desnivel carril - berma	15
Figura 11. Fisuras longitudinales y transversales	16
Figura 12. Parche	16
Figura 13. Agregado Pulido	17
Figura 14. Baches	18
Figura 15. Ahuellamiento	19
Figura 16. Desplazamiento	20
Figura 17. Fisura Parabolica.....	21
Figura 18. Hinchamiento.....	21
Figura 19. Peladural.....	22
Figura 20. Indice PCI	26
Figura 21. Valores deducidos – Piel de cocodrilo	30
Figura 22. Valores deducidos - Exudacion	30
Figura 23. Valores deducidos – Agrietamiento en bloque	31
Figura 24. Valores deducidos – Abultamientos y hundimientos	31
Figura 25. Valores deducidos - Corrugacion.....	32
Figura 26. Valores deducidos - Depresión.....	32
Figura 27. Valores deducidos – Grieta de borde	33
Figura 28. Valores deducidos – Grieta de reflexion de junta	33
Figura 29. Valores deducidos - Desnivel carril berma	34
Figura 30. Valores deducidos – Grietas longitudinales y transversales.....	34
Figura 31. Valores deducidos - Parcheo.....	35
Figura 32. Valores deducidos – Pulimiento de agregados.....	35
Figura 33. Valores deducidos - Huecos	36
Figura 34. Valores deducidos – Cruce de vía ferrea.....	36

Figura 35. Valores deducidos - Ahuellamiento	37
Figura 36. Valores deducidos - Desplazamiento	37
Figura 37. Valores deducidos – Grieta parabolica	38
Figura 38. Valores deducidos - Hinchamiento	38
Figura 39. Valores deducidos – Desprendimiento de agregados	39
Figura 40. Valores Deducidos Corregidos	39
Figura 41. Ficha de evaluacion PCI	44
Figura 42. Unidades de muestreo	49
Figura 43. Reconocimiento de la vía de estudio	50
Figura 44. Identificacion de fallas en la U.M. U-01	50
Figura 45. Identificacion de fallas en la U.M. U-04	51
Figura 46. Identificacion de fallas en la U.M. U-11	51
Figura 47. Identificacion de fallas en la U.M. U-59	52
Figura 48. Identificacion de fallas en la U.M. U-71	52
Figura 49. Ubicación de la vía de estudio	54
Figura 50. Índice de Condición de Pavimento PCI - Vía de Subida.....	82
Figura 51. Índice de Condición de Pavimento PCI - Vía de Bajada.....	82
Figura 52. Porcentaje de incidencia según la condición del pavimento – Vía de Subida	83
Figura 53. Porcentaje de incidencia según la condición del pavimento - Vía de Bajada	84
Figura 54. Porcentaje de incidencia según la condición del pavimento - Resumen total	84

RESUMEN

El trabajo de investigación que se llevó a cabo en la Avenida Jorge Basadre en Pocollay, Tacna. En primer lugar, es importante mencionar que el objetivo principal del estudio es determinar el índice de condición del pavimento. Para lograr esto, se utilizó el método del PCI (Pavement Condition Index), que es una herramienta ampliamente utilizada para evaluar la condición del pavimento. Este método evalúa las unidades de muestreo en un rango de 0 a 100, donde 0 representa un estado de falla total y 100 representa un estado excelente. En el estudio se recolectaron datos en una vía de 1,300 metros de longitud y 6,50 metros de ancho, con un total de 26 unidades de muestreo para la vía de. Se encontraron varias fallas en el pavimento, como parches, pulimiento de agregados, desprendimiento de agregados, etc. Estas fallas se deben principalmente a la falta de mantenimiento por parte de las autoridades competentes. Los resultados obtenidos del estudio mostraron que el PCI en la vía de subida es 38,20, lo que indica una condición de "malo" y en la vía de bajada es 49,21, lo que indica una condición de "regular". En conclusión, el estudio ha proporcionado una visión detallada sobre la condición del pavimento en la Avenida Jorge Basadre en Pocollay, Tacna, y ha determinado que la avenida necesita ser intervenida por las autoridades competentes para mejorar la transitabilidad y el confort de los ciudadanos.

Palabras clave: PCI; Índice de condición del pavimento; Paviment Condition Index; Transitabilidad; Fallas en el pavimento.

ABSTRACT

The current research being carried out on the Jorge Basadre Avenue in Pocollay Tacna. Aims to determine the pavement condition index and propose improvements. The PCI (Pavement Condition Index) method is used to evaluate the condition of the pavement, taking into account a range of 0 to 100, where 0 represents a total failure state and 100 represents an excellent state. Data was collected on a 1,300-meter-long and 6,50-meter-wide road, with a total of 26 units of sample for the road. Various faults were found in the pavement, such as patches, aggregate polishing, aggregate detachment, etc. These faults are mainly due to lack of maintenance by the competent authorities. The results of the study showed that the PCI on the uphill road is 38,20, indicating a "poor" condition and on the downhill road is 49,21, indicating a "regular" condition. In conclusion, the study has provided a detailed view of the condition of the pavement on the Jorge Basadre Avenue in Pocollay, Tacna, and has determined that the avenue needs to be intervened by the competent authorities to improve the transitivity and comfort of citizens.

Keywords: PCI; Paviment Condition Index; Paviment Condition Index; walkability; pavement failure.

INTRODUCCIÓN

La tesis se enfoca en el estudio del estado de la avenida del distrito de Pocollay, una de las principales vías de ingreso del distrito, y propone una mejora para mejorar la seguridad de los usuarios. La avenida se tomará como muestra de estudio para analizar su estado de deterioro.

Para evaluar el estado del pavimento se utilizará el método conocido como índice de la condición del pavimento (PCI), que es un método aplicado internacionalmente para evaluar y clasificar las condiciones superficiales de la vía. El método se basa en una evaluación visual y se utiliza para identificar el tipo de deterioro que presenta el pavimento. Con la información recopilada en campo se determina el índice de estado del pavimento y se utilizan rangos establecidos por la norma (de 0 a 100) para clasificar el estado del pavimento. Con esta información se pueden proponer soluciones o alternativas para mejorar el estado del pavimento.

La tesis consta de 5 capítulos, donde en el Capítulo I se plantea el problema específico, se describen y formula el problema, se justifica la investigación, se establecen los objetivos e hipótesis. En el Capítulo II se presentan los antecedentes del estudio, se explican las bases teóricas relacionadas con los pavimentos y se proponen posibles soluciones. En el Capítulo III se detalla la metodología a utilizar, se especifica el tipo y nivel de la tesis, se operacionalizan las variables y se describen las técnicas e instrumentos para recopilar los datos. En el Capítulo IV se aplica el método PCI en la avenida Av. Jorge Basadre del distrito Pocollay – Tacna, se presentan los resultados obtenidos y se realiza una tabla resumida de los mismos. Finalmente, en el Capítulo V se discuten los resultados y se determina el estado de la avenida del distrito de Pocollay.

En conclusión, la tesis busca determinar el estado actual de la avenida del distrito de Pocollay mediante el uso del método PCI y la aplicación de una metodología adecuada para recopilar y analizar la información. El objetivo final es lograr una mayor seguridad para los usuarios de la vía y contribuir al progreso y desarrollo del distrito.

CAPÍTULO I. EL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.1. Descripción del problema

En virtud de la falta de cuidado y mantenimiento de las vías urbanas presentes en nuestra localidad y ante el aparente desinterés para la conservación de las mismas, debido a que el tramo de estudio de esta vía en particular que consta de dos calzadas, con dos carriles en ambos sentidos cada una y con una longitud total de 1,3 km, el tramo de estudio ayuda a la transitabilidad de la población que reside y transita en esta parte de la población y de los estudiantes de la Universidad Privada de Tacna hasta sus diferentes facultades, ya sea por el transporte público o particular.

Es por ello que, con el paso del tiempo y el aumento del flujo vehicular, y teniendo en consideración que el primer tramo de la vía fue construida antes del año 2000, y además que, el segundo tramo fue construido en el año 2009, desde la fecha que se inauguró no se realizó casi ninguna acción para su cuidado y mantenimiento, por lo contrario se realizaron cortes para la instalación de los servicios públicos, estos mismos han causado daños en la superficie del pavimento y es preciso realizar una evaluación y dar una propuesta de mejora para el pavimento flexible propuesto.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema general

¿Cuál es el estado actual del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas, Distrito de Pocollay, Tacna – 2022 producto del resultado de la evaluación superficial aplicando la metodología PCI?

1.2.2. Problemas específicos

- a. ¿Cuál es el procedimiento que nos determina los parámetros de evaluación aplicando la metodología PCI para realizar la evaluación superficial de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas?
- b. ¿Cuáles son las fallas específicas del pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas?

- c. ¿Cuál es el nivel de severidad de las fallas encontradas en el pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas?

1.3. Justificación e Importancia

La presente investigación acerca del análisis superficial empleando la metodología PCI para el pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas, tiene por objeto determinar el estado situacional de dicha vía mediante los cálculos para determinar el índice de condición del pavimento, a partir de los datos recolectados en campo, teniendo en cuenta la cantidad y severidad de las patologías presentes.

En virtud del aparente mal estado de la vía en estudio, a causa de diferentes factores, tales como el paso de vehículos pesados y a la falta de mantenimiento de la vía, es por ello que el análisis a realizar es importante para un desarrollo de un plan de mantenimiento o rehabilitación de ser necesario.

En virtud al incremento de estudiantes universitarios de la Universidad Privada de Tacna, y a la implementación de una nueva facultad, es preciso conocer el estado de conservación de la vía propuesta para garantizar un tránsito vehicular más eficaz.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Desarrollar la evaluación superficial aplicando la metodología PCI para el pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo Av. Basadre y Forero - Av. Bugarvillas, distrito de Pocollay, Tacna – 2022.

1.4.2. Objetivo Específicos

- a. Determinar los parámetros de evaluación aplicando la metodología PCI para realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas.

- b. Emplear la metodología PCI para determinar el índice de condición del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre Forero – Av. Bugarvillas.
- c. Determinar la condición del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas.

1.5. Hipótesis

1.5.1. Hipótesis General

Mediante el desarrollo de la evaluación superficial aplicando la metodología PCI para el pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo Av. Basadre y Forero hasta Av. Bugarvillas, distrito de Pocollay, Tacna – 2022, la evaluación superficial la clasificara como mala.

1.5.2. Hipótesis Específicas

- a. Aplicando la metodología PCI para realizar la evaluación superficial de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas, se aprecian resultados desfavorables debido a la condición de la vía.
- b. Empleando la metodología PCI para calcular el índice de condición de pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas, la vía presenta deficiencias severas de grado alto.
- c. Determinando la condición del pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas, se podrá recomendar las correcciones necesarias para la vía en estudio.

CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes del estudio

2.1.1. Citas bibliográficas a nivel local

Alvarado Quispe, M. y Laura Santos, A. (2022) *Evaluación superficial para la mejora de la transitabilidad vehicular en la calle Antunez de Mayolo mediante el método pci y rugosímetro merlín, Tacna, 2022*. Universidad Privada de Tacna.

Ticona Calizaya, E. (2022) *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*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.

Pérez Gómez, S. (2022) *Evaluación de la condición operacional del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular de la avenida Industrial*. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman.

2.1.2. Citas bibliográficas a nivel nacional

Aguilera Chinchay, A. (2017) *Evaluación de las patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida Don Bosco, cuadras 28, 29,30 y 31 del aa- hh. Santa Rosa, distrito Veintiséis de octubre, departamento de Piura, octubre - 2017. (doctorado)*. Universidad Católica los Ángeles Chimbote.

Panta Campos, G. (2017) *Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la av. Chulucanas entre las progresivas km. 0+000 al km. 0+670 del distrito Veintiséis de octubre, provincia de Piura y departamento de Piura, octubre 2017*. Universidad Católica los Ángeles Chimbote.

Pérez León, J. y Ramírez Leyva, J. (2018) *Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la av. Los tréboles – distrito de Chiclayo – provincia de Chiclayo - departamento Lambayeque*. Universidad Señor de Sipán.

2.1.3. Citas Bibliográficas a Nivel Internacional

García et al. (2019) *Evaluación de patologías presentes en pavimentos flexibles de la vía Ibagué- Rovira en el tramo comprendido entre el k05+000 hasta el k06+000 del departamento del Tolima*. Universidad Cooperativa de Colombia.

Calderón et al. (2019) *Evaluación de patologías en pavimentos flexibles del tramo comprendido entre el k6+000 hasta el k7+000 de la vía Ibagué – Rovira, departamento del Tolima*. Universidad Cooperativa de Colombia.

2.2. Bases Teóricas

2.2.1. Definición y clasificación de pavimentos

2.2.1.1. Pavimento

Montejo, A. (2012) *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Ed. AGORA.

Estas estructuras estratificadas se apoyan sobre la sub rasante de la vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de restringir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento.

2.2.1.2. Características del Pavimento

Montejo, A. (2012) *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Ed. AGORA.

Las características de un pavimento son:

- Resistencia a la acción de cargas de tránsito.
- Resistencia a la intemperie.
- Poseer una textura superficial adecuada según la velocidad de diseño.
- Resistencia al desgaste producido por la abrasión de las llantas de los vehículos.
- La superficie debe ser regular dando confort a los usuarios.
- Debe tener alto grado de durabilidad.
- Altas condiciones de drenaje que evite el hidropelano y las salpicaduras de agua a otros vehículos.
- Un reducido ruido de rodadura.
- Debe ser económico.

- Su color debe ser adecuado para evitar reflejos y deslumbramientos y ofrecer seguridad al transitar.

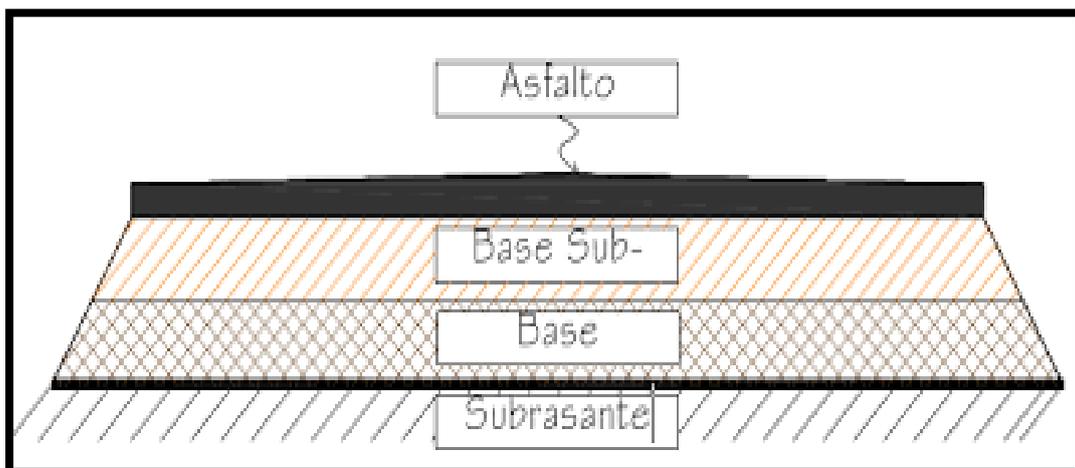
2.2.1.3. Pavimento flexible

Osuna, R. (2008) *Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán*. Repositorio Digital UNAM

Pavimentos formados, como se puede observar en la figura 1, por una sub-base y/o base hidráulica o estabilizada, y una superficie de rodamiento, que puede ser: una carpeta de riegos; una carpeta de mezcla asfáltica elaborada en frío o en el lugar, o de mezcla en caliente elaborada en planta, también llamadas de concreto asfáltico, pudiendo tener incluso además un riego de sello aplicado sobre la superficie de la carpeta.

Figura 1

Sección típica de un pavimento



Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis Montero, distrito de castilla.

2.2.1.4. Fallas en Pavimentos flexibles

A. Definición

Pereda Huamán C. (2014) *Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca – La Colpa*.

Se entiende por falla al conjunto de problemas que presenta un pavimento y que disminuyen su serviciabilidad y funcionamiento; por lo general, estos defectos son el resultado de un diseño deficiente o de una construcción deficiente.

Estas fallas pueden clasificarse en:

- Fallas funcionales: Como indica el termino, la capacidad del pavimento para cumplir su propósito original se ve comprometida ya que se pierde el funcionamiento inicial de diseño.

Tienen una estrecha relación con la capa de asfalto, la superficie de rodadura se degrada y la fricción superficial es insuficiente. Realizando una rápida comprobación visual, se pueden encontrar.

- Fallas estructurales: Se trata de fallas importantes, porque afectan al paquete estructural y son el resultado de una falla estructural en una o varias capas del pavimento, que provocan el rompimiento de este.

La capacidad del pavimento para soportar las presiones para las que se construyó originalmente, como las cargas de tráfico y las condiciones ambientales, se ve muy afectada por estos deterioros.

En una simple inspección visual pueden encontrar estos defectos, aunque en ocasiones es necesario realizar pruebas destructivas y/o no destructivas.

2.2.1.5. Clasificación de las fallas en pavimentos flexibles

Rodríguez, Edgar. (2009) *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Repositorio Institucional PIRHUA.

a. Piel de cocodrilo

La piel de cocodrilo está compuesta por una red de polígonos irregulares con lados de hasta 0,5 m de largo que están unidos por fisuras como se aprecia en la Figura 2. El patrón recuerda a la piel de cocodrilo, de ahí el nombre de la falla.

La piel de cocodrilo es un signo de que se ha perdido la resistencia estructural del pavimento, ya que disminuye la capacidad del pavimento para soportar cargas externas. Por ello, sin un mantenimiento rutinario, el comportamiento del pavimento puede deteriorarse y pasar de una fisura a un desprendimiento, perjudicando gravemente la superficie de la carretera.

Figura 4*Piel de Cocodrilo*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

b. Exudación

Una capa bituminosa conocida como exudación se forma sobre una región específica del pavimento, produciendo una superficie brillante, resbaladiza y reflectante que suele volverse pegajosa con el calor.

El uso de un ligante asfáltico muy blando, mucho ligante asfáltico en la mezcla, la aplicación de una cantidad excesiva de sello bituminoso, un porcentaje inadecuado de huecos y otras variables pueden contribuir a este fallo.

Figura 7*Exudación*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

c. **Fisuras en bloque**

Las fisuras en bloque son un tipo de fractura ligada que produce fragmentos rectangulares con un rango de tamaños, desde alrededor de 0,30 x 0,30 m hasta 3,00 x 3,00 m, como se aprecia en la Figura 4.

Las fisuras en bloque no están relacionadas con las tensiones externas de carga vehicular, ya que esta forma de fallo puede producirse en grandes extensiones del pavimento o en lugares sin tráfico.

La contracción del concreto asfáltico y las variaciones de temperatura, que dan lugar a ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria, son las principales causas de las fisuras en bloque. Esta falla muestra que el asfalto se ha endurecido significativamente.

Figura 10

Fisuras en bloque



Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

d. **Abultamientos y hundimientos**

Los pequeños y repentinos desplazamientos hacia arriba y hacia debajo de la superficie del pavimento se conocen como abultamientos y hundimientos, que alteran el perfil de la carretera, como se puede apreciar en la Figura 5.

Pueden desarrollarse a partir de una serie de fuentes en lugar de la inestabilidad del pavimento, incluyendo:

- Levantamiento de las losas de concreto de un pavimento rígido que ha sido asfaltado.
- Expansión inducida por congelación, es decir, suelo congelado.

- Infiltración y acumulación de material en una grieta en conjunción con los volúmenes de tráfico.
- Expansión del suelo de fundación.
- Defectos en el sistema de drenaje del paquete estructural del pavimento.

El fallo se denomina corrugación si las protuberancias están separadas por menos de 3 m y se producen en un patrón perpendicular a la dirección del tráfico. Por otro lado, el fallo se conoce como hinchamiento si se extiende por una parte considerable de la superficie del pavimento y da lugar a depresiones considerables y prolongadas.

Figura 13

Abultamiento y hundimiento

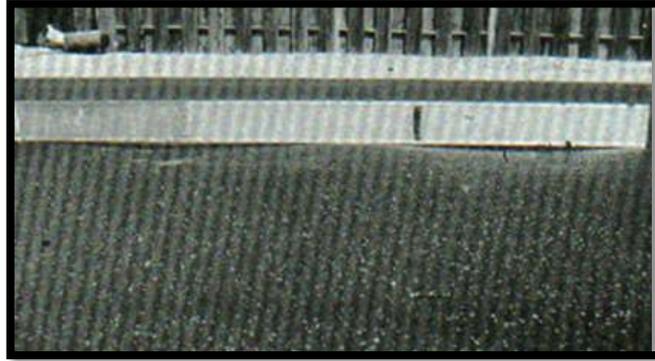


Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

e. Corrugación

La corrugación es un patrón de ondulaciones a lo largo del pavimento que consiste en crestas y depresiones muy próximas entre sí y espaciadas a intervalos razonablemente (generalmente inferiores a 3 m). las crestas discurren paralelas al flujo del tráfico.

Este tipo de falla se produce tanto por el movimiento de los vehículos como por la inestabilidad de la base o capas superficiales del pavimento, como se muestra en la figura 6.

Figura 16*Corrugación*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

f. Depresión

Las depresiones pueden verse cuando el agua de lluvia se acumula en su interior o, en el caso de superficies secas, por la decoloración que deja el agua acumulada. Son el resultado de técnicas de construcción inadecuadas o del asentamiento del suelo, como se aprecia en la figura 7.

Pueden provocar cierta abrasión de la superficie de la vía y, si son lo bastante profundas o están llenas de agua, pueden provocar hidroplaneo. (las llantas de un vehículo pierden contacto con el pavimento por una capa de agua, perdiendo la adherencia de las llantas con la superficie de rodadura).

Figura 19*Depresión*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

g. Fisura de borde

Las fisuras en los bordes son grietas que discurren paralelas al borde exterior del pavimento y se encuentran a una distancia de entre 0,30 y 0,50 metros del pavimento.

Al debilitar la base o la subrasante en las regiones que se encuentran extremadamente cerca del borde del pavimento, como consecuencia de las condiciones meteorológicas o por la acción abrasiva de la arena suelta en el borde, que provoca un desprendimiento que conduce a la desintegración, esta forma de fallo se ve agravada por las cargas de tráfico.

Si el pavimento presenta grietas entre él y el borde, pueden producirse desprendimiento, hasta el punto de que pueden desprenderse trozos, como en la figura 8.

Figura 22

Fisuras de borde



Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

h. Fisura de reflexión de junta

Sólo los pavimentos mixtos, como los pavimentos flexibles colocados sobre pavimento rígido, experimentan fisuras de reflexión de juntas. Otros tipos de cimentación, incluidas las bases estabilizadas con cemento o cal, no tienen en cuenta como fisuras de reflexión de juntas.

El pavimento rígido situado debajo de la superficie de pavimento flexible se mueve como resultado de los cambios de temperatura o humedad. Aunque las cargas de tráfico pueden provocar el agrietamiento de la superficie del pavimento flexible cerca de las grietas, éstas no están relacionadas con los efectos de la carga.

La identificación de estos fallos se ve facilitada por el conocimiento de las medidas del pavimento rígido bajo la superficie del pavimento flexible, como en la figura 9.

Figura 25

Fisura de reflexión de junta



Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009)

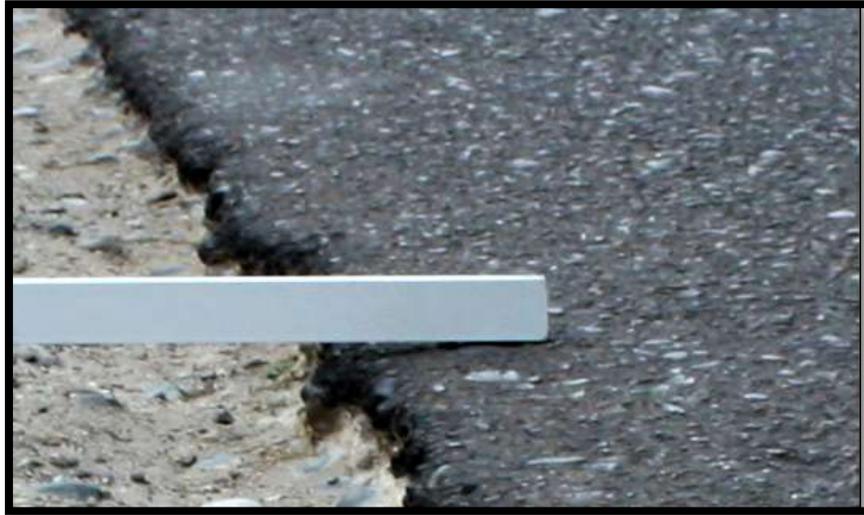
i. Desnivel carril - berma

La diferencia del nivel de elevación entre el borde del pavimento y la berma se conoce como desnivel carril-berma.

La erosión de la berma, el asentamiento o la adición de nuevas capas (recubrimiento) al carril sin ajustar adecuadamente el nivel de la berma son las tres causas principales de este problema como se aprecia en la figura 10.

Figura 28

Desnivel carril - berma



Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009)

j. Fisuras longitudinales y transversales

Las fisuras longitudinalmente son las grietas paralelas al eje de la carretera o a la dirección en que se construyó. Por el contrario, las fisuras transversales son grietas que discurren paralelas al eje del pavimento o al sentido de su construcción, como se aprecia en la figura 11.

Estos daños pueden producirse por alguna de las siguientes causas, que no están relacionadas con la carga de los vehículos:

- Juntas de construcción inadecuadas o inexistentes.
- Contracción de la superficie de hormigón asfáltico como consecuencia del frío, del endurecimiento del asfalto o de las variaciones diarias de temperatura.
- Fisuras de reflexión causadas por agrietamientos bajo la capa superficial, incluyendo grietas en losas de concreto, pero no juntas de pavimento rígido.
- Uso de ligantes viejos o extremadamente duros.
- Un diferencial térmico de más de 30 °C que provoque ciclos de expansión y contracción de la mezcla asfáltica.

Figura 31

Fisuras longitudinales y transversales



Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009)

k. Parches y parches de cortes utilitarios

Un parche es una sección de superficie pavimentada a la que se ha añadido material fresco para sustituir la parte deteriorada. Los parches de cortes utilitarios son los que se aplican cuando se realizan cortes para la instalación de cables eléctricos, teléfonos, la reparación de tuberías de agua o alcantarillado, u otros proyectos similares, como se parecía en la figura 12.

Dado que el comportamiento de la región parcheada es peor que el del pavimento original, incluso la zona próxima al parche no se comporta tan bien como la sección de pavimento original, los parches reducen el nivel de servicio prestado por la carretera.

Figura 34

Parcheo



Nota. cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009)

I. Agregado pulido

Cuando los agregados de la superficie del pavimento se vuelven lisos al tacto, el pavimento pierde su capacidad de resistencia al deslizamiento, lo que se conoce como agregado pulido, como se puede ver en la figura 13.

Esta falla es causada por:

- Cargas de tráfico recurrentes son la causa de este problema.
- La cantidad de agregado puesta sobre el asfalto es insuficiente.
- No hay textura ni rugosidad en el pavimento, lo que no influye en la disminución de velocidad a la que circula un vehículo.
- Falta de partículas angulares de agregado, que mejoran la tracción de las ruedas sobre el pavimento.

Figura 37

Agregado pulido



Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009)

m. Baches

Los baches son pequeñas depresiones u hoyos (con un diámetro inferior a 750 mm) en la superficie del pavimento. Cerca de la zona superior de la falla, tienen lados verticales y bordes agudos como se ve en la figura 14. Los baches pueden generarse por diversas causas, entre ellas:

- Fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad, que causa fatiga y origina la desintegración de la superficie de rodadura.
- Subdrenaje insuficiente.
- Mal diseño del paquete estructural

Figura 40*Baches*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

n. Ahuellamiento

El ahuellamiento es una depresión longitudinal continua a lo largo de la trayectoria del vehículo, como se puede ver en la figura 15. que trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o subrasante.

Esta falla puede ser causada por una pobre compactación del paquete estructural, lo que origina inestabilidad en las capas (bases, subbases) permitiendo el movimiento lateral de los materiales debido a las cargas de tráfico. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

Otros factores son:

- Mezcla asfáltica inestable.
- Exceso de ligante en riegos.
- El paquete estructural estaba mal diseñado, con espesores insuficientes.
- Materiales de mala calidad o control de calidad inadecuado.

Figura 43*Ahuellamiento*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla

o. Desplazamientos

Las distorsiones superficiales conocidas como desplazamientos se producen por desplazamientos de la mezcla. Se trata de "cordones" laterales de pavimento que se desplazan longitudinal y permanentemente en un lugar concreto, como se aprecia en la figura 16.

El movimiento de la carga de tráfico, que empuja el pavimento y provoca una onda breve y repentina en la superficie del pavimento, provoca estos fallos. Sólo los pavimentos con mezclas inestables de asfalto líquido experimentan a menudo este tipo de averías.

Los pavimentos asfálticos próximos a pavimentos rígidos también pueden provocar desplazamientos. Las losas de concreto que se alargan se tensan contra el pavimento flexible, creando desplazamientos.

Otros factores son:

- Una cantidad excesiva de asfalto o huecos que hagan inestable la mezcla.
- La ausencia de confinamiento lateral
- Adherencia deficiente como resultado de defectos en el riego de liga o de imprimación.

Figura 46*Desplazamiento*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

p. Fisura parabólica o por deslizamiento

Las grietas en forma de media luna, conocidas como grietas parabólicas o de deslizamiento, aparecen en la dirección opuesta al flujo del tráfico, Se aprecia mejor en la figura 17.

Cuando existe una adherencia débil (mala unión) entre la capa superficial y la capa subyacente de la estructura del pavimento, estos fallos suelen producirse en capas de recubrimiento o mezclas asfálticas con poca estabilidad.

Los siguientes factores pueden provocar fisuración parabólica:

- Frenado o giro de las ruedas de un vehículo como consecuencia de un cambio de dirección, que provoca deslizamiento y deformación de la superficie del pavimento.
- Falta de adherencia en capas superpuestas o presencia de polvo.
- Excesivo ligante o inadecuado riego de liga.
- La mezcla contiene mucha arena fina.

Figura 49*Fisura Parabólica*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

q. Hinchamiento

Es un abultamiento o elevación localizada en la superficie del pavimento que aparece como una onda larga y constante de más de 3 m de longitud y altera el perfil de la carretera, como se aprecia en la figura 18.

La expansión del suelo de cimentación (suelos expansivos) y la congelación del material de la subrasante son los factores que más contribuyen a este tipo de falla. Además del hinchamiento, puede producirse un agrietamiento de la superficie.

Figura 52*Hinchamiento*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

r. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

Mientras que el desprendimiento de agregado pétreo se refiere a partículas de agregado que están sueltas o han desaparecido, la peladura por intemperismo es la desintegración superficial del pavimento causada por la pérdida de ligante asfáltico, como se aprecia en la figura 19.

Ambos fallos muestran que la mezcla es deficiente o que el ligante asfáltico ha experimentado un endurecimiento significativo.

Estos son los principales factores que contribuyen a este tipo de fallo:

- Cargas de tráfico únicas, como camiones con orugas.
- Ablandamiento de la superficie y pérdida de agregados provocados por derrames de aceite de vehículos.
- Una mezcla de mala calidad y ligante inadecuado.
- Uso de agregados poco limpios o muy absorbentes.

Figura 55

Peladura



Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

2.2.1.6. Metodología PCI

a. Introducción

Rodríguez, Edgar. (2009) *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Repositorio Institucional PIRHUA.

El método PCI (Pavement Condition Index) es un procedimiento que consiste en evaluar el estado del pavimento mediante inspecciones visuales, identificar la clase, la severidad y el número de fallos descubiertos, y hacerlo con una metodología sencilla de utilizar y que no requiere equipos especializados, ya que el estado del pavimento se mide indirectamente.

El Centro de Ingeniería de las Fuerzas Aéreas de EE.UU. lo creó entre 1974 y 1976 con el objetivo de crear un sistema de gestión del mantenimiento de los pavimentos rígidos y flexibles.

El APWA (American Public Work Association), el Departamento de Defensa de los Estados Unidos y otras organizaciones han adoptado formalmente este método como el más completo para la evaluación objetiva y la calificación de los pavimentos. También ha sido publicado por la ASTM como método de análisis y aplicación. (Procedimiento estándar para la inspección del índice de condición del pavimento en caminos y estacionamientos ASTM D6433-03).

La clase, la severidad y la cantidad de cada falla existente se determinan mediante un inventario visual del estado del pavimento, que constituye la base para el cálculo del PCI. El enfoque incluye un elemento de ponderación, denominado "valor deducido", para reflejar el grado en que cualquier combinación de deterioro, nivel de severidad y densidad (cantidad) afecta a la calidad del pavimento, dadas las numerosas combinaciones concebibles.

Si existe algún problema de seguridad relacionado con el uso de este método, no se pretende abordarlo. El PCI se creó para adquirir un valor que cuantifique el estado del pavimento para su correspondiente tratamiento y mantenimiento, así como un índice de la integridad estructural del pavimento y del estado operativo de la superficie.

b. Objetivos

Se prevén los siguientes objetivos como resultado de la utilización del Método PCI:

- Evaluar el estado del pavimento en términos de su solidez estructural y de la calidad del servicio que ofrece a los usuarios. Mediante el uso del índice de condición de pavimento, el método permite medir indirectamente la integridad estructural. (ya que no se realizan mediciones que permiten calcular directamente esta integridad).
- La capacidad del paquete estructural para soportar los factores de estrés externos, como las cargas de tráfico o las condiciones ambientales, se denomina integridad estructural. Por otro lado, el nivel de servicio se refiere a la capacidad del pavimento para proporcionar comodidad y seguridad al conductor.
- Adquirir un indicador que permita comparar el estado y el comportamiento del pavimento utilizando un estándar común, y apoyar la programación de los trabajos de mantenimiento y rehabilitación eligiendo el mejor método de reparación para el estado del pavimento.

c. Terminología

A continuación, se ofrecen las definiciones de los conceptos clave utilizados en el método, que son cruciales para su comprensión y correcta aplicación.

Red de pavimento. Es el conjunto de pavimentos que deben ser tratados; se trata de una entidad singular con una finalidad distinta. Un aeropuerto o una avenida son dos ejemplos de redes de pavimentos.

Tramo de pavimento. Se denomina tramo a una porción identificada de la red de pavimentos. Un aparcamiento o una carretera serían un ejemplo de tramo diferenciado.

Sección de pavimento. Es un área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, historial de uso y condición consistentes. Una parte debe experimentar la misma cantidad de tráfico y carga.

Unidad de muestra del pavimento. Si el pavimento no está dividido con precisión por 2500 o para tener en cuenta circunstancias particulares del campo, es una

subdivisión de una sección de pavimento con un tamaño estándar que oscile entre 225 +/- 90 m².

Muestra al azar. Unidad de muestra de la sección de pavimento, elegida al azar para su inspección.

Muestra adicional. Para incorporar unidades de muestreo no representativas en la evaluación de la calidad del pavimento, se evalúa una unidad de muestreo además de las unidades de muestreo elegidas aleatoriamente.

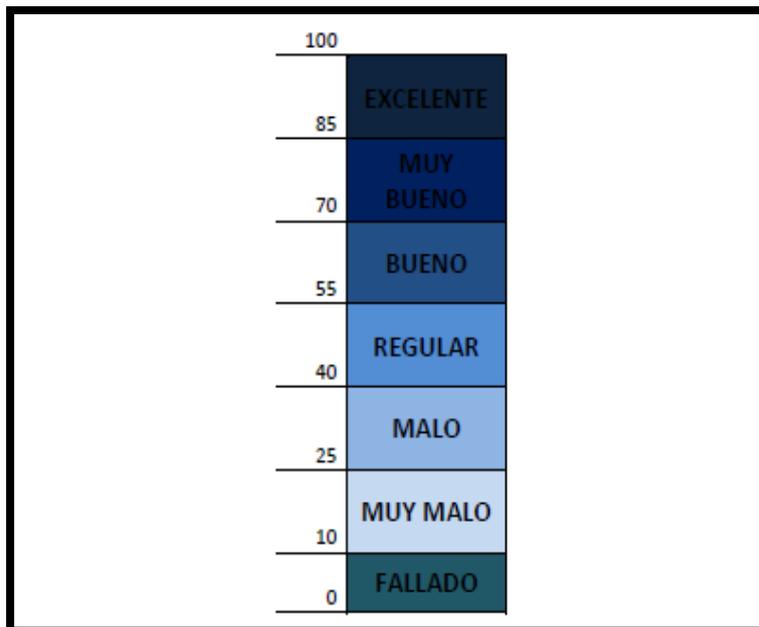
Los desperfectos poco habituales, como los cortes de servicios públicos (como los realizados para la instalación de tuberías de agua o alcantarillado, electricidad, teléfonos, etc.), las muestras muy malas o excelentes que no son típicas en la zona o entre las unidades de muestreo, deben tomarse en consideración como muestra adicional.

Si una unidad de muestreo aleatoria presenta un defecto poco común, debe tratarse como una unidad de muestra adicional y debe elegirse otra unidad de muestreo al azar. No habrá unidades de muestra adicionales una vez que se hayan examinado todas las unidades de la muestra.

Índice de condición del pavimento (PCI). Es una calificación numérica del estado del pavimento. Va de cero (para un pavimento defectuoso o dañado) a cien (100) para un pavimento en perfecto estado de funcionamiento. Existe una descripción cualitativa del estado del pavimento para cada rango del PCI.

Fallas del pavimento. Las señales externas indican daños en el pavimento provocados por el tráfico excesivo, las condiciones medioambientales, una construcción deficiente o una combinación de estos motivos.

Grado de la condición del pavimento. La Figura 20 ilustra la descripción cualitativa del estado del pavimento en función del valor del PCI, que va de "fallido" a "bueno".

Figura 58*Índice PCI*

Nota. Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la av. Luis montero, distrito de castilla (2009).

d. Longitud de la unidad de muestreo

Mediante la tabla 1 se determina la longitud de la unidad de muestra teniendo en cuenta el ancho de la vía de estudio, dicha tabla muestra unas medidas establecidas, de ser el caso en el que el ancho de la vía de estudio no se encuentre en dicha tabla, se determinará su valor mediante la interpolación de datos.

Tabla 1

Longitud de unidad de muestreo según el ancho de la calzada

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5,00	46,00
5,50	41,80
6,00	38,30
6,50	35,40
7,30 (máximo)	31,50

e. Cálculo del número total de unidades de muestro en la sección del pavimento

Para determinar el cálculo del número total de unidades de muestreo se debe considerar la ecuación 1:

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía}}{\text{Longitud de la unidad de muestreo}} \quad (1)$$

Donde:

Longitud total de la vía: varía dependiendo de la vía de estudio.

Longitud de la unidad de muestreo: se determina previamente con la Tabla N°01

f. Cálculo de unidades de muestreo

Para determinar las unidades de muestreo es necesario utilizar la ecuación 2:

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestro 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 del PCI entre las unidades.

g. Intervalo de muestreo

Para poder determinar el intervalo de muestreo de la vía en estudio es necesario utilizar la ecuación 3.

$$i = \frac{N}{n} \quad (3)$$

Donde:

n : Número mínimo de unidades de muestro a evaluar.

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

h. Cálculo del PCI

Para realizar el cálculo del PCI primero identificaremos las fallas correspondientes a cada tramo de estudio, siendo estas definidas anteriormente en la longitud de la unidad de muestreo.

i. Código y tipo de falla

Para ello haremos uso de la Tabla 2 en la cual nos indica el código y tipo de falla correspondiente para cada una.

Tabla 2

Tipo de falla y codificación

Código	Tipo de falla	Código	Tipo de falla
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudación	12	Pulimiento de agregados
3	Fisuras en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Fisura de borde	17	Grieta parabólica
8	Fisura de reflexión de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril berma	19	Desprendimiento de agregados
10	Fisuras longitudinales y transversales		

ii. Niveles de severidad

Así mismo se hará deberá determinar la severidad de la falla, identificando mediante las siguientes cualidades:

- Para una severidad Baja se hará uso del código L por su inicial en inglés Low.
- Para una severidad Media se hará uso del código M por su inicial en inglés Medium.
- Para una severidad Alta se hará uso del código H por su inicial en inglés High.

iii. Área de la muestra

A fin de calcular el área de la muestra de la vía, se determina a partir del producto del ancho de la vía de estudio y la longitud de la unidad de muestreo.

$$Am = \text{Ancho de calzada} \times \text{Longitud de la unidad de muestreo} \quad (4)$$

iv. Cálculo de la densidad de fallas identificadas

Para el cálculo de la densidad por cada tipo de falla identificada en el pavimento de estudio, se calcula mediante la ecuación 4.

$$D = Cp * Am \quad (5)$$

Donde:

D: Densidad de la falla

Cp: Cantidad parcial de la falla

Am: Área de la muestra

v. Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos

Para poder determinar el número máximo admisible de valores deducidos de la vía en estudio es necesario utilizar la ecuación 5.

$$m_1 = 1,00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \quad (6)$$

Donde:

m_1 : Número máximo admisible de “valores deducidos”, incluyendo fracción, para la unidad del muestreo i .

HDV : El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo i .

vi. Determinación del Valores Deducidos

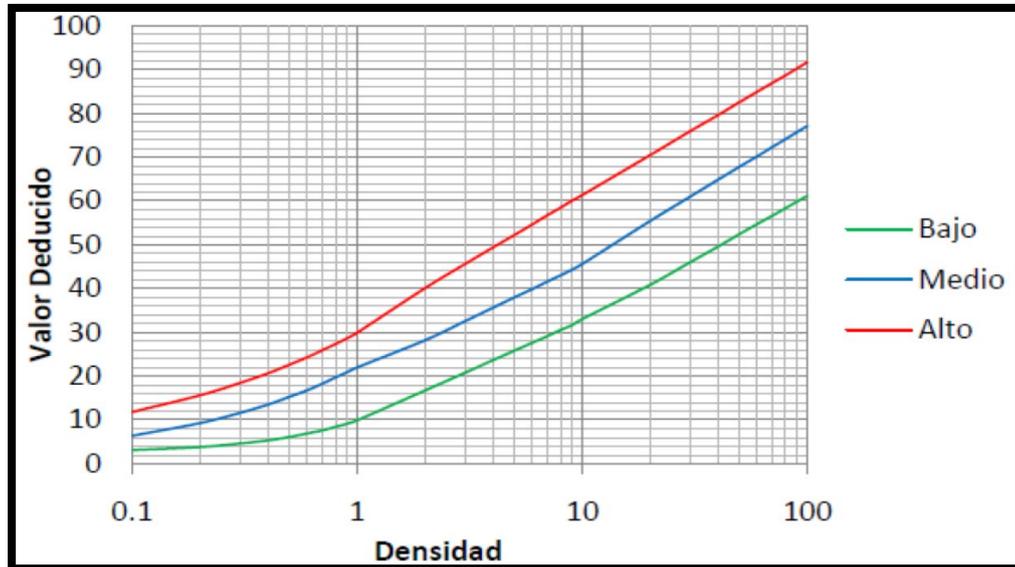
Para determinar los valores deducidos debemos tener en consideración las curvas de valores deducidos de las fallas superficiales según el PCI.

Siendo los siguientes gráficos:

➤ **Piel de Cocodrilo**

Figura 61

Valores deducidos - Piel de cocodrilo

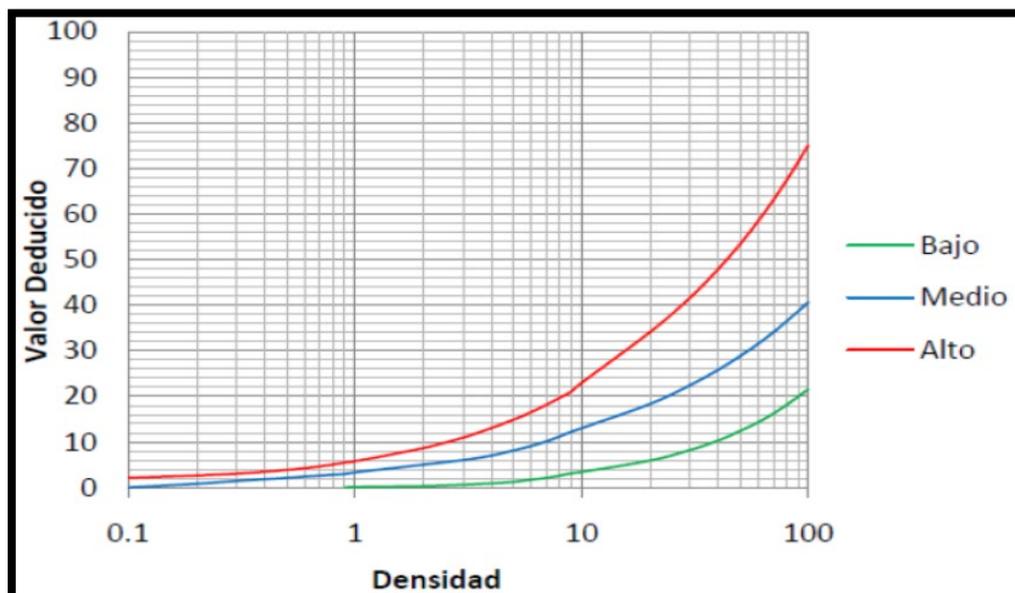


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Exudación**

Figura 64

Valores deducidos - Exudación

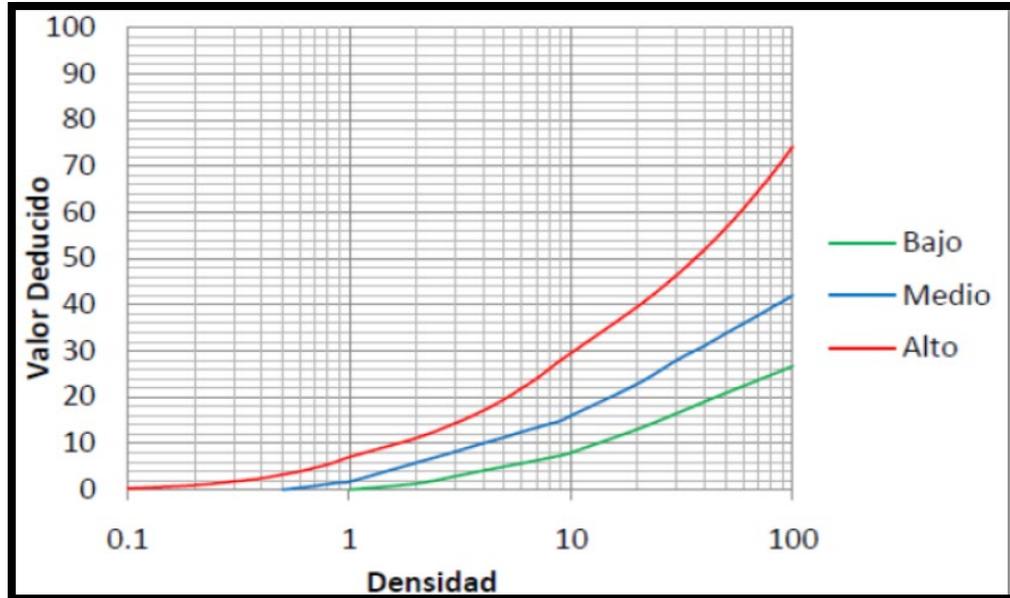


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Agrietamiento en Bloque**

Figura 67

Valores deducidos - Agrietamiento en bloque

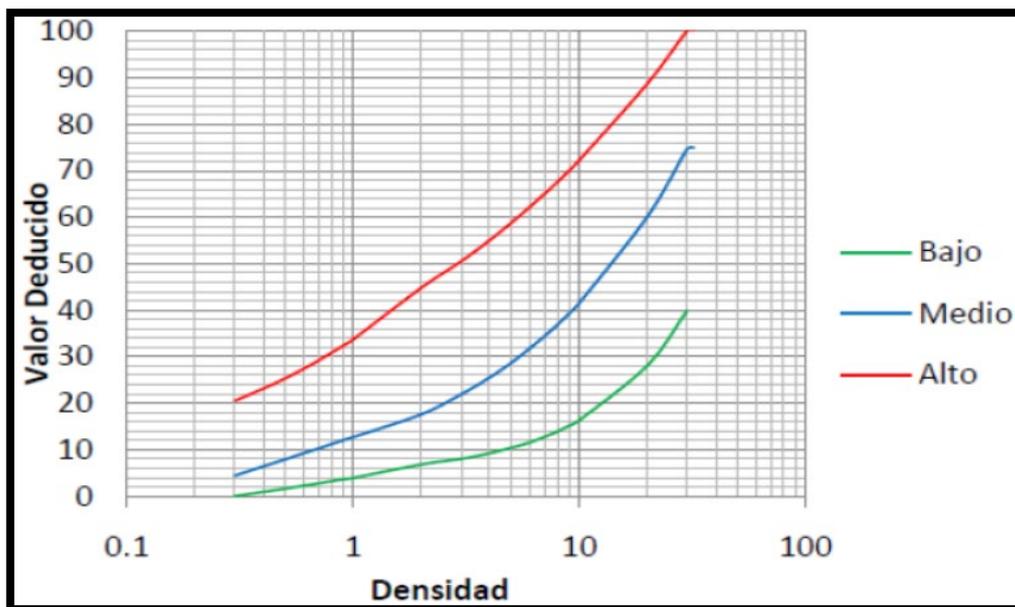


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Abultamientos y Hundimientos**

Figura 70

Valores deducidos - Abultamientos y hundimientos

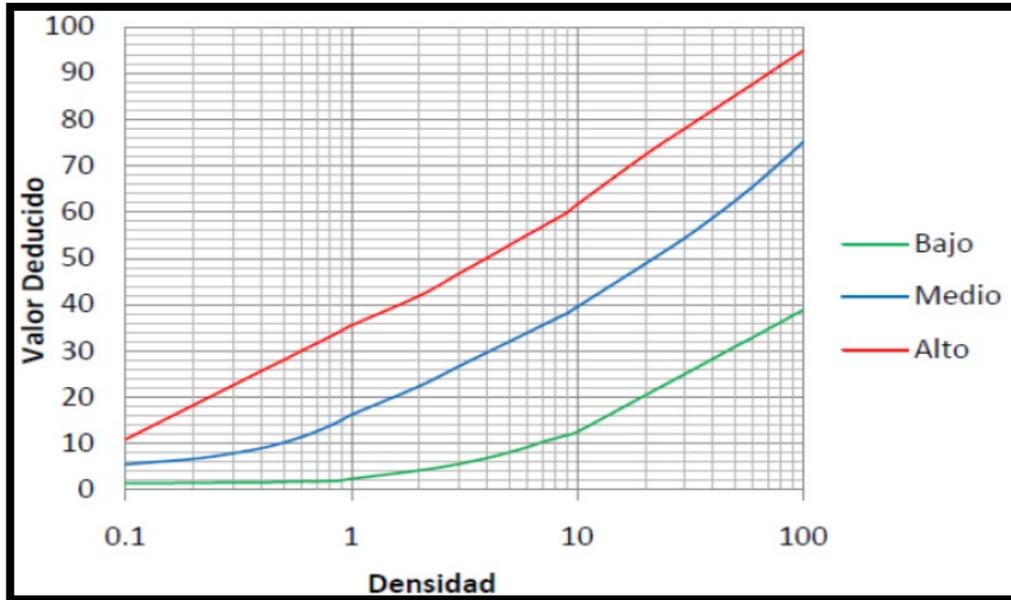


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Corrugación**

Figura 73

Valores deducidos - Corrugación

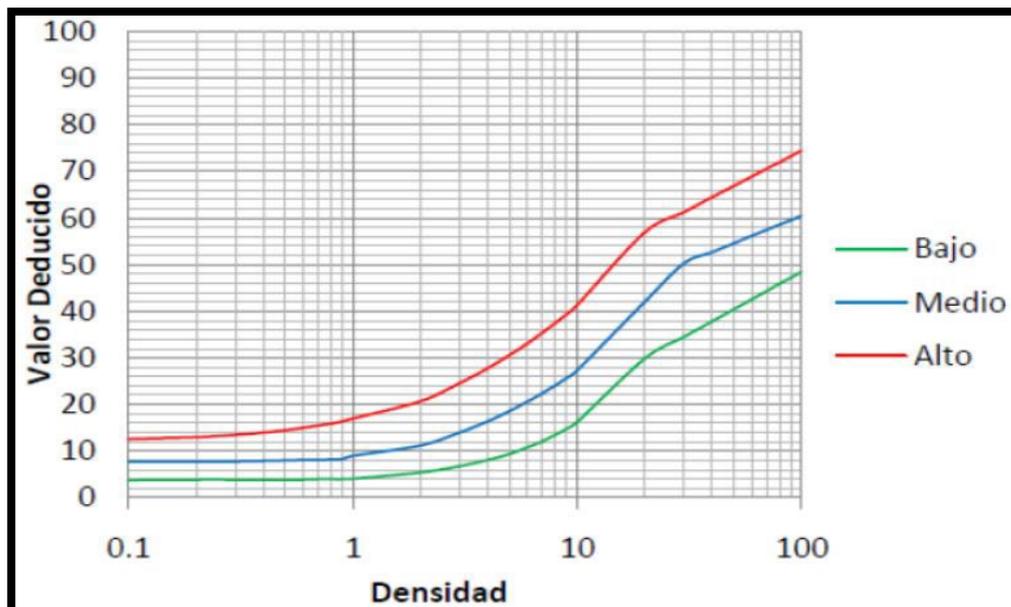


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Depresión**

Figura 76

Valores deducidos - Depresión

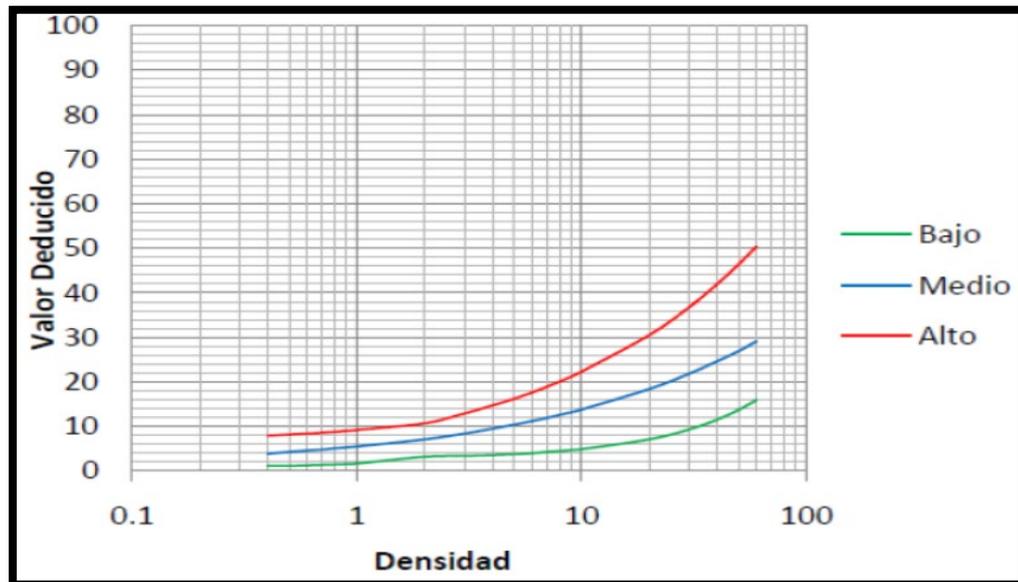


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Grieta de borde**

Figura 79

Valores deducidos - Grietas de borde

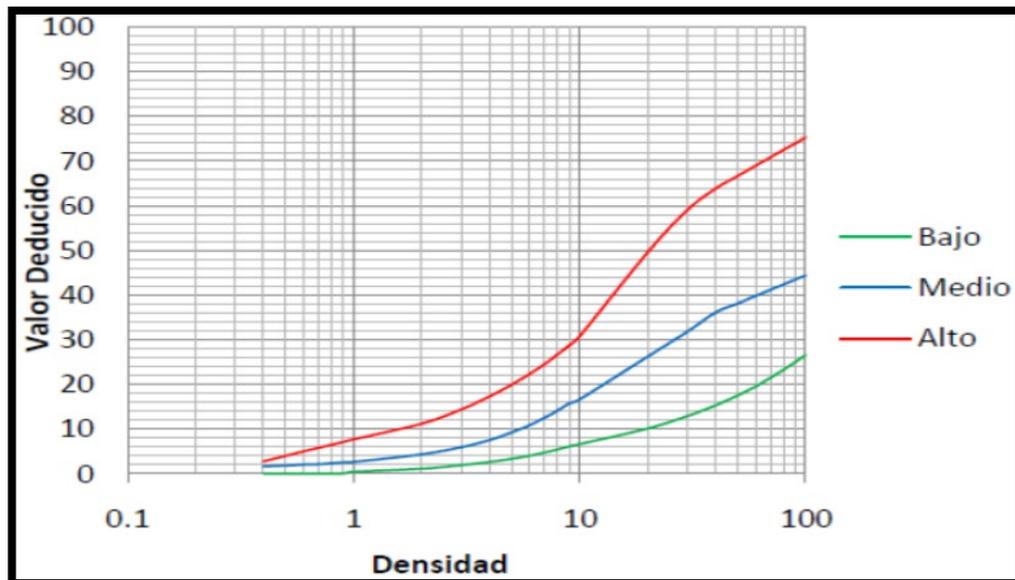


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Grieta de reflexión de junta**

Figura 82

Valores deducidos – Grieta de reflexión de junta

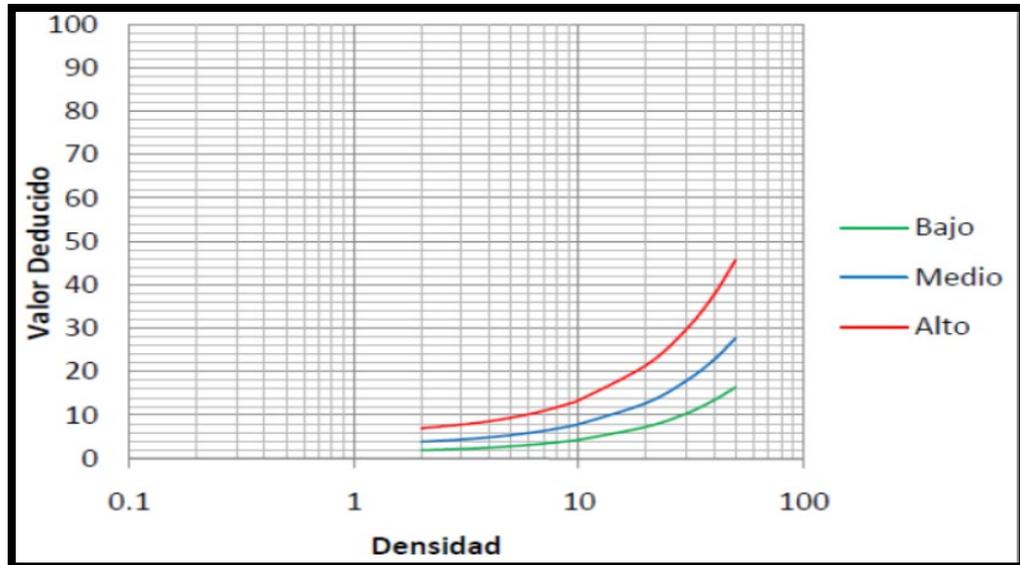


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Desnivel carril/berma**

Figura 85

Valores deducidos - Desnivel carril/berma

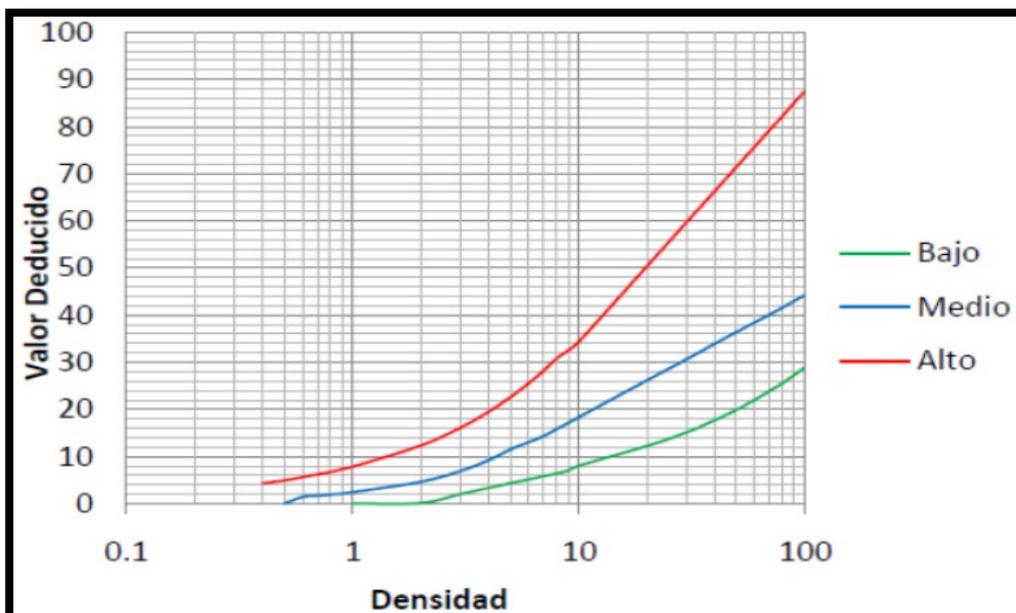


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Grietas longitudinales y transversales**

Figura 88

Valores deducidos - Grietas longitudinales y transversales

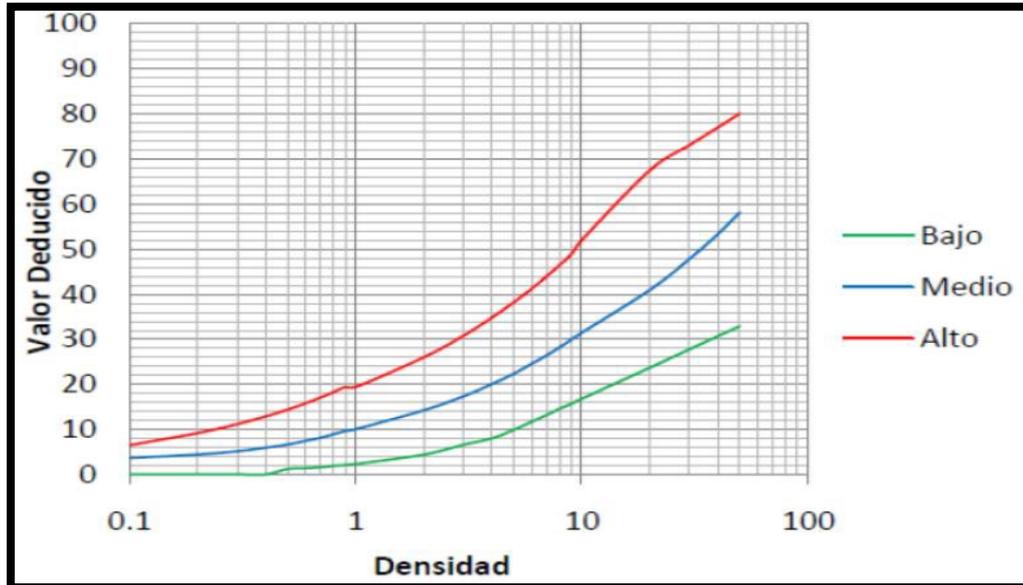


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Parcheo**

Figura 91

Parcheo

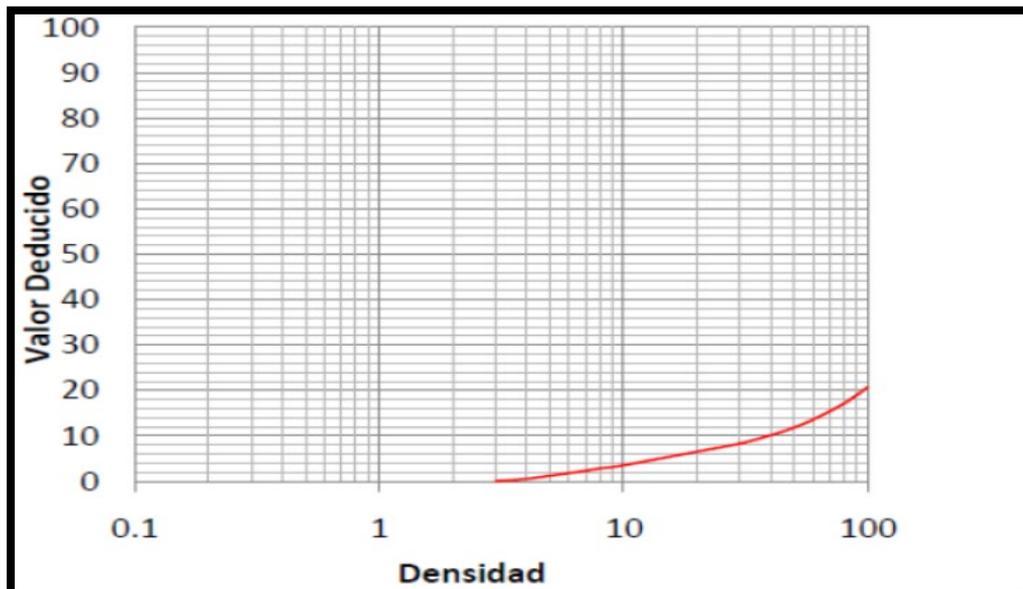


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Pulimiento de agregados**

Figura 94

Valores deducidos - Grietas longitudinales y transversales

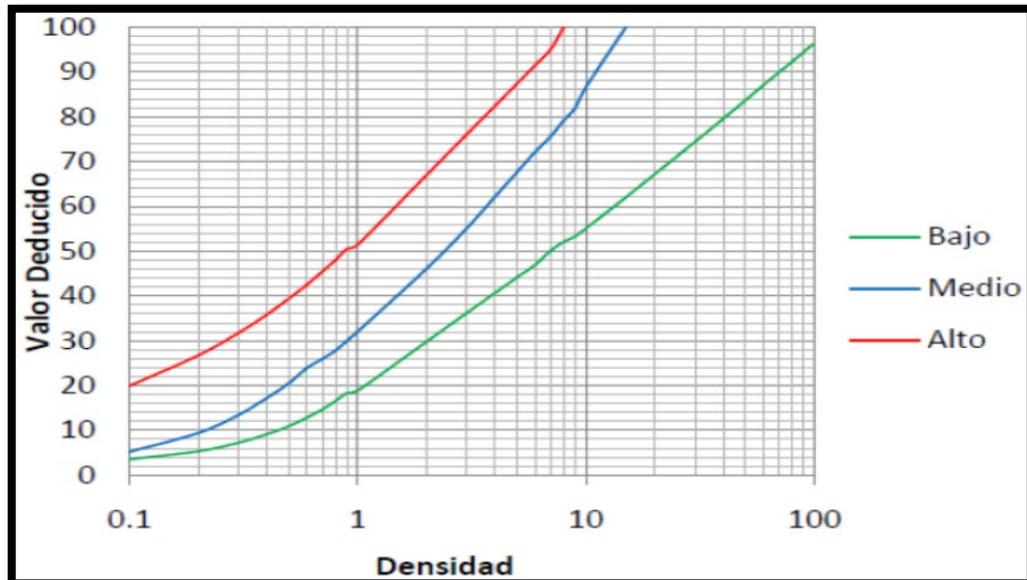


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ Huecos

Figura 97

Valores deducidos - Huecos

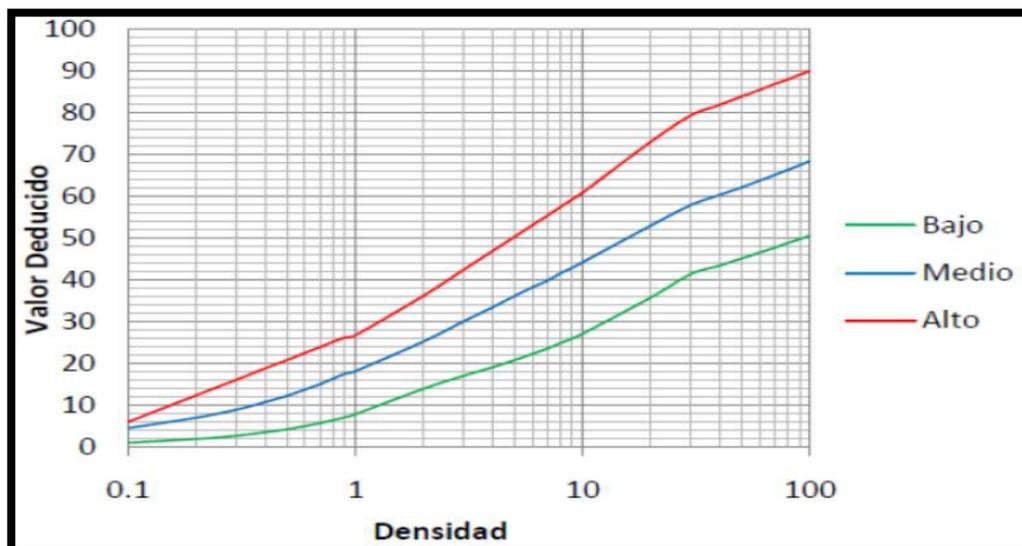


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ Cruce de vía férrea

Figura 100

Valores deducidos - Cruce de vía férrea

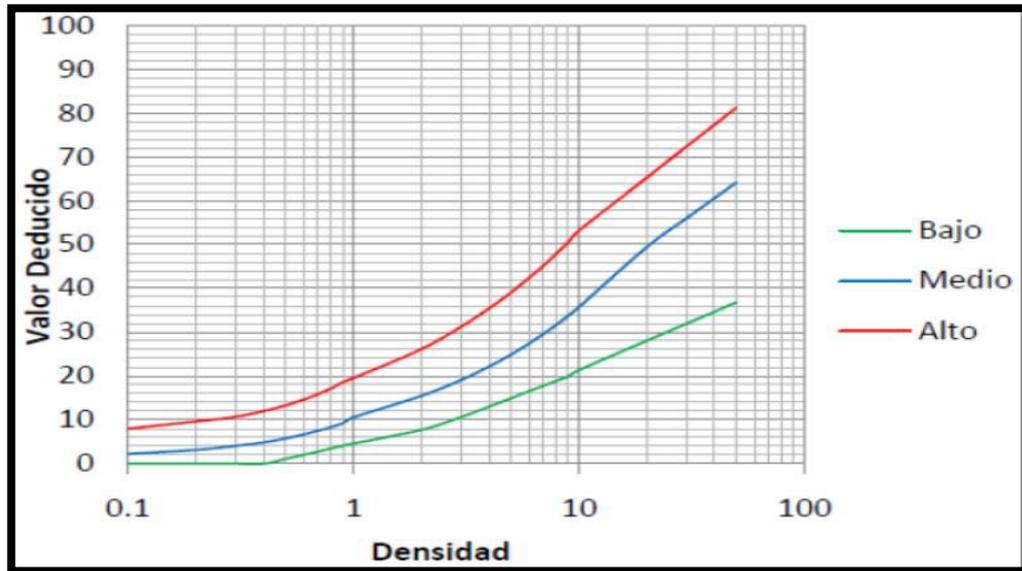


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

➤ **Ahuellamiento**

Figura 103

Valores deducidos - Ahuellamiento

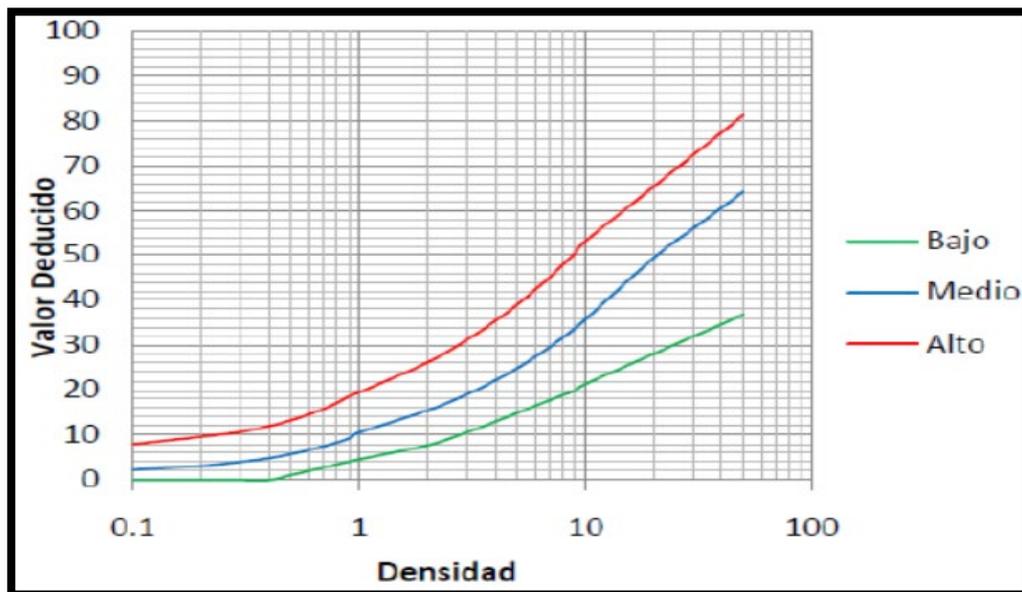


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

6.15. Desplazamiento

Figura 106

Valores Deducidos - Desplazamiento

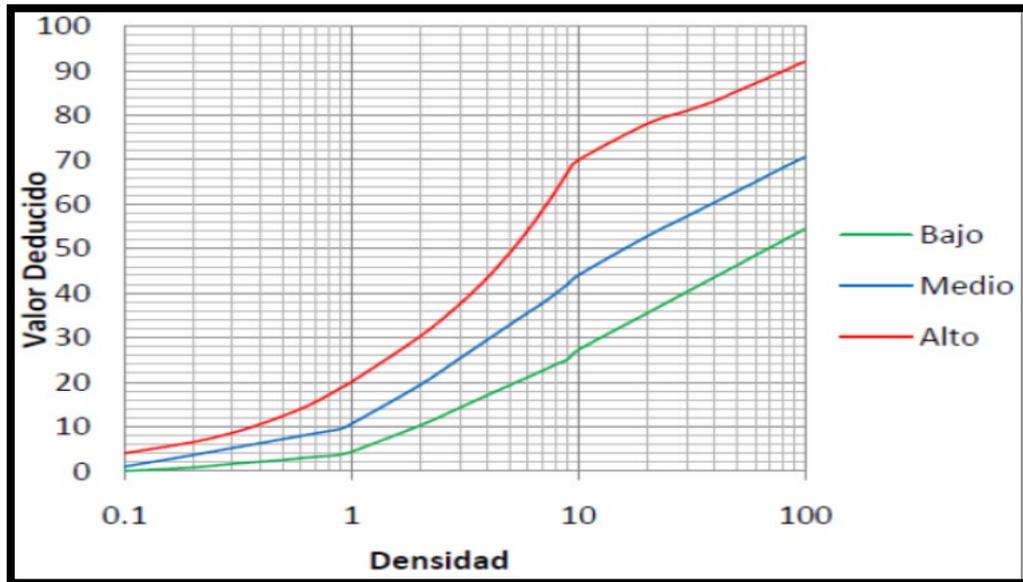


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

6.16. Grieta parabólica

Figura 109

Valores Deducidos - Grieta parabólica

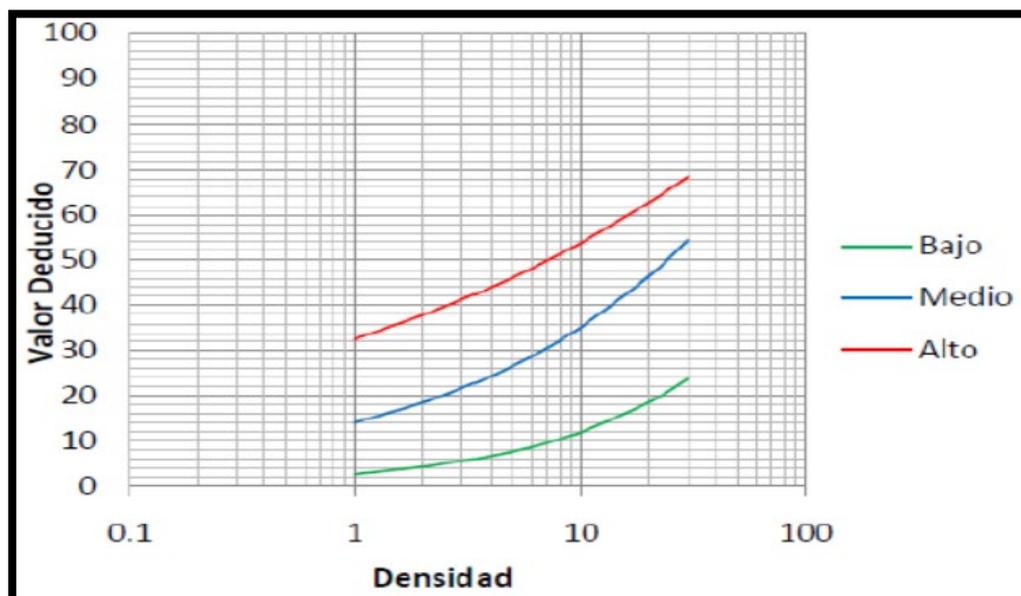


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

6.17. Hinchamiento

Figura 112

Valores deducidos - Hinchamiento

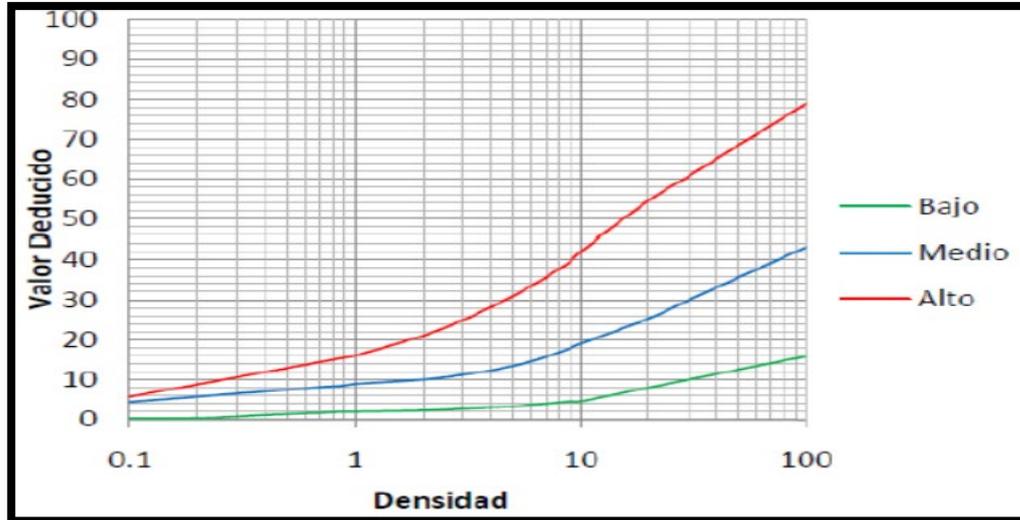


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

6.18. Desprendimiento de agregados

Figura 115

Valores deducidos - Desprendimiento de agregados

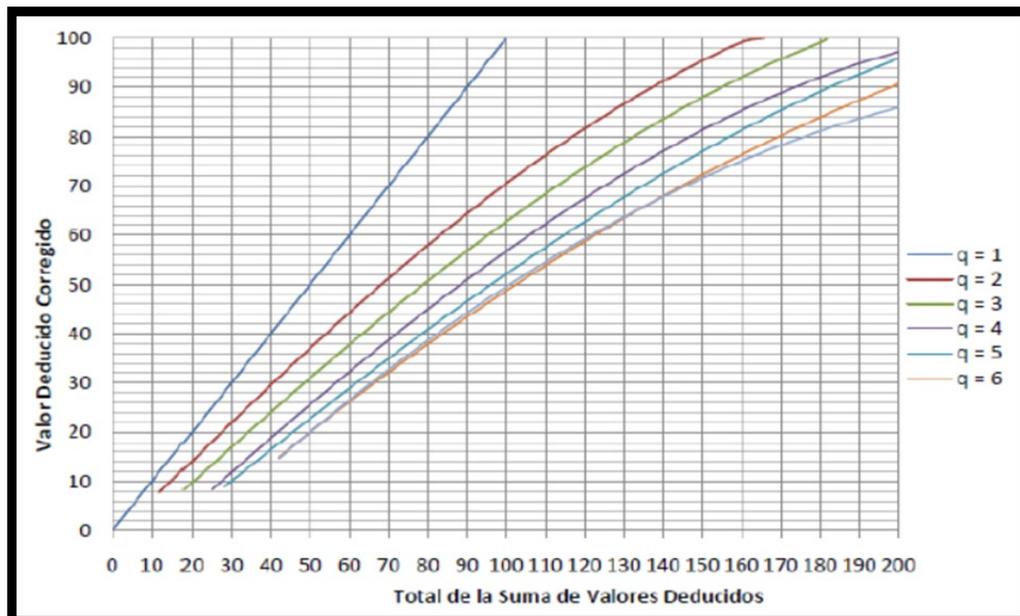


Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

7. Cálculo del valor deducido corregido

Figura 118

Valores deducidos Corregidos



Nota: Curva para valores deducidos en pavimentos asfálticos, ASTM D6433-18

2.3. Definición de términos

2.3.1. Primer término

Índice de Condición de Pavimento (PCI): Se conceptualiza como un grado numérico de la condición de pavimento de 0 a 100, definiéndose 0 la condición más inferior posible y 100 la condición más perfecta posible (ASTM, 2003).

2.3.2. Segundo término

Fallas del Pavimento: Son daños externos de alguna capa de la estructura del pavimento ocasionado por las cargas, agentes ambientales, malas prácticas constructivas, o alguna combinación de las razones mencionadas (ASTM, 2003).

2.3.3. Tercer término

Falla Estructural: Los daños estructurales afectan un estado estructural de la estructura del pavimento, las cuales puede ser cualquiera de las diferentes capas del mismo o la capa de superficie. Provocadas por deformaciones verticales y horizontales (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014)

2.3.4. Cuarto término

Falla Funcional: Los daños superficiales son ocasionados casi siempre por una deficiencia constructiva, mala calidad de algún insumo o por una condición local particular que el tránsito aqueja. Adicionalmente, pueden derivar de la evolución de deterioros o fallas estructurales (Ministerio de transportes y comunicaciones, 2014).

CAPÍTULO III. MARCO METODOLÓGICO

3.1. Tipo y diseño de la investigación

Explicativo debido a que tiene como objetivo explicar la evaluación superficial del pavimento flexible aplicando la metodología PCI, el cual pretende determinar la condición del pavimento.

La presente investigación tiene como objeto realizar una evaluación superficial del pavimento flexible aplicando la metodología PCI para la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas.

3.1.1. Diseño de investigación

La presente investigación tiene como objeto realizar un análisis superficial del pavimento flexible aplicando la metodología PCI para la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas.

Precisando lo anterior, el diseño de investigación adoptada para la presente investigación es de campo, debido a que se pretende realizar una evaluación superficial del pavimento flexible, el cual se realiza en un ambiente natural.

3.2. Acciones y Actividades

Para la presente investigación el uso de Metodología PCI para el análisis superficial de pavimentos flexibles es fundamental para el desarrollo de la investigación.

La evaluación se realizó en la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas el 30 de octubre del 2022, previamente se calcularon la longitud de muestreo que fue de 36,1 m, las unidades de muestreo que fueron 24 y el intervalo de unidades a evaluar que fueron 3, con los respectivos formatos elaborados previamente se pasó a la recolección de datos, para poder determinar el PCI de dicho tramo, con los datos recolectados se procedió al trabajo de gabinete.

3.3. Materiales y/o Instrumentos

El instrumento de recolección de datos a utilizarse para la variable independiente consiste en un cuestionario semiestructurado de preguntas cerradas acerca de la

metodología PCI, además se utilizará un formato de evaluación para la recolección de datos de la variable dependiente.

Además, se hará uso de los siguientes softwares para el desarrollo de la evaluación:

- **AutoCAD 2019**
- **Microsoft Excel 2019**
- **Hoja de datos de campo.** El documento contendrá todos los datos recopilados durante la inspección visual, incluida la fecha, la sección, el tamaño de la unidad de muestra, los tipos de fallas, los niveles de severidad, las cantidades y los nombres de los inspectores.
- **Odómetro Manual.** Dispositivo utilizado para medir distancias en calles, carreteras, caminos y otras superficies.
- **Regla o Cordel.** Para cuantificar la deformación longitudinal y transversal del pavimento.
- **Pizarra y plumón.** Para identificar el número de patología y número de muestra evaluada.
- **Conos de seguridad vial.** Para aislar la zona de la calle considerada, ya que los inspectores deben caminar por la pista y corren el riesgo de ser atropellados.
- **Plano de Distribución.** Plano de la esquematización de la red de pavimentos que se examinará.

3.4. Población y/o Muestra de Estudio

La población tomada para la presente investigación son todas las vías pavimentadas del distrito de Pocollay, Tacna, Tacna.

La muestra tomada para la presente investigación es la vía a estudiar, que para esta investigación es la Av. Jorge Basadre Grohmann, tramo Av. Basadre Forero – Av. Buganvillas, del distrito de Pocollay, Tacna.

3.5. Operacionalización de variables

3.5.1. Variable dependiente

Evaluación superficial del pavimento flexible.

Indicadores:

- Tipos de pavimentos
- Patologías presentes en el pavimento flexible
- Análisis visual del pavimento flexible
- Parámetros de evaluación

3.5.2. Variable independiente

Aplicación del método PCI para determinar la condición del pavimento flexible.

Indicadores:

- Evaluación de parámetros.
- Muestro de patologías en pavimento flexible
- Análisis visual del pavimento
- cálculo del PCI
- condición del pavimento

3.6. Procesamiento y análisis de datos

Para el procesamiento y análisis de los datos recolectados en la inspección visual, utilizamos un formato para llenar con parámetros establecidos bajo esta metodología que permitan evidenciar el estado actual del pavimento flexible en la Av. Jorge Basadre Grohmann, tramo Av. Basadre Forero – Av. Buganvillas, del distrito de Pocollay, Tacna

3.6.1. Procedimiento para determinar el estado del pavimento mediante la metodología PCI

Posterior a la inspección, medición y recopilación de datos obtenidos en campo, es necesario realizar un procesamiento de datos, mediante el cual será posible calcular el PCI, teniendo en consideración los parámetros de “valores deducidos” según el tipo de patología y su nivel de severidad.

Para determinar el cálculo del PCI, primeramente, es necesario contar con un formato para la recolección de datos la cual podemos observar en la figura 41, para

posteriormente realizar una serie de cálculos y procedimientos en un orden establecido, tal como se puede apreciar en la figura 41.:

Figura 121

Ficha de evaluación PCI

INDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO - PCI					
HOJA DE REGISTRO					
EXPLORACIÓN DE LA CONDICIÓN POR UNIDAD DE MUESTREO					
NOMBRE DE LA VÍA	PROGRESIVA INICIAL	UNIDAD DE MUESTRA			
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
SECCIÓN	PROGRESIVA FINAL	AREA DE MUESTRA			
<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>			
EVALUADOR	FECHA				
<input style="width: 100%;" type="text" value="ROLY ALDAIR ARPASI AROHUANCA"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
<input style="width: 100%;" type="text" value="AAROM LADILU DAVALOS MAMANI"/>	<input style="width: 100%;" type="text"/>				
1 Piel de cocodrilo	11	Parcheo			
2 Exudación	12	Pulimiento de agregados			
3 Fisuras en bloque	13	Huecos			
4 Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vía férrea			
5 Corrugación	15	Ahuellamiento			
6 Depresión	16	Desplazamiento			
7 Fisura de borde	17	Gritea parabólica			
8 fisura de reflexión de junta	18	Hinchamiento			
9 Desnivel carril berma	19	Desprendimiento de agregados			
10 Fisuras longitudinales y transvert					
CÁLCULO PCI					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	10.18	Max V.D.=	
				0.00	
No	VALORES DEDUCIDOS	TOTAL	q	V.D.C.	GRAFICO
1					
2					
3					
MAX V.D.C				0.00	
PCI =				100.00	

PASO 1: Determinar los Valores Deducidos (VD)

- Identificar capa tipo de patología conjuntamente con su nivel de severidad, estos mismos serán expresados en áreas, longitudes según el tipo de patología que le corresponda, así mismo se asigna un número a cada tipo de patología, para su fácil identificación.
- Una vez identificadas las patologías, nivel de severidad y cantidad de estas, se deberá calcular la cantidad que representa con respecto al total de la Unidad de

Muestreo en estudio, para así determinar la “Densidad” de la patología presente en la Unidad de Muestreo en estudio.

- Para determinar el “Valor Deducido” para cada tipo de patología presente en la Unidad de Muestreo en estudio, será necesario tener en consideración las curvas de valores deducidos de las fallas superficiales según el PCI.

PASO 2: Determinar el Número máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

- Para determinar el “Número Máximo de Valores Deducidos” (m), se determina mediante la ecuación 6:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100.00 - HDV_i) \quad (7)$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de Valores Deducidos, integrando la fracción para la Unidad de Muestreo en estudio i. ($m_i \leq 10$)

HDV_i : Es el mayor valor deducido del grupo de valores deducidos correspondiente a cada tipo de patología presente en la Unidad de Muestreo en Estudio.

PASO 3: Determinar el Máximo Valor Deducido Corregido (Max V.D.C.)

- Teniendo en consideración el valor de “q” y la suma de los valores deducidos correspondientes a cada una de las patologías presentes en la Unidad de Muestreo en estudio, se procede a intersecar el valor producto de la suma de los valores deducidos por tipo de patología, con la curva correspondiente según el valor de “q” que le corresponda, proyectando así un valor deducido corregido, determinando así el “Máximo Valor Deducido Corregido” (Max V.D.C.) como el mayor valor de todos los Valores Deducidos Corregidos.

PASO 4: Calculo del PCI

Teniendo en consideración el “Máximo Valor Deducido Corregido”, para determinar el PCI es necesario aplicar la ecuación 7:

$$PCI = 100 - Max VDC \quad (8)$$

Donde:

PCI = Índice de condición presente.

Max.VDC= Máximo valor corregido deducido.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS

4.1 Resultados de la Metodología PCI aplicada en la vía de Estudio

4.1.1. Cálculo de las Unidades de Muestreo

Cálculo de la Longitud de la Unidad de Muestreo

Mediante la Tabla 3 se determinó la longitud de la unidad de muestra teniendo en cuenta el ancho de la vía de estudio, dicha tabla muestra unas medidas establecidas, de ser el caso en el que el ancho de la vía de estudio no se encuentre en dicha tabla, se determinará su valor mediante la interpolación de datos.

Tabla 3

Longitud de la Unidad de Muestreo

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5,00	46,00
5,50	41,80
6,00	38,30
6,50	35,40
7,30 (máximo)	31,50

Debido a que la vía de estudio cuenta con un ancho de 6,50 m debemos proceder a ubicar dicho valor en la Tabla 3.

- Ancho de calzada : 6,50 m
- Longitud de la unidad de muestreo : 35,40 m

Obteniendo así un valor de longitud de unidad de muestreo de 35,40 m

Cálculo del número total de unidades de muestro en la sección del pavimento

Para determinar el cálculo del número total de unidades de muestreo se debe considerar la siguiente ecuación:

$$N = \frac{\text{Longitud total de la vía}}{\text{Longitud de la unidad de muestreo}}$$

Donde:

Longitud total de la vía: 1300,00 m

Longitud de la unidad de muestreo: 35,40 m

Por lo tanto:

$$N = \frac{1300,00 \text{ m}}{35,40 \text{ m}}$$

$$N = 36,72$$

$$N = 36,00$$

Corrección de longitud de muestra (Lm)

Debido a que se redondeó el número total de muestreo N, se realiza una corrección de la longitud de muestreo.

$$\text{Longitud de la unidad de muestreo corregida} = \frac{\text{Longitud total de la vía}}{N}$$

$$\text{Longitud de la unidad de muestreo corregida} = \frac{1300,00 \text{ m}}{36,00}$$

$$\text{Longitud de la unidad de muestreo corregida} = 36,10 \text{ m}$$

Área de muestreo

$$A = \text{Longitud de la unidad de muestreo corregida}$$

× Ancho de calzada

$$A = 36,10 \text{ m} \times 6,50 \text{ m}$$

$$A = 234,65 \text{ m}^2$$

Cálculo de unidades de muestreo

Para determinar las unidades de muestreo es necesario utilizar la siguiente fórmula:

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

Donde:

n : Número mínimo de unidades de muestro 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 del PCI entre las unidades.

Teniendo en cuenta que:

$$N = 36,00$$

$$e = 5 \%$$

$$\sigma = 10,00$$

$$n = \frac{36 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (36 - 1) + 10^2}$$

$$n = 11,29 \cong 12$$

El número de unidades de muestreo a evaluar es de 12 en el carril de subida y 12 en el carril de bajada.

Intervalo de muestreo

Para poder determinar el intervalo de muestreo de la vía en estudio es necesario utilizar la siguiente fórmula.

$$i = \frac{N}{n}$$

Donde:

n : Número mínimo de unidades de muestro a evaluar.

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

Teniendo en cuenta que:

$$N = 36$$

$$n = 12$$

$$i = \frac{36}{12} = 3$$

Figura 127

Reconocimiento de la vía de estudio

**Figura 130**

Identificación de fallas en la U.M. U-01



Figura 133

Identificación de fallas en la U.M. U-04

**Figura 136**

Identificación de fallas en la U.M. U-011



Figura 139

Identificación de fallas en la U.M. U-059

**Figura 142**

Identificación de fallas en la U.M. U-071



4.1.2 Cuadro resumen de subida y bajada

Se realiza el presente cuadro resumen de los resultados obtenidos en las Unidades de Muestreo a razón de mostrar de manera simplificada el resultado obtenido en la presente investigación.

Tabla 4

Resumen de resultados vía de subida

Tramo	Unidad de muestreo	Área	PCI	Estado	PCI tramo	Estado por tramo
Subida	U-01	234,65 m ²	42,00	regular	38,20	Malo
	U-04	234,65 m ²	17,00	muy malo		
	U-07	234,65 m ²	49,00	regular		
	U-10	234,65 m ²	71,50	muy bueno		
	U-11	234,65 m ²	27,00	malo		
	U-13	234,65 m ²	58,00	bueno		
	U-16	234,65 m ²	19,00	muy malo		
	U-19	234,65 m ²	66,60	bueno		
	U-22	234,65 m ²	66,70	bueno		
	U-25	234,65 m ²	17,00	muy malo		
	U-26	234,65 m ²	17,00	muy malo		
	U-28	234,65 m ²	17,00	muy malo		
	U-31	234,65 m ²	48,00	regular		
	U-34	234,65 m ²	19,00	muy malo		
				PCI total	38,20	Malo

Tabla 5

Resumen de resultados vía de bajada

Tramo	Unidad de muestreo	Área	PCI	Estado	PCI tramo	Estado por tramo
bajada	U-38	234,65 m ²	49,50	regular	49,21	Regular
	U-41	234,65 m ²	39,80	malo		
	U-44	234,65 m ²	67,20	bueno		
	U-47	234,65 m ²	68,00	bueno		
	U-50	234,65 m ²	55,50	bueno		
	U-53	234,65 m ²	89,00	excelente		
	U-56	234,65 m ²	57,00	bueno		
	U-59	234,65 m ²	10,20	muy malo		
	U-62	234,65 m ²	72,20	muy bueno		
	U-65	234,65 m ²	54,10	regular		
	U-68	234,65 m ²	17,00	muy malo		
	U-71	234,65 m ²	11,00	muy malo		
				PCI total	49,21	Regular

4.1.3 Cálculo del Índice de Condición de Pavimento PCI

Conforme a la inspección visual del pavimento flexible de la vía en estudio la cual se aprecia en la figura 49, se procedió a realizar la evaluación en 12 Unidades de Muestreo correspondiente a un intervalo de 3, para un total de 36 Unidades de Muestreo, teniendo en consideración 02 Unidades de Muestreo adicionales a lo establecido en los intervalos calculados, a razón de considerar la alta severidad de las patologías presentes en dichas Unidades de Muestreo.

Figura 145

Ubicación de la vía de estudio



Nota. Google Maps (2022).

Mediante el uso de la hoja de registro para la recolección de datos, se realizaron los cálculos necesarios para las diferentes Unidades de Muestreo, según su denominación, en las cuales se precisan los tipos de patologías presentes, así como también el nivel de severidad y la progresiva correspondiente.

Unidad de Muestreo 01 (U-01)

La Unidad de Muestreo 01 U-01, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km +00,00 m y su progresiva final de 0 km + 36,10 m, un ancho de calzada de 6,50 m.

Tabla 6

Identificación de fallas en la U.M. U-01

CÁLCULO PCI U-01						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
5	L	234.65		234.65	100.00	39
15	L	10.83		10.83	4.62	26
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	6.60			
Max V.D.		=	39.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de baja severidad son: Corrugación y Ahuellamiento. Ver Tabla 6.

Tabla 7

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-01

No	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	V.D.C.	
1	39	26	-	65.0	2	58
2	39	2	-	41.0	1	41
					MAX V.D.C	58.00
					PCI =	42.00

Como se parecía en la Tabla 7; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 39 y 26, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 58, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 42, categorizándolo como un pavimento en estado Regular.

Unidad de Muestreo 04 (U-04)

La Unidad de Muestreo 04 U-04, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km +108,30 m y su progresiva final de 0 km + 144,40 m, un ancho de calzada de 6,50 m.

Tabla 8

Identificación de fallas en la U.M. U-04

CÁLCULO PCI U-04					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
12		234.65	234.65	100.00	21
19	H	234.65	234.65	100.00	79
15	L	10.83	10.83	4.62	26
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	2.93		
Max V.D.=		=	79.00		

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de baja severidad son: Ahuellamiento, mientras que las de Alta severidad son: Desprendimiento de agregados y Pulimiento de agregados. Ver Tabla 8

Tabla 9

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-04

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.	
1	79	26	21	-	126.0	3	
2	79	26	2	-	107.0	2	
3	79	2	2	-	83.0	1	
						MAX V.D.C	83.00
						PCI =	17.00

Como se parecía en la Tabla 9; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 79, 26 y 21, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 83, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 17, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

Unidad de Muestreo 07 (U-07)

La Unidad de Muestreo 07 U-07, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km +216,60 m y su progresiva final de 0 km + 252,70 m, un ancho de calzada de 6,50 m.

Tabla 10

Identificación de fallas en la U.M. U-07

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.	
11	L	36.10	36.10	15.38	25	
12		234.65	234.65	100.00	4	
19	M	234.65	234.65	100.00	43	
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	6.23			
Max V.D.=		=	43.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de baja severidad son: Parcheo, mientras que los de mediana severidad son: Desprendimiento de agregados y Pulimiento de agregados. Ver Tabla 10.

Tabla 11

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-07

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	43	25	4	-	72.0	46
2	43	25	2	-	70.0	51
3	43	2	2	-	47.0	47
					MAX V.D.C	51.00
					PCI =	49.00

Como se parecía en la Tabla 11; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 43, 25 y 4, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 51, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resultó un Índice de Condición de Pavimento de 49, categorizándolo como un pavimento en estado Regular.

Unidad de Muestreo 10 (U-10)

La Unidad de Muestreo 10 U-10, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km +324,90 m y su progresiva final de 0 km + 361,00 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 12

Identificación de fallas en la U.M. U-10

CÁLCULO PCI							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	H	5.20			5.20	2.22	26.5
10	L	3.50			3.50	1.49	0
Max V.D.		=	26.50				

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de baja severidad son: Fisuras Longitudinales y Transversales, mientras que los de alta severidad son: Parcheo. Ver Tabla 12.

Tabla 13

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-10

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	26.5	0	-	26.5	2	19.5
2	26.5	2	-	28.5	1	28.5
					MAX V.D.C	28.50
					PCI =	71.50

Como se parecía en la Tabla 13; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 26,50 y 0, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 28,50, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 71,50, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Bueno.

Unidad de Muestreo 11 (U-11)

La Unidad de Muestreo 11 U-11, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km +361,00 m y su progresiva final de 0 km + 397,10 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 14

Identificación de fallas en la U.M. U-11

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	H	45.13	3.12	48.25	20.56	71
11	M	10.40		10.40	4.43	21
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	3.66			
Max V.D.		=	71.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de mediana severidad son: Parcheo, mientras que los de alta severidad son: Parcheo. Ver Tabla 14.

Tabla 15

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-11

No	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	V.D.C.	
1	71	21	-	92.0	65.8	
2	71	2	-	73.0	73	
					MAX V.D.C	73.00
					PCI =	27.00

Como se parecía en la Tabla 15; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 71 y 21, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 73, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resultó un Índice de Condición de Pavimento de 27, categorizándolo como un pavimento en estado Malo.

Unidad de Muestreo 13 (U-13)

La Unidad de Muestreo 13 U-13, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km +433,20 m y su progresiva final de 0 km + 469,30 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 16

Identificación de fallas en la U.M. U-13

CÁLCULO PCI					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	M	45.13	45.13	19.23	40
12		189.53	189.53	80.77	17
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	6.51		
Max V.D.		=	40.00		

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de mediana severidad son: Parcheo y Pulimiento de agregados. Ver Tabla 16.

Tabla 17

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-13

No	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	V.D.C.
1	40	17	-	2	36
2	40	2	-	1	42
				MAX V.D.C	42.00
				PCI =	58.00

Como se parecía en la Tabla 17; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 40 y 17, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 42, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 58, categorizándolo como un pavimento en estado Bueno.

Unidad de Muestreo 16 (U-16)

La Unidad de Muestreo 16 U-16, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km +541,50 m y su progresiva final de 0 km + 577,60 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 18

Identificación de fallas en la U.M. U-016

CÁLCULO PCI					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	32.49	32.49	13.85	19
12	H	202.16	202.16	86.15	18
19	H	202.16	202.16	86.15	77
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	3.11		
Max V.D.=		=	77.00		

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de baja severidad son: Parcheo, mientras que los de alta severidad son: Pulimiento de agregados y Desprendimiento de agregados. Ver Tabla 18.

Tabla 19

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-16

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	77	19	18	-	114.0	71
2	77	19	2	-	98.0	69.4
3	77	2	2	-	81.0	81
					MAX V.D.C	81.00
					PCI =	19.00

Como se parecía en la Tabla 19.; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 77, 19 y 18, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 81, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 19, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

Unidad de Muestreo 19 (U-19)

La Unidad de Muestreo 19 U-19, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km + 649,80 m y su progresiva final de 0 km + 685,90 m, un ancho de calzada de 6,50 m.

Tabla 20

Identificación de fallas en la U.M. U-019

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	32.49		32.49	13.85	19
12		202.16		202.16	86.15	19
19	L	202.16		202.16	86.15	15
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	8.44			
Max V.D.		=	19.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de baja severidad son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 20.

Tabla 21

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-19

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.	
1	19	19	15	-	53.0	33.4	
2	19	19	2	-	40.0	29.5	
3	19	2		-	21.0	21	
						MAX V.D.C	33.40
						PCI =	66.60

Como se parecía en la Tabla 21; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 19, 19 y 15, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 33,40, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 66.60, categorizándolo como un pavimento en estado Bueno.

Unidad de Muestreo 22 (U-22)

La Unidad de Muestreo 22 U-22, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km + 758,10 m y su progresiva final de 0 km + 794,20 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 22

Identificación de fallas en la U.M. U-22

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	28.88		28.88	12.31	18
12		205.77		205.77	87.69	18.5
19	L	234.65		234.65	100.00	16
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	8.48			
Max V.D.=		=	18.50			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de baja severidad son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 22.

Tabla 23

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-22

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	18.5	18	16	-	52.5	33.3
2	18.5	18	2	-	38.5	28.5
3	18.5	2	2	-	22.5	22.5
					MAX V.D.C	33.30
					PCI=	66.70

Como se parecía en la Tabla 23; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 18, 50,18 y 16, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 33,30, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 66,70, categorizándolo como un pavimento en estado Bueno.

Unidad de Muestreo 25 (U-25)

La Unidad de Muestreo 25 U-25, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km + 866,40 m y su progresiva final de 0 km + 902,50 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 24

Identificación de fallas en la U.M. U-25

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	H	36.90		36.90	15.73	20.5
12		234.65		234.65	100.00	20.8
19	H	234.65		234.65	100.00	79
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	2.93			
Max V.D.		=	79.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de alta severidad son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 24.

Tabla 25

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-25

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	79	20.8	20.5	-	120.3	74
2	79	20.8	2	-	101.8	72
3	79	2	2		83	83
					MAX V.D.C	83.00
					PCI =	17.00

Como se parecía en la Tabla 25; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 79, 20,80, 20,5, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 83, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 17, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

Unidad de Muestreo 26 (U-26)

La Unidad de Muestreo 26 U-26, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km + 902,50 m y su progresiva final de 0 km + 938,60 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 26

Identificación de fallas en la U.M. U-26

CÁLCULO PCI					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	H	36.90	36.90	15.73	20.5
12	H	234.65	234.65	100.00	20.8
19	H	234.65	234.65	100.00	79
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	2.93		
Max V.D.=		=	79.00		

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de alta severidad son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 26.

Tabla 27

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-26

No	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	V.D.C.
1	79	20.8	20.5	-	120.3
2	79	20.8	2	-	101.8
3	79	2	2	✓	83.0
				MAX V.D.C	83.00
				PCI =	17.00

Como se parecía en la Tabla 27; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 79, 20,80 y 20,50, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 83, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 17, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

Unidad de Muestreo 28 (U-28)

La Unidad de Muestreo 28 U-28, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 0 km + 947,70 m y su progresiva final de 01 km + 10,80 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 28

Identificación de fallas en la U.M. U-28

CALCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	H	36.90		36.90	15.73	20.5
12	H	234.65		234.65	100.00	20.8
19	H	234.65		234.65	100.00	79
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	2.93			
Max V.D.=		=	79.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de alta severidad son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 28.

Tabla 29

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-28

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	79	20.8	20.5	-	120.3	74
2	79	20.8	2	-	101.8	72
3	79	2	2		83.0	83
					MAX V.D.C	83.00
					PCI =	17.00

Como se parecía en la Tabla 29; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 79, 20,80 y 20,50, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 83, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 17, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

Unidad de Muestreo 31 (U-31)

La Unidad de Muestreo 31 U-31, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 01 km + 083,00 m y su progresiva final de 01 km + 119,10 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 30

Identificación de fallas en la U.M. U-31

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	M	36.90		36.90	15.73	20.5
12		197.75		197.75	84.27	18
19	M	234.65		234.65	100.00	43
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	6.23			
Max V.D.		=	43.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad media son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 30.

Tabla 31

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-31

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.	
1	43	20.5	18	-	81.5	3	
2	43	20.5	2	-	65.5	2	
3	43	2	2	✓	47.0	1	
						MAX V.D.C	52.00
						PCI =	48.00

Como se parecía en la Tabla 31; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 43, 20,50 y 18, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 52, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 48, categorizándolo como un pavimento en estado Regular.

Unidad de Muestreo 34 (U-34)

La Unidad de Muestreo 34 U-34, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 01 km + 191,30 m y su progresiva final de 01 km + 227,40 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 32

Identificación de fallas en la U.M. U-34

CÁLCULO PCI					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	M	36.90	36.90	15.73	20.5
12		197.75	197.75	84.27	18
19	H	197.75	197.75	84.27	77
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	3.11		
Max V.D.		=	77.00		

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad media son: Parcheo, mientras que las de alta severidad son: Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 32.

Tabla 33

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-34

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.	
1	77	20.5	18	-	115.5	3	
2	77	20.5	2	-	99.5	2	
3	77	2	2		81.0	1	
						MAX V.D.C	81.00
						PCI =	19.00

Como se parecía en la Tabla 33; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 77, 20,50 y 18, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 81, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 19, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

Unidad de Muestreo 38 (U-38)

La Unidad de Muestreo 38 U-38, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 00,00 m y su progresiva final de 00 km + 036,10 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 34

Identificación de fallas en la U.M. U-38

CÁLCULO PCI					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	28.88	28.88	12.31	18.3
12	M	205.77	205.77	87.69	18
19	M	234.65	234.65	100.00	43
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	6.23		
Max V.D.		=	43.00		

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad baja son: Parcheo, mientras que las de severidad media son: Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 34.

Tabla 35

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-38

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.	
1	43	18.3	18	-	79.3	3	
2	43	18.3	2	-	63.3	2	
3	43	2	2		47.0	1	
						MAX V.D.C	50.50
						PCI =	49.50

Como se parecía en la Tabla 35; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 43, 18,30 y 18, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 50,50, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 49,50, categorizándolo como un pavimento en estado Regular.

Unidad de Muestreo 41 (U-41)

La Unidad de Muestreo 41 U-41, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 108,30 m y su progresiva final de 00 km + 144,40 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 36

Identificación de fallas en la U.M. U-41

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	M	28.88		28.88	12.31	33.5
12	M	205.77		205.77	87.69	18
19	M	234.65		234.65	100.00	43
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	6.23			
Max V.D.		=	43.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad media son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 36.

Tabla 37

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-41

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	43	33.5	18	-	94.5	3
2	43	33.5	2	-	78.5	2
3	43	2	2	-	47.0	1
					MAX V.D.C	60.20
					PCI =	39.80

Como se parecía en la Tabla 37; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 43, 33,50 y 18, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 60,20, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 39,80, categorizándolo como un pavimento en estado Malo.

Unidad de Muestreo 44 (U-44)

La Unidad de Muestreo 44 U-44, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 216,60 m y su progresiva final de 00 km + 252,70 m, un ancho de calzada de 6,50 m.

Tabla 38

Identificación de fallas en la U.M. U-44

CÁLCULO PCI					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	28.88	28.88	12.31	18.3
12	L	205.77	205.77	87.69	18
19	L	234.65	234.65	100.00	16
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	8.50		
Max V.D.		=	18.30		

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad alta son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 38.

Tabla 39

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-44

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	18.3	18	16	-	3	32.8
2	18.3	18	2	-	2	28.3
3	18.3	2	2	-	1	21.8
					MAX V.D.C	32.80
					PCI =	67.20

Como se parecía en la Tabla 39; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 18,30, 18 y 16, aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 32,80, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 67,20, categorizándolo como un pavimento en estado Bueno.

Unidad de Muestreo 47 (U-47)

La Unidad de Muestreo 47 U-47, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 433,20 m y su progresiva final de 00 km + 469,30 m, un ancho de calzada de 6,50 m.

Tabla 40

Identificación de fallas en la U.M. U-47

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD		CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	28.88	6.50	35.38	15.08	20
12	L	199.27		199.27	84.92	14.8
19	L	234.65		234.65	100.00	16
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	8.35			
Max V.D.=		=	20.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad baja son: Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 40.

Tabla 41

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-47

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.	
1	20	16	14.8	-	50.8	32	
2	20	16	2	-	38.0	28	
3	20	2	2	✓	24.0	24	
						MAX V.D.C	32.00
						PCI =	68.00

Como se parecía en la Tabla 41; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 20, 16 y 14,80; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 32,00, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 68,00, categorizándolo como un pavimento en estado Bueno.

Unidad de Muestreo 50 (U-50)

La Unidad de Muestreo 50 U-50, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 324,90 m y su progresiva final de 00 km + 361,00 m, un ancho de calzada de 6,50 m.

Tabla 42

Identificación de fallas en la U.M. U-50

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
10	H	4.80		4.80	2.05	12
11	M	28.88		28.88	12.31	33.5
12	L	205.77		205.77	87.69	18
19	L	205.77		205.77	87.69	15.5
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	7.11			
Max V.D.=		=	33.50			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad alta es: Fisuras Longitudinales y transversales, mientras que por otra parte las de severidad media son: Parcheo; y severidad baja son: Pulimiento de agregados y Desprendimiento de Agregados. Ver Tabla 42.

Tabla 43

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-50

No	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	V.D.C.
1	33.5	18	15.5	12	-	79.0	44.5
2	33.5	18	15.5	2	-	69.0	44
3	33.5	18	2	2	✓	55.5	41.3
4	33.5	2	2	2	✓	39.5	39.8
						MAX V.D.C	44.50
						PCI =	55.50

Como se parecía en la Tabla 43; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 33,50, 18, 15,50 y 12; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 44,50, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 55,50, categorizándolo como un pavimento en estado Bueno.

Unidad de Muestreo 53 (U-53)

La Unidad de Muestreo 53 U-53, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 541,50 m y su progresiva final de 00 km + 577,60 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 44

Identificación de fallas en la U.M. U-53

CÁLCULO PCI							
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES			TOTAL	DENSIDAD	V.D.
10	L	28.88			28.88	12.31	9.5
11	L	6.50			6.50	2.77	6
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	9.31				
Max V.D.		=	9.50				

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad baja son: Parcheo y Fisuras longitudinales y transversales. Ver Tabla 44.

Tabla 45

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-53

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	9.5	6	-	15.5	2	10
2	9.5	2	-	11.5	1	11
					MAX V.D.C	11.00
					PCI =	89.00

Como se parecía en la Tabla 45; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 9,50 y 6; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 11,00, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 89,00, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Bueno.

Unidad de Muestreo 56 (U-56)

La Unidad de Muestreo 56 U-56, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 649,80 m y su progresiva final de 00 km + 685,90 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 46

Identificación de fallas en la U.M. U-56

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	M	28.88		28.88	12.31	33.5
12	L	205.77		205.77	87.69	18
19	L	205.77		205.77	87.69	15.5
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	7.11			
Max V.D.		=	33.50			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad baja son: Parcheo y Fisuras longitudinales y transversales, mientras que las de severidad media son: Parcheo. Ver Tabla46.

Tabla 47

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-56

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.	
1	33.5	18	15.5	-	67.0	43	
2	33.5	18	2	-	53.5	39.5	
3	33.5	2	2	-	37.5	37.5	
						MAX V.D.C	43.00
						PCI =	57.00

Como se parecía en la Tabla 47; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 33,50, 18 y 15,50; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 43,00, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 57,00, categorizándolo como un pavimento en estado Bueno.

Unidad de Muestreo 59 (U-59)

La Unidad de Muestreo 59 U-59, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 758,10 m y su progresiva final de 00 km + 794,20 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 48

Identificación de fallas en la U.M. U-59

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
1	H	14.85		14.85	6.33	55.5
11	L	50.54	7.14	57.68	24.58	25
12	H	176.97		176.97	75.42	16
19	H	162.12		162.12	69.09	74.8
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	3.31			
Max V.D.		=	74.80			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad baja son: Parcheo, mientras que las de severidad alta son: Piel de cocodrilo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de agregados. Ver Tabla 48.

Tabla 49

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-59

No	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	V.D.C.	
1	71	55.5	25	16	-	167.5	4	
2	71	55.5	25	2	-	153.5	3	
3	71	55.5	2	2	-	130.5	2	
4	71	2	2	2	✓	77.0	1	
							MAX V.D.C	89.80
							PCI =	10.20

Como se parecía en la Tabla 49; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 71,00, 55,50, 25,00 y 16,00; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 89,80, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 10,20, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

Unidad de Muestreo 62 (U-62)

La Unidad de Muestreo 62 U-62, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 866,40 m y su progresiva final de 00 km + 902,50 m, un ancho de calzada de 6,50 m.

Tabla 50

Identificación de fallas en la U.M. U-62

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
10	L	3.50		3.50	1.49	0
11	H	5.20		5.20	2.22	25.8
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	7.81			
Max V.D.		=	25.80			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad baja son: Fisuras longitudinales y transversales, mientras que las de severidad alta son: Parcheo. Ver Tabla 50.

Tabla 51

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-62

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	25.8	0	-	25.8	2	18.2
2	25.8	2	-	27.8	1	27.8
					MAX V.D.C	27.80
					PCI =	72.20

Como se parecía en la Tabla 51; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 25,80 y 0; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 27,80, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 72,20, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Bueno.

Unidad de Muestreo 65 (U-65)

La Unidad de Muestreo 65 U-65, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 00 km + 974,70 m y su progresiva final de 01 km + 010,80 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 52

Identificación de fallas en la U.M. U-65

CÁLCULO PCI					
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES	TOTAL	DENSIDAD	V.D.
12	M	234.35	234.35	99.87	20
19	M	234.35	234.35	99.87	42.8
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	6.25		
Max V.D.		=	42.80		

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad media son: Pulimiento de agregados y Desprendimiento de agregados. Ver Tabla 52.

Tabla 53

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-65

No	VALORES DEDUCIDOS			TOTAL	q	V.D.C.
1	42.8	20	-	62.8	2	45.9
2	42.8	2	-	44.8	1	44.8
					MAX V.D.C	45.90
					PCI =	54.10

Como se parecía en la Tabla 53; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 42,80 y 20; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 45,90, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 54,10, categorizándolo como un pavimento en estado Regular.

Unidad de Muestreo 68 (U-68)

La Unidad de Muestreo 68 U-68, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 01 km + 083,00 m y su progresiva final de 01 km + 119,10 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 54

Identificación de fallas en la U.M. U-68

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
4	M	15.00		15.00	6.39	29.6
12	H	234.65		234.65	100.00	21
19	H	234.65		234.65	100.00	79
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	2.93			
Max V.D.=		=	79.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad alta son: Pulimiento de agregados y Desprendimiento de agregados, mientras que las de severidad media son: Abultamiento y hundimientos. Ver Tabla 54.

Tabla 55

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-68

No	VALORES DEDUCIDOS		TOTAL	q	V.D.C.	
1	79	29.6	21	-	129.6	
2	79	29.6	2	-	110.6	
3	79	2	2	✓	83.0	
					MAX V.D.C	83.00
					PCI =	17.00

Como se parecía en la Tabla 55; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 79,00, 29,60 y 21,00; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 83,00, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 17,00, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

Unidad de Muestreo 71 (U-71)

La Unidad de Muestreo 71 U-71, está comprendida por un área de 234,65 m² y pertenece al carril de subida, correspondiente a la progresiva inicial 01 km + 191,30 m y su progresiva final de 01 km + 227,40 m, un ancho de calzada de 6,50 m

Tabla 56

Identificación de fallas en la U.M. U-71

CÁLCULO PCI						
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES		TOTAL	DENSIDAD	V.D.
11	L	1.95	0.90	2.85	1.21	3
12	H	234.65		234.65	100.00	21
13	H	0.20		0.20	0.09	50.8
19	H	231.80		231.80	98.79	78
NÚMERO DE VALORES DEDUCIDOS		=	3.02			
Max V.D.=		=	78.00			

Se aprecia diversas patologías presentes en la Unidad de Muestreo en mención, donde se puede precisar que las de severidad alta son: Pulimiento de agregados, Huecos y Desprendimiento de agregados, mientras que las de severidad baja son: Parcheo. Ver Tabla 56.

Tabla 57

Máximo Valor Deducido en la U.M. U-71

No	VALORES DEDUCIDOS				TOTAL	q	V.D.C.
1	78	50.8	21	3	152.8	4	84.2
2	78	50.8	21	2	151.8	3	89
3	78	50.8	2	2	132.8	2	87.8
	78	2	2	2	84	1	84
						MAX V.D.C	89.00
						PCI =	11.00

Como se parecía en la Tabla 57; una vez efectuada la evaluación, se logró obtener los valores deducidos corregidos siendo estos; 78,00, 50,80, 21,00 y 3,00; aplicando la Metodología PCI, se logró determinar un indicador Máximo de Valor Deducido rectificado de 89,00, para posteriormente tener un valor PCI, con el cual se determina el estado del pavimento, que para esta sección de pavimento resulto un Índice de Condición de Pavimento de 11,00, categorizándolo como un pavimento en estado Muy Malo.

CAPÍTULO V. DISCUSIÓN

5.1. Discusión de Resultados

Luego de la investigación realizada en la vía de estudio, con una longitud aproximada de 1,300 metros aproximadamente con una sección de calzada de 6,50 metros, el desarrollo de la investigación se realizó mediante la aplicación de la metodología PCI, que; es un método de inspección visual el cual concluye en un diagnóstico de la condición del pavimento flexible teniendo en cuenta un estado de pavimento fallado hasta un pavimento en estado excelente, determinado mediante una escala que va desde cero (0) a cien (100).

Observando la comparativa entre las vías de subida y bajada, se logra apreciar que, en la vía de subida se registran mayores Unidades de Muestreo categorizadas como MUY MALO, en consecuencia, de una mayor severidad de las patologías presentes en el pavimento, siendo las más frecuentes Parcheo, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de agregados.

Mediante el presente estudio se realizó el estudio a 26 unidades de muestreo correspondientes a la vía de estudio correspondientes a la vía de subida y bajada, obteniendo un valor de promedio de 38,20 para la vía de subida y 49,21 para la vía de bajada, concluyendo así con un valor promedio total de 43,28 la cual suscribe una condición de pavimento como REGULAR.

5.1.1. Respecto a la vía de estudio

Mediante la información recolectada en el análisis superficial de la vía de estudio, se identificaron diversos tipos de patologías presentes en el pavimento, considerando que, en la vía de subida principalmente fueron; Parcheo abarcando la mayor cantidad de la longitud de la vía de estudio, Pulimiento de agregados y Desprendimiento de agregados.

Así mismo se representa de manera gráfica los resultados obtenidos correspondiente a cada tramo de la vía de estudio, apreciando así los resultados obtenidos en la vía de subida y bajada.

Figura 50

Índice de Condición de Pavimento PCI - Vía de Subida

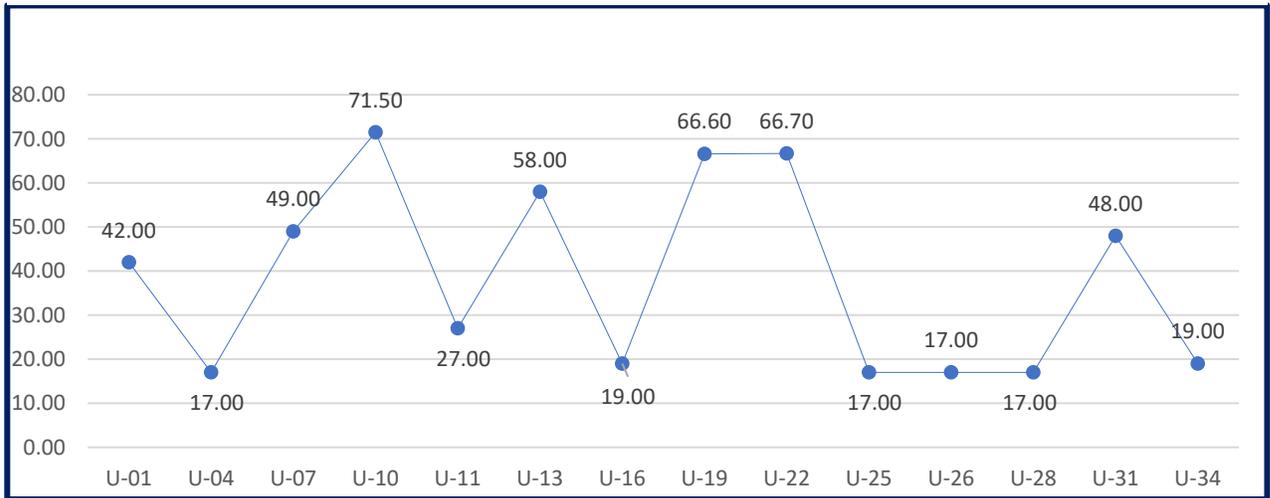
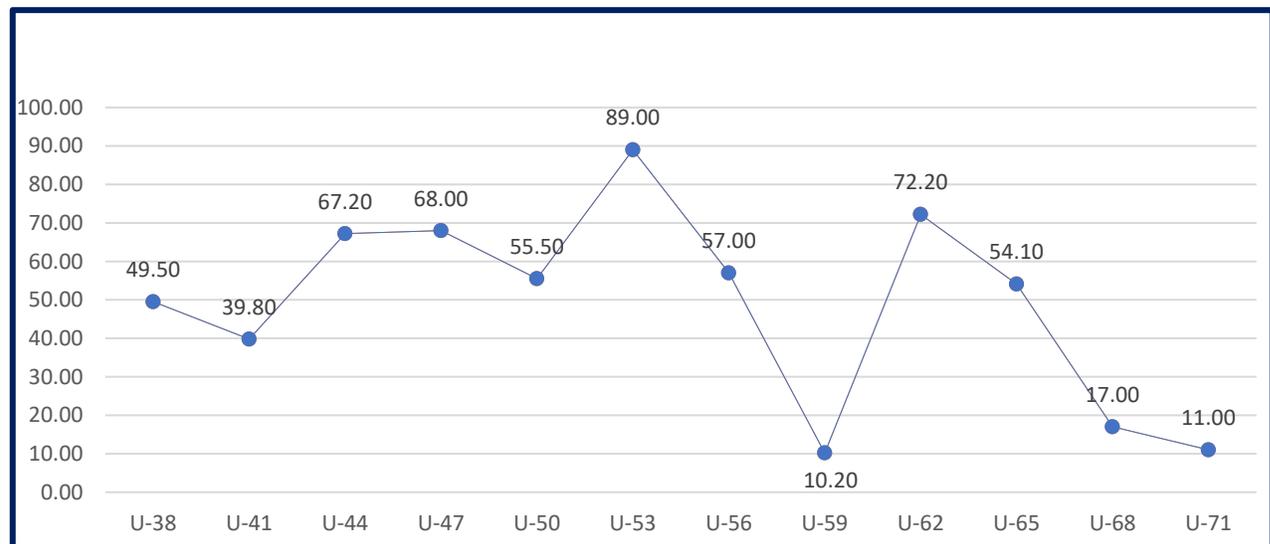


Figura 51

Índice de Condición de Pavimento PCI - Vía de Bajada



Teniendo en cuenta las figuras 51 y 52 se logra apreciar los valores del PCI para cada unidad de muestro, teniendo en cuenta estos valores y el por qué algunas muestras tienen mejor condición de PCI que otras, realizando la evaluación se pudo apreciar que cuando la patología abarca toda o la gran mayoría el área de la muestra, teniendo en cuenta la severidad en estas, los valores deducidos aumentan y por ende el máximo valor deducido corregido también, lo que nos lleva a tener un nivel de PCI malo , por lo contrario cuando las patologías tienen un área menor con respecto al área total de la muestra este puede presentar una mejor condición de PCI siempre teniendo en cuenta la severidad de las patologías.

En la siguiente figura se puede observar que el 60% de los tramos en estudio presentan un valor de PCI bajo clasificándolo, así como pavimento en estado MUY MALO, un 20% de los tramos en estudio obtuvieron un valor que lo clasifica como pavimento en estado BUENO, un 20% de los tramos en estudio obtuvieron un valor que lo clasifica como pavimento en estado MUY BUENO

Figura 52

Porcentaje de incidencia según la condición del pavimento – Vía de Subida

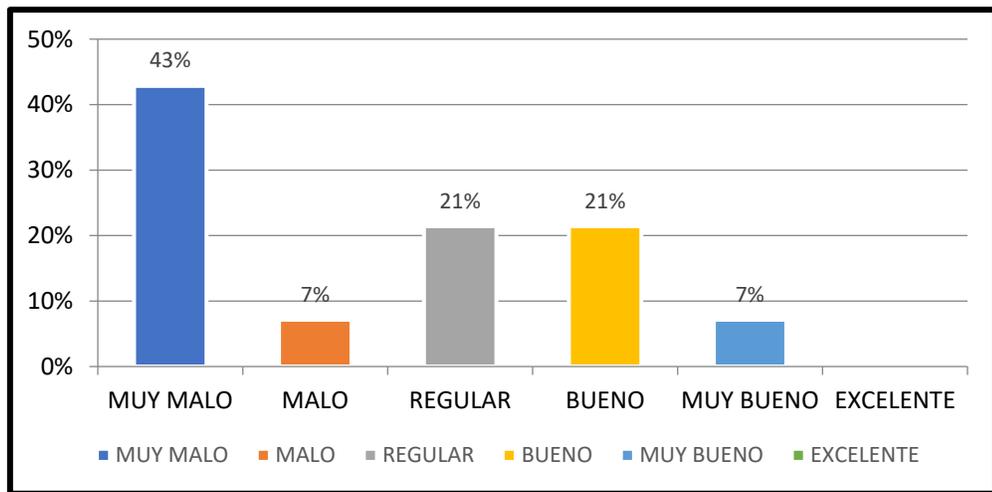


Figura 53

Porcentaje de incidencia según la condición del pavimento - Vía de Bajada

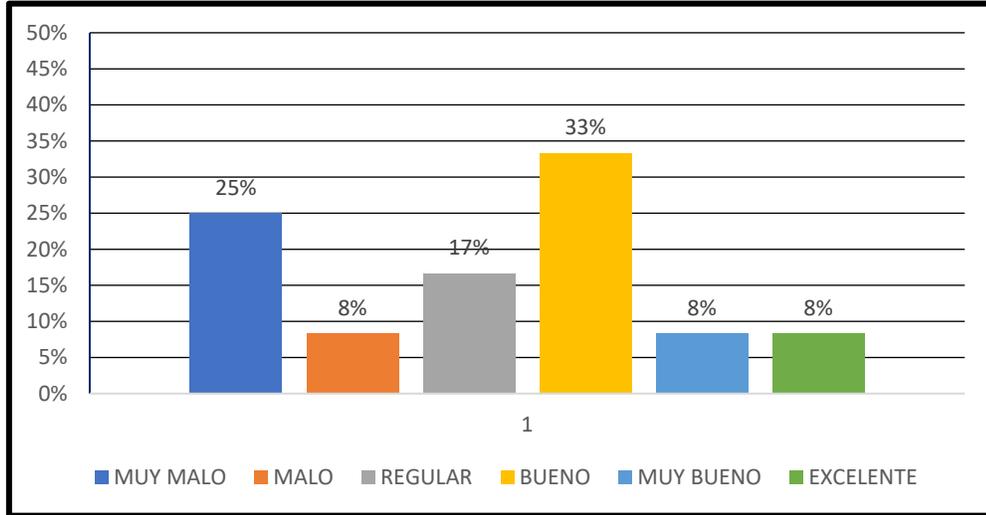
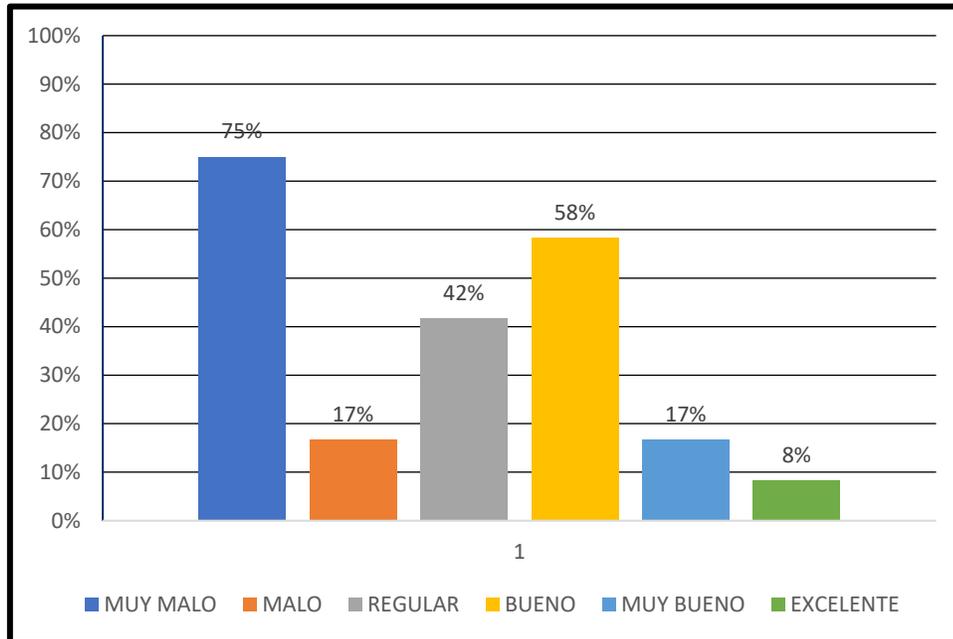


Figura 54

Porcentaje de incidencia según la condición del pavimento - Resumen total



CONCLUSIONES

Se logró desarrollar la evaluación superficial aplicando la metodología PCI para el pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann segmento Av. Basadre y Forero hasta Av. Bugarvillas, distrito de Pocollay, Tacna – 2022, mediante un estudio in situ para las diferentes unidades de muestreo.

Se determinó los parámetros de evaluación aplicando la metodología PCI para realizar la evaluación superficial del pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay segmento Av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas, haciendo uso de los procedimientos propuestos por dicha metodología.

Se empleó la metodología PCI para determinar el índice de condición del pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay segmento Av. Basadre Forero – Av. Bugarvillas, siendo este un valor desfavorable, determinando así un estado actual de la vía con un valor PCI de 43,28.

La condición del pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay segmento av. Basadre y Forero – Av. Bugarvillas, teniendo en consideración el valor de PCI determinado para la vía en estudio (43,28) corresponde a un estado de pavimento Regular, la cual requiere un mejoramiento para una mejor transitabilidad de los usuarios.

RECOMENDACIONES

Se recomienda a la Municipalidad Distrital de Pocollay que, dentro de su compromiso que tiene con la población, tenga en cuenta los resultados del presente estudio, el cual define un estado de condición del pavimento flexible, debido a que se encuentra en una zona muy transcurrida por los estudiantes de la Universidad Privada de Tacna, y a partir de los resultados obtenidos en el presente estudio puedan elaborar expedientes técnicos para la rehabilitación o reconstrucción de la vía.

A partir de los resultados obtenidos del índice de condición del pavimento flexible, se recomienda que, para garantizar una mejor transitabilidad para los usuarios de la vía en estudio, la Municipalidad Distrital de Pocollay realizar una programación para la elaboración de planes de mantenimiento de vías haciendo uso de la normativa CE.010 para pavimentos urbanos, así mismo recomendar la construcción de bermas en la vía para así evitar más patologías en el pavimento y que su condición empeore.

Se recomienda el uso de la metodología PCI, como uno de los métodos necesarios para un mantenimiento de vía, con el fin de determinar la condición de esta, ya que si se realizan evaluaciones periódicamente se podrían realizar mantenimientos y reparaciones tempranas en el pavimento.

Se recomienda a las entidades a cargo de ejecutar los mantenimientos de las vías publicar la información correspondiente a los planes de trabajos, ejecución física y financiera del mantenimiento rutinario, periódico y emergencia.

Se recomienda coordinar la Empresa Prestadora de Servicios (EPS) para poder efectuar los mantenimientos de las conexiones de agua y desagüe antes de iniciar una rehabilitación de la vía en estudio, previniendo así las fallas correspondientes a parcheo, la cual afectará directamente a la vía en la serviciabilidad y vida útil de esta misma.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguilera Chinchay, A. (2017). Evaluación de las patologías existentes en el pavimento flexible de la avenida don bosco, cuadras 28, 29,30 y 31 del aa-hh. santa rosa, distrito veintiséis de octubre, departamento de piura, octubre - 2017. (Doctorado). Universidad Católica los Ángeles Chimbote.
- Alvarado Quispe, M. y Laura Santos, A. (2022). Evaluación superficial para la mejora de la transitabilidad vehicular en la calle antunez de mayolo mediante el método pci y rugosímetro merlín, tacna, 2022. Universidad Privada de Tacna. <https://repositorio.upt.edu.pe/handle/20.500.12969/2348>
- Montejo, A. (2012). *Ingeniería de Pavimentos para Carreteras*. Ed. AGORA.
- Osuna, R. (2008). *Propuesta para la implementación de un sistema de administración de pavimentos para la red vial de la ciudad de Mazatlán*. Repositorio Digital UNAM. https://ru.dgb.unam.mx/handle/DGB_UNAM/TES01000637719
- Panta Campos, G. (2017). Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la av. chulucanas entre las progresivas km. 0+000 al km. 0+670 del distrito veintiséis de octubre, provincia de piura y departamento de piura, octubre 2017. Universidad Católica los Ángeles Chimbote. <http://repositorio.uladech.edu.pe/handle/20.500.13032/1861>
- Pereda Huamán C. (2014). *Índice de condición de pavimento de la carretera Cajamarca – La Colpa*.
- Pérez Gómez, S. (2022). Evaluación de la condición operacional del pavimento asfáltico para mejorar la transitabilidad vehicular de la avenida industrial. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4534>
- Pérez León, J. y Ramírez Leyva, J. (2018). Evaluación y determinación de las patologías del pavimento asfáltico en la av. los tréboles – distrito de chiclayo – provincia de chiclayo - departamento lambayeque. Universidad Señor de Sipán. <https://repositorio.uss.edu.pe/handle/20.500.12802/5534>

Rodríguez, Edgar. (2009) *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla*. Repositorio Institucional PIRHUA.

Ticona Calizaya, E. (2022). 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. Universidad Nacional Jorge Basadre Grohman. <http://repositorio.unjbg.edu.pe/handle/UNJBG/4508>

Anexo 1.

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	INDICADOR	METODOLOGÍA
<p>PROBLEMA PRINCIPAL ¿Cuál es el estado actual del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo Av. Basadre y Forero - Av. Buganvillas, distrito de Pocollay, Tacna – 2022 producto del resultado de la evaluación superficial aplicando la metodología PCI?</p>	<p>OBJETIVO GENERAL Desarrollar la evaluación superficial aplicando la metodología PCI para el pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo Av. Basadre y Forero - Av. Buganvillas, distrito de Pocollay, Tacna – 2022.</p>	<p>HIPÓTESIS GENERAL Mediante el desarrollo de la evaluación superficial aplicando la metodología PCI para el pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann tramo Av. Basadre y Forero hasta Av. Buganvillas, distrito de Pocollay, Tacna – 2022, la evaluación superficial la clasificara como mala.</p>	<p>VARIABLE DEPENDIENTE Evaluación superficial del pavimento flexible</p>	<ul style="list-style-type: none"> Tipos de pavimentos Patologías presentes en el pavimento flexible Análisis visual del pavimento flexible Parámetros de evaluación 	<p>Tipo de investigación Explicativo</p> <p>Diseño de la investigación - De campo</p> <p>Población - Toda la carpeta asfáltica del distrito de Pocollay.</p>
<p>PROBLEMAS ESPECÍFICOS a) ¿Cuál es el procedimiento que nos determina los parámetros de evaluación aplicando la metodología PCI para realizar la evaluación superficial de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Buganvillas?</p>	<p>OBJETIVOS ESPECÍFICOS a) Determinar los parámetros de evaluación aplicando la metodología PCI para realizar la evaluación superficial del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Buganvillas.</p>	<p>HIPÓTESIS ESPECÍFICAS a) Aplicando la metodología PCI para realizar la evaluación superficial de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Buganvillas, se aprecian resultados desfavorables debido a la condición de la vía.</p>	<p>VARIABLE INDEPENDIENTE Aplicación del método PCI para determinar la condición del pavimento flexible</p>	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación de parámetros. Muestro de patologías en pavimento flexible Análisis visual del pavimento cálculo del PCI condición del pavimento 	<p>Muestra - Carpeta asfáltica de la Av. Jorge Basadre Grohmann. Tramo av. Basadre y forero – av. Buganvillas</p> <p>Técnicas de Recolección de datos - Observación - Formatos de recolección de datos. - Método PCI.</p> <p>Instrumentos - Hoja de datos de campo - Plano de distribución - Reportes del método PCI.</p>
<p>b) ¿Cuáles son las fallas específicas del pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Buganvillas?</p>	<p>b) Emplear la metodología PCI para determinar el índice de condición del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre Forero – Av. Buganvillas.</p>	<p>b) Empleando la metodología PCI para calcular el índice de condición de pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la Av. Basadre y Forero – Av. Buganvillas, la vía presenta deficiencias severas de grado alto.</p>			
<p>c) ¿Cuál es el nivel de severidad de las fallas encontradas en el pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la av. Basadre y Forero – Av. Buganvillas?</p>	<p>c) Determinar la condición del pavimento flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la av. Basadre y Forero – Av. Buganvillas.</p>	<p>c) Determinando la condición del pavimento de la Av. Jorge Basadre Grohmann del distrito de Pocollay tramo comprendido entre la av. Basadre y Forero – Av. Buganvillas, se podrá recomendar las correcciones necesarias para la vía en estudio.</p>			