



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL

Evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del índice de condición del pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:
INGENIERO CIVIL

AUTOR:

Delina Aricely Reyes Aguilar

ASESORES:

Dra. María Ysabel García Alvarez

Mgr. Luis Humberto Díaz Huiza

LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:

Diseño de Infraestructura Vial

LIMA – PERÚ

2018

El Jurado encargado de evaluar la tesis presentada por don (a) Delina Aricely Reyes Aguilar cuyo título es: Evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del índice de condición del pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.

Reunido en la fecha, escuchó la sustentación y la resolución de preguntas por el estudiante, otorgándole el calificativo de: .../2...(número)Dose.....(letras).

Lima, San Juan de Lurigancho 04 de Julio del 2018



 PRESIDENTE



 SECRETARIO

Mgtr. Ing. German Fernando Casuso Iberico. Mgtr. Ing. Jaime Heman Espinoza Sandoval.



 VOCAL

Mgtr. Ing. Luis Humberto Díaz Huiza.

				
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó
				Vicerrectorado de Investigación

Dedicatoria

A Dios por darme las fuerzas necesarias y estar conmigo en cada paso que doy durante el desarrollo de esta investigación. A mis padres por el apoyo incondicional durante el transcurso de mi carrera profesional y a mis hermanos por haberme guiado y alentado para seguir adelante.

Agradecimientos

Agradezco a Dios por guiarme en cada paso que doy para seguir adelante; A todos quienes me brindaron apoyo incondicional durante este periodo de estudio, a los asesores por su guía y orientación para elaboración de esta investigación. Agradecer a la Universidad Cesar Vallejo, a la escuela de Ingeniería Civil por brindar conocimientos a través de sus docentes.

Declaratoria de autenticidad

Yo Delina Aricely Reyes Aguilar con DNI N° 72957249, a efecto de cumplir con las disposiciones vigentes consideradas en el Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo, Facultad de Ingeniería, Escuela Profesional de Ingeniería Civil, declaro bajo juramento que toda la documentación que acompaño es veraz y auténtica. Asimismo, declaro también bajo juramento que todos los datos e información que se presenta en la presente tesis son auténticos y veraces. En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como de información aportada por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas de la Universidad César Vallejo.

Lima 04 de julio de 2018

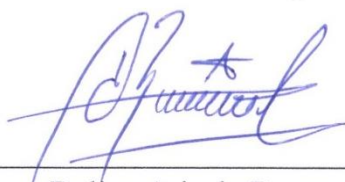


Delina Aricely Reyes Aguilar

DNI: 72957249

Presentación

Señores miembros del jurado, en cumplimiento del Reglamento de Grados y Títulos de la Universidad César Vallejo presento ante ustedes la tesis titulada “Evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018”, cuyo objetivo es evaluar superficialmente el pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018 y que someto a vuestra consideración y espero que cumpla con los requisitos de aprobación para obtener el título profesional de Ingeniero Civil. La investigación consta de seis capítulos. En el primer capítulo se explica la introducción que contiene esta investigación, detallando la realidad problemática que presenta la zona de estudio, así mismo se da a conocer el problema principal, aporte que brinda, y los objetivos que contiene esta investigación. En el segundo capítulo se muestra la metodología con la que está desarrollado la investigación, dando a conocer el instrumento de recolección de datos y la validez. En el tercer capítulo se detalla los resultados que se obtiene después de la recolección de datos tomados en campo, mediante el instrumento y tablas estadísticas. En el cuarto capítulo se explica la discusión de resultados, que se detalla la comparación de las diferencias y semejanzas de los resultados obtenidos en esta investigación con los resultados obtenidos en los trabajos previos y teorías. En el quinto capítulo se presenta las conclusiones de esta investigación basada en los objetivos dados. En el sexto capítulo se detalla las recomendaciones para futuras investigaciones, que utilizan las mismas variables de esta investigación, y finalmente se presenta las referencias bibliográficas que se tomaron en cuenta para el desarrollo de esta investigación.



Delina Aricely Reyes Aguilar

DNI: 72957249

Resumen

El presente trabajo de investigación tiene como objetivo evaluar superficialmente el pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018. El tipo de investigación es aplicada por el mismo hecho de tratarse de un tema que busca soluciones ante los problemas que se presentan, el nivel de investigación que se está desarrollando es descriptivo y explicativo, el diseño de investigación es no experimental de corte transversal ya que al recolectar datos no se manipula las variables no se generan cambios, y se obtienen los datos en un solo tiempo. Para esta investigación contamos con dos variables, evaluación superficial del pavimento flexible e índice de condición del pavimento. La muestra para esta investigación es la avenida Ferrocarril que consta de 2100 metros que será sometido a una evaluación. Para la recolección de datos se emplea como instrumento la hoja de registro realizado bajo los procedimientos del método del índice de condición del pavimento. Luego se presenta el resultado obtenido después de la recolección de datos tanto en el rango numérico y en el rango de clasificación, presentando un estado de pavimento regular, por lo que el pavimento requiere de intervención inmediata. Finalmente se expone las conclusiones y recomendaciones basadas en la evaluación superficial del pavimento donde se determinó los parámetros de evaluación, se realizó el cálculo del índice de la condición y se obtuvo el resultado final de la evaluación, lo cual se puede determinar el tipo de intervención que requiere el pavimento de acuerdo al estado en la que se encuentra, de esa manera optimizar los gastos de reparación y brindar una circulación cómoda, eficiente y sobretodo seguro.

Palabras claves: Evaluación superficial del pavimento, índice de condición del pavimento.

Abstract

The objective of this research work is to evaluate superficially the flexible pavement using the Pavement Condition Index method in Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018. The type of research is applied to the same type of problem that seeks solutions for the problems that arise, the level of research that is being developed is descriptive and explanatory, the research design is non-experimental of a cross-sectional nature since when collecting data the variables are not manipulated, no changes are required, and the data is obtained in one time. For this investigation, we have two variables, superficial evaluation of the flexible pavement and pavement condition index. The sample for this investigation is the avenue Ferrocarril that consists of 2100 meters that was never an evaluation. For data collection, the record sheet made under the procedures of the pavement condition index method is used as an instrument. Then the result obtained after the data collection in the numerical range and in the classification, range is presented, presenting a state of regular pavement, so the pavement requires immediate intervention. Finally, to present the conclusions and recommendations in the superficial evaluation of the pavement where the evaluation parameters were determined, the calculation of the index of the condition was made and the final result of the evaluation was obtained, which can determine the type of intervention. Which requires the pavement according to the state in which it is located, thereby optimizing repair and repair costs, insurance and above all insurance.

Keywords: Surface pavement evaluation, pavement condition index.

Índice general

Resumen	VII
Abstract.....	VIII
I. INTRODUCCIÓN.....	1
1.1 Realidad problemática	3
1.2 Trabajos previos.....	4
1.3 Teorías relacionadas al tema.....	6
1.4 Formulación del problema	27
1.5 Justificación del estudio.....	27
1.6 Hipótesis	29
1.7 Objetivos.....	30
II. MÉTODO.....	31
2.1 Diseño de la investigación	32
2.2 Variables, operacionalización.....	33
2.3 Población y muestra.....	35
2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad.....	35
2.5 Métodos de análisis de datos	36
2.6 Aspectos éticos	36
III. RESULTADOS	37
IV. DISCUSIÓN.....	71
V. CONCLUSIONES.....	74
VI. RECOMENDACIONES	76
VII. REFERENCIAS	78
VIII. ANEXOS	82

Índice de tablas

Tabla 1. Tipos de fallas establecidos por el PCI.....	22
Tabla 2. Nivel de severidad establecida por el PCI.....	23
Tabla 3. Longitudes de unidades de muestreo asfáltico.	23
Tabla 4. Rangos de calificación del PCI.	25
Tabla 5. Clasificación práctica de mantenimiento PCI.	26
Tabla 6. Opciones de reparación para fallas de PCI.....	26
Tabla 7. Matriz de operacionalización de las variables de la investigación.....	34
Tabla 8. Unidades de muestreo a evaluar.	42
Tabla 9. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 01 de la Av. Ferrocarril.	45
Tabla 10. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 2 de la Av. Ferrocarril.	46
Tabla 11. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 03 de la Av. Ferrocarril.	47
Tabla 12. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 04 de la Av. Ferrocarril.	48
Tabla 13. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 05 de la Av. Ferrocarril.	49
Tabla 14. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 06 de la Av. Ferrocarril.	50
Tabla 15. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 07 de la Av. Ferrocarril.	51
Tabla 16. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 08 de la Av. Ferrocarril.	52
Tabla 17. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 09 de la Av. Ferrocarril.	53
Tabla 18. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 10 de la Av. Ferrocarril.	54
Tabla 19. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 11 de la Av. Ferrocarril.	55
Tabla 20. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 12 de la Av. Ferrocarril.	56
Tabla 21. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 13 de la Av. Ferrocarril.	57
Tabla 22. Hoja de registro de la unidad de muestra UM 14 de la Av. Ferrocarril.	58
Tabla 23. Resumen de resultado de PCI.....	59
Tabla 24. Porcentaje total de condición de pavimento.....	59
Tabla 25. Total de metrados de fallas en la Av. Ferrocarril.	60
Tabla 26. Presupuesto referencial de mantenimiento de la Av. Ferrocarril.	65
Tabla 27. Acciones de mantenimiento en la Av. Ferrocarril.....	66

Índice de figuras

Figura 1. Sección transversal del pavimento flexible.....	7
Figura 2. Sección transversal del pavimento rígido.	7
Figura 3. Sección transversal del pavimento semi rígido.....	8
Figura 4. Sección transversal del pavimento articulado.....	8
Figura 5. Piel de cocodrilo.....	11
Figura 6. Agrietamiento en bloque.....	11
Figura 7. Grieta de reflexión de junta.....	12
Figura 8. Grieta de borde.....	12
Figura 9. Grietas transversales y longitudinales.....	13
Figura 10. Grietas parabólicas o por deslizamiento.	13
Figura 11. Abultamientos y hundimientos.....	14
Figura 12. Corrugación.....	14
Figura 13. Depresión.....	15
Figura 14. Desnivel carril – berma.....	15
Figura 15. Parches.....	16
Figura 16. Ahullamiento.....	16
Figura 17. Desplazamiento.....	17
Figura 18. Hinchamiento.....	17
Figura 19. Huecos o baches.....	18
Figura 20. Pulimiento de agregados.....	18
Figura 21. Peladura y desprendimiento.....	19
Figura 22. Exudación.....	19
Figura 23. Cruce de Vía Férrea.....	20
Figura 24. Ubicación de la Av. Ferrocarril.....	38
Figura 25. Mapa de suelos en los distritos de Lima.....	39
Figura 26. Escala de tráfico típico.....	40
Figura 27. Tráfico típico en la Av. Ferrocarril.....	40
Figura 28. Dirección de flujo vehicular.....	41
Figura 29. Características de la Av. Ferrocarril.....	41
Figura 30. Seccionamiento del pavimento en unidades de muestra.....	42
Figura 31. Resultado de curva de VD de piel de cocodrilo de la unidad de muestra 1.....	43

Figura 32. Resultado de VDC de la unidad de muestra 1.....	44
Figura 33. Porcentaje de condición de pavimento en las unidades de muestra.....	60
Figura 34. Nivel de severidad de piel de cocodrilo.	61
Figura 35. Nivel de severidad de agrietamiento en bloque.	62
Figura 36. Nivel de severidad de depresión.	63
Figura 37. Nivel de severidad de borde.....	63
Figura 38. Nivel de severidad de grietas longitudinales y transversales.	64
Figura 39. Nivel de severidad de parches.....	64
Figura 40. Nivel de severidad de baches.	64
Figura 41. Nivel de severidad de desprendimiento de agregados.	65
Figura 42. Proceso de intervención de bacheos y parches.	67
Figura 43. Sellado de fisuras y grietas.....	68
Figura 44. Recapeo asfáltico o sobrecarpeta.	69
Figura 45. Riego de liga – arena en piel de cocodrilo.	70
Figura 46. Medida del ancho de calzada de la Av. Ferrocarril.....	95
Figura 47. Registro de unidades de muestra.....	95
Figura 48. Grietas de borde en la Av. Ferrocarril.....	96
Figura 49. Depresión en la Av. Ferrocarril.....	96
Figura 50. Piel de cocodrilo en la Av. Ferrocarril.....	97
Figura 51. Grietas longitudinales en la Av. Ferrocarril.....	97
Figura 52. Baches en la Av. Ferrocarril.....	98
Figura 53. Parches en la Av. Ferrocarril.....	98
Figura 54. Desprendimiento de agregados en la Av. Ferrocarril.....	99
Figura 55. Agrietamiento en bloque en la Av. Ferrocarril.	99

Índice de anexos

Anexo 1. Matriz de consistencia	83
Anexo 2. Instrumento de recolección de datos.....	84
Anexo 3. Curvas de Valor Deducido para cada tipo de falla mediante el PCI.....	85
Anexo 4. Curvas de Valor Deducido corregido (CDV)	94
Anexo 5. Evidencias de recolección de datos en campo	95
Anexo 6. Aforo vehicular de la Av. Ferrocarril.	100
Anexo 7. Análisis de precios unitarios de mantenimientos de Av. Ferrocarril.....	101
Anexo 8. Validación del instrumento.....	104

I. INTRODUCCIÓN

Las vías de comunicación es una de principales bases de desarrollo del país, por ello es importante estudiar el tema de pavimentos; Uno de los problemas más serios que se vive en la ciudad de Lima es el deterioro de los pavimentos presentando así diversos tipos de fallas como baches, fisuras, depresiones, produciendo incomodidad en los usuarios que transitan por estas vías, por ende dificultan el transito normal de vehículos. Tal como mencionan Shah, Jain, Tiwari y Jain (2013), “Los pavimentos son los principales activos de la infraestructura de carreteras. Mantenimiento y rehabilitación de estos pavimentos al nivel deseado de la capacidad de servicio es uno de los problemas que enfrentan los ingenieros de pavimentos y la administración en el sector de carreteras” (p. 332).

Esta investigación se basa en trabajos previos, donde investigadores realizaron el tema, lo cual servirá para desarrollar las discusiones correspondientes a los resultados de esta investigación, de la misma manera este trabajo de investigación se basa en teorías correspondientes al tema.

Ante ello esta investigación se basa principalmente en como evaluar superficialmente el pavimento flexible empleando el método de Índice de condición del pavimento en la Av. Ferrocarril en el distrito de Santa Anita en el año 2018, así mismo con esta investigación se pretende cumplir con el objetivo propuesto. Por ello Shahnazari, Tutunchian, Mashayekhi y Amini (2012), menciona que, la evaluación de las condiciones del pavimento se ha convertido en una parte integral de la gestión del pavimento (...). Actualmente hay varios índices que se utilizan para describir las condiciones del pavimento, como la condición del pavimento índice (PCI), (...) estos índices convierten las dificultades del pavimento en un índice más práctico (p. 1495).

1.1 Realidad problemática

Desde hace muchos años, los pavimentos flexibles se van construyendo, sus inicios fueron en Europa a fines del siglo XIX, así mismo se fue desarrollando la tecnología de construir los pavimentos en distintos países, la cual tuvo un buen comportamiento durante muchos años. Según el Manual de Pavimentos “Tiempo atrás, en los pavimentos se realizaba mantenimientos pero no se administraban, por ellos las redes del pavimento deben ahora ser administradas, no solo mantenidas” (p. 375). Si bien es cierto el pavimento está sometido a grandes esfuerzos externos, por lo que es de vital importancia estudiar continuas evaluaciones con el fin de realizar mantenimientos y conservación del mismo acorde a la condición en la que se encuentra.

En el Perú, si bien es cierto, en nivel de serviciabilidad en las vías va incrementando progresivamente, por el mismo hecho de conectar ciudades para el transporte; así mismo a través de estas vías se interrelacionan pueblos con fines económicos, sociales, culturales, etc. La estructura del pavimento juega un papel importante con respecto a la infraestructura vial, con el fin de ofrecer a las personas una circulación cómoda, eficiente, económica y sobretodo ofrecer una seguridad adecuada. Las carreteras están sometidas a diferentes factores, por el mismo hecho de estar ubicados en distintas regiones, las cuales producen fallas en los pavimentos antes de cumplir su vida útil con la que fue diseñada.

En la actualidad, la población ha ido creciendo considerablemente en la ciudad de Lima, lo cual se vió afectada en el incremento del parque automotor, como consecuencia hace que al pasar el tiempo se presentan fallas en las vías, mediante degradaciones y deformaciones en los pavimentos. La situación actual del pavimento flexible en el distrito de Santa Anita, es uno de los principales problemas de la infraestructura de las vías que se presentan después de su construcción, por ende es importante realizar una evaluación superficial en un tramo de la Av. Ferrocarril en el mencionado distrito en el año 2018, como lugar de estudio, por el mismo hecho de encontrar muchas fallas las cuales afectan a una buena circulación, ante ello puede deberse a diversos factores, a un mal diseño de la estructura, mala calidad de materiales, a la falta de continuo mantenimiento, alto tránsito, cargas exteriores, diversos agentes climáticos, etc.

Pero el problema principal es que no se realiza un adecuado mantenimiento o rehabilitación de las vías con respecto al tipo o clase de fallas que presentan, interviniendo cuando la falla de tal pavimento es mucho más grave, sin tener en consideración la evaluación del pavimento en su comportamiento con respecto al avance del tiempo. Ante

ello Brown (1988), menciona que “Algunos problemas con los pavimentos de asfalto se pueden prevenir o retrasar mediante el uso de un buen mantenimiento práctico” (p. 1).

Ante tal problemática se requiere realizar mantenimientos o rehabilitaciones del pavimento, para lo cual es importante evaluar la condición o estado real en la que se encuentra, para poder aplicar un adecuado mantenimiento; Para ello existen diferentes métodos que se emplean. Uno de los métodos más empleados para la realizar la evaluación, basada en la superficie del pavimento, es el PCI (Índice de Condición del Pavimento), que consiste en realizar evaluación del pavimento a base de la inspección visual, dependiendo del tipo de daño o falla que presenta, la severidad en que se encuentra y la cantidad de fallas presentes en dicho pavimento, contando con el método que indica el PCI, en donde se determina la condición o estado del pavimento cuantificando de 0 a 100 desde fallado hasta excelente respectivamente.

1.2 Trabajos previos

Nacionales

Robles (2015), menciona como objetivo general determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Pedro de Osma y en la Av. Prolongación de la Castellana mediante la evaluación de las patologías del pavimento basado en la Norma ASTM D6433-07, la muestra de esta investigación es la Av. Pedro de Osma de la cuadra N° 1 a la cuadra N° 8 y la Av. Prolongación de la Castilla de la cuadra N° 10 a la cuadra N° 11, el instrumento que se utilizó fue hoja de registro bajo los parámetros del método de PCI, mediante todas las evaluaciones realizadas a las dos vías se llega a la conclusión de, al momento de analizar la Av. Pedro de Osma no se pudo aplicar el método por ser una avenida de pavimento mixto, si bien, el método de PCI está diseñada para inspeccionar visualmente el estado de pavimentos asfálticos e hidráulicos, a pesar de ser el método más eficaz y rápido se debe conocer sus limitaciones para no caer en errores, pero por experiencia del investigador infiere que la sección izquierda está totalmente deteriorada y recomienda una reconstrucción total de la sección y las secciones central y derecha necesitan un mantenimiento rutinario y en cuanto a la Av. Prolongación de la castellana se concluyó como un pavimento en mal estado y presenta la falla de piel de cocodrilo en mayor incidencia a causa de fatiga, la intervención que se debe realizar en esta sección es reconstrucción total.

Así mismo Rabanal (2014), para su investigación presenta como objetivo general realizar el análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de Evitamiento Norte, utilizando el método Índice de condición del pavimento, como muestra se tomó la

Vía de Evitamiento Norte, entre el Jr. San Ginez y el cruce de la Antigua Vía de Evitamiento Norte de la ciudad de Cajamarca; los instrumentos que se utilizaron fue fichas y formatos de registro; mediante los estudios realizados esta investigación llegó a la conclusión de que la vía de Evitamiento Norte entre el Jr. San Ginez y la Antigua Vía de Evitamiento norte de la ciudad de Cajamarca en el año 2014 muestra un valor de PCI = 49 con una escala de pavimento regular, presentando las fallas con mayor nivel de severidad tales como baches, piel de cocodrilo, agrietamientos longitudinales y transversales y agrietamiento en bloque. Por ende el pavimento evaluado requiere de medidas de reparación como limpieza y sellado de las grietas, aplicar riego de liga para incrementar el PCI de la unidad de muestra.

Leguía y Pacheco (2016), presentan en su investigación como propósito principal realizar la evaluación superficial del pavimento flexible en las vías arteriales Cincuentenario, Colón y Miguel Grau aplicando el método del PCI, con el fin de conocer la condición actual del pavimento en estudio; la muestra en estudio son las vías arteriales Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho – Huaura – Lima); Para el instrumento de recolección de datos se elaboró un formato de evaluación para la recolección de datos bajo los procedimientos del método PCI; Esta investigación llega a la conclusión de que al realizar la evaluación física visual de las avenidas se logró identificar 14 clases de fallas, al aplicar el método PCI se determinó que la Av. Cincuentenario tiene un PCI de 51.84 y se encuentra en un estado de conservación regular, y la Av. Colón y Miguel Grau tienen un PCI de 59.29 y presentan un estado de conservación bueno, así mismo detalla que la aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento evalúa el tipo de fallas que se presentan y el estado de pavimento en la que se presentan con el fin de realizar el tratamiento que corresponde a cada uno.

Internacionales

Coy (2017), presenta como objetivo general para su investigación evaluar y comparar los métodos VIZIR y PCI en un pavimento flexible urbano de la calle 134 entre cra 52a y 53c, la muestra que se tomó para esta investigación es el tramo de las calles 134 entre carreras 52a y 53c en Suba Bogotá; el instrumento para la recolección de datos del método PCI fue mediante el software UnalPCIA y para el método VIZIR se utilizó un formato de recolección de datos; Para esta investigación se llegó a la conclusión de que las metodologías PCI y VIZIR obtuvieron datos de calificación muy parecidos, donde el método PCI dio como resultado un promedio de 65 con un estado Bueno y el método VIZIR dio como resultado de deterioro superficial de 2 con un estado Bueno, por lo tanto ambas metodologías califican la vía en un buen estado, que los daños superficiales son menores, a pesar de que las

metodologías aplican procedimientos muy diferentes, el método VIZIR es más sencillo de aplicar y se entiende más fácil y es aplicado solo a daños estructurales, y el método PCI evalúa 19 tipos de daños y tiene en cuenta los daños estructurales y funcionales, Por lo tanto el método PCI es la más completa al momento de evaluar un pavimento flexible.

Como también Armijos (2009), presenta su investigación sobre la evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja; la muestra para esta investigación es la Avenida Manuel Carrión P. que se ubica en la ciudad y provincia de Loja, el instrumento utilizado fue el formato para la evaluación de la superficie de un pavimento con superficie asfáltica y de concreto hidráulico; llegando a una conclusión de la avenida en evaluación mediante el PCI el promedio de los dos lados es 51, encontrándose en un estado regular, por lo que se considera una rehabilitación por lo menos con bacheo en la zonas más críticas, así mismo en la calles de la ciudad de Loja se debe realizar evaluaciones mediante el PCI para conseguir que se efectúe políticas de conservación y detener el deterioro de las calles.

Por ultimo Pinilla (2007), presenta su investigación con el propósito de evaluar el estado superficial del pavimento de la carretera Puente de la Libertad – Fresno en el sector Puente de la Libertad aplicando la metodología francesa VIZIR y la metodología norteamericana PCI y realizar la evaluación económica del tramo utilizando la metodología del Banco Mundial basada en el programa HDM-4; se tomó como muestra la carretera sector puente de la Libertad – Maltería desde el K0+000 hasta el K6+000 (código 5006); el instrumento utilizado fue el formato inventario de daños a base de procedimientos de evaluación del pavimento en estudio; Por lo tanto esta investigación tiene como conclusión que mediante la metodología VIZIR dio resultado de 3 con un estado de pavimento regular, y la metodología PCI dio como resultado igual a 50 con un estado regular, por lo tanto ambas metodologías dieron un resultado datos similares.

1.3 Teorías relacionadas al tema

- **Evaluación superficial del pavimento flexible**

De acuerdo a la ingeniería, el pavimento es una estructura estratificada que se apoyan sobre la subrasante para resistir adecuadamente las cargas y esfuerzos repetitivos que se originan por el tránsito durante el periodo de tiempo de diseño. Según Montejó (2002), “Un pavimento está constituido por un conjunto de capas superpuestas, relativamente horizontales, que se diseñan y construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados” (p. 1). Así mismo es una superficie que brinda una adecuada seguridad y comodidad a las personas, proporcionando un buen servicio de calidad.

Es importante tener en cuenta la conservación y un adecuado mantenimiento de los pavimentos para que sigan funcionando correctamente para cualquier circunstancia. Como también, necesariamente durante un periodo de funcionamiento deberá requerir de algún tipo de mantenimiento o rehabilitación para prolongar de tiempo de vida útil.

Clasificación de los pavimentos

Los principales pavimentos que se consideran son los siguientes.

Pavimentos Flexibles, también llamado pavimento asfáltico. Montejo (2002), refiere que este tipo de pavimento está formado por una carpeta asfáltica en la parte superior, apoyada sobre la base y subbase, que son capas no rígidas, y estas a su vez están apoyadas en la subrasante, la cual es el mismo suelo; Tiene un periodo de vida de 10 – 20 años.

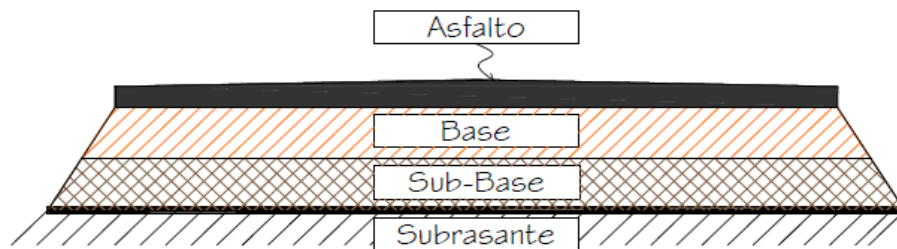


Figura 1. Sección transversal del pavimento flexible. Constituido por una capa asfáltica en la superficie de rodadura, lo cual es más económico durante su construcción inicial, pero también tiene la desventaja de requerir periódicamente mantenimiento para cumplir con su vida útil; Adaptado de “Evaluación superficial del algunas calles de Loja”, por Armijos, C., R., 2009, p. 4, por Universidad técnica particular de Loja.

Pavimentos rígidos, El pavimento rígido es una estructura compuesta por losas de concreto con o sin acero, como muestra la figura 2, donde las capas inferiores no tienden a deformarse; Con respecto a los costos iniciales de su construcción es más elevado en comparación a los pavimentos flexibles, y tiene un periodo de vida de 30 y 40 años. Coronado (2002), refiere que al ser muy consistente y rígido la superficie de este pavimento, hay una buena distribución de cargas producidas por el tránsito vehicular, por ende las tensiones en la subrasante son mínimas.

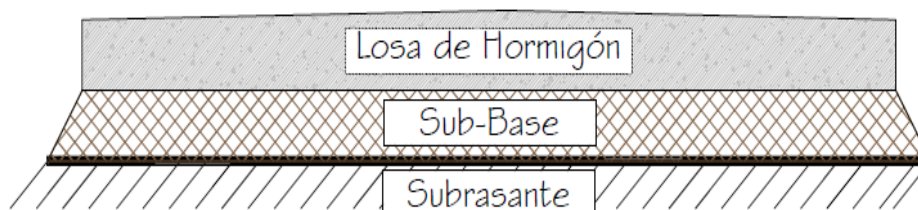


Figura 2. Sección transversal del pavimento rígido. Compuesta por losas de concreto que requiere un mantenimiento mínimo, principalmente en las juntas de losa, la distribución de las deformaciones se da a lo largo de la capa de losa de concreto; Adaptado de “Evaluación superficial del algunas calles de Loja”, por Armijos, C., R., 2009, p. 5, por Universidad particular de Loja.

Pavimentos semi rígidos, Según Manual completo para diseño de pavimentos (2004), “[...] normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible en la superficie, es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico” (p. 11). En este tipo de pavimento al encontrarse rigidizada artificialmente, incrementa la capacidad portante del suelo, por el mismo hecho de contener algún tipo de aditivos mencionado anteriormente.

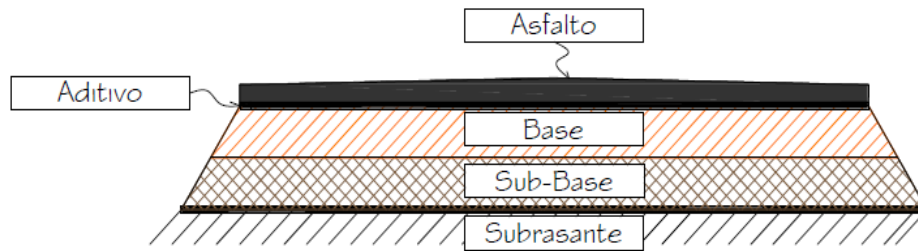


Figura 3. Sección transversal del pavimento semi rígido. Combinación de los pavimentos flexibles y rígidos, con el fin de producir una disminución de la velocidad de los vehículos, la cual le da otro tipo de comportamiento frente a la transitabilidad de los mismos; Adaptado de “Evaluación superficial del algunas calles de Loja”, por Armijos, C., R., 2009, p. 4, por Universidad técnica particular de Loja.

Pavimentos Articulados, Montejo (2002), refiere que este tipo de pavimento está compuesto por una capa de bloques de concreto, conocidos como adoquines, que puede ser asentado sobre una capa delgada de arena. De la misma manera esta capa de arena sirve como filtro de agua que se puede generar en cualquier momento mediante la juntas de estos bloques; como también se apoya sobre la subrasante.

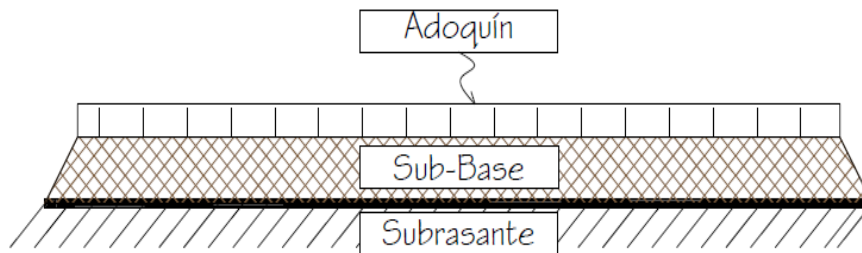


Figura 4. Sección transversal del pavimento articulado. Compuesto por adoquines, deben tener una adecuada resistencia para soportar las cargas del tránsito y sobre todo para soportar el desgaste producido por estas cargas; Adaptado de “Evaluación superficial del algunas calles de Loja”, por Armijos, C., R., 2009, p. 5, por Universidad técnica particular de Loja.

Evaluación de pavimento

La evaluación del pavimento consiste en un estudio sobre el estado que presenta la estructura y la superficie del pavimento, así tomar medidas adecuadas de mantenimiento y rehabilitación de acuerdo a la condición en la que se encuentra; Principalmente se realiza con el fin de prolongar la vida útil del pavimento, por lo que es importante realizar una evaluación adecuada.

La principal finalidad de toda evaluación es realizar un mantenimiento o refuerzo de los pavimentos en servicio, mediante la corrección de los defectos para alcanzar una mayor transitabilidad durante un periodo de tiempo prolongado.

Tipos de evaluación del Pavimento Flexible

Evaluación Superficial.- Para Montejo (2002), la evaluación superficial del pavimento “consiste en la definición del estado superficial de la carretera y su entorno, todo tipo de obras o elementos auxiliares relacionados con el pavimento que de manera directa o indirecta pueden afectar a la comodidad y seguridad del usuario” (p. 508).

La evaluación superficial se refiere a aquella evaluación obtenida en la vía con el objetivo de analizar las fallas que afectan al pavimento y así mismo saber el estado actual. Si bien es cierto existen diversos métodos para realizar la evaluación superficial de pavimentos, las cuales son prácticos de emplear, en donde uno de los métodos más sencillos es mediante la evaluación visual. Por lo general la evaluación se realiza en dos etapas; Evaluación inicial, consiste en realizar una inspección general de la vía en estudio, la cual se realizará recorriendo el camino mediante un vehículo para detallar la serviciabilidad que está brindando a los usuarios y evaluación detallada, que consiste en realizar una inspección más detallada de la vía, con el fin de recopilar la información necesario para determinar la evaluación del pavimento, describiendo los tipos de fallas encontradas en la vía y su cuantificación que nos permite determinar el índice de estado.

También conocida como evaluación funcional, que tiene como objetivo determinar las deficiencias entre la calidad de la superficie y el estado de las condiciones del pavimento, teniendo en cuenta todos los factores que afectan negativamente la seguridad, comodidad y economía.

Evaluación Estructural.- Es la evaluación de la capacidad estructural en las distintas capas que está compuesto la estructura del pavimento; se puede dividir en dos, ensayos destructivos, que consiste, mediante calicatas, en obtener la composición de las capas de la estructura para realizar ensayos que corresponde; y ensayos no destructivos, que consiste en medir las deflexiones con equipos necesarios.

Fallas en pavimentos flexibles

Las fallas en pavimentos flexibles consisten en un conjunto de daños las cuales disminuyen con respecto a su serviciabilidad y funcionalidad del pavimento. Uno de los factores que afecta el comportamiento del pavimento es el tipo de carga y velocidad que actúa sobre la

vía. La causa más probable para la identificación de la falla de un pavimento es de mucha importancia para dar origen a la evaluación del mismo, aunque resulte difícil identificar, para ello se evaluará los distintos factores que alteran las fallas del pavimento, dando paso a la evaluación correspondiente.

Existen diversos factores o causas que ocasionan fallas en la superficie del pavimento, por lo que se ve perjudicado la seguridad, comodidad y rapidez con que se debe circular por estas vías (Manual de carreteras, 2014).

Según Corros, Urbáez y Corredor (2009), mencionan que las fallas se clasifican según su origen, fallas funcionales o superficiales, donde las fallas se presentan en la superficie del pavimento, y fallas estructurales (p. 47).

Las fallas funcionales se muestran cuando el pavimento no brinda un paso seguro sobre él, no brinda una buena comodidad, es decir ya no existe la función de diseño con la que se inició; Está ligada a la carpeta asfáltica, al perder la calidad de la superficie de rodadura y la fricción superficial es inadecuada; Se corrigen regularizando la superficie, la cual se realiza acoplando capas asfálticas delgadas que no aportan estructuralmente. En tanto las fallas estructurales se refieren a aquellas fallas graves y afectan al paquete estructural, la falla es producida en una o más capas del pavimento, ocasionando el deterioro del mismo, por ende afectan en proporción la capacidad de soportar distintas cargas o esfuerzos para las que fue diseñado y construido el pavimento; Se corrigen mediante refuerzos sobre el pavimento cuando ya están reparadas las fallas identificadas, o bien, se corregirán mediante una reconstrucción total del pavimento para que el comportamiento sea el adecuado ante exigencias del tráfico.

Clasificación de fallas en pavimentos flexibles

Según la Norma ASTM (2005), Las fallas del pavimento son “indicadores externos del deterioro del pavimento [...]. Fallas típicas son las fisuras, el ahullamiento y peladura superficial del pavimento” (p. 3).

Las fallas en este tipo de pavimento se pueden agrupar en cuatro, tales como: fisuras y grietas, deformaciones, desintegración y por ultimo afloramientos y otros; Realizando a continuación una descripción para cada tipo de fallas que son establecidas por la Norma ASTM 5340 basándose principalmente en aquellas fallas para la evaluación de pavimentos flexibles.

Así mismo se tomará en cuenta estos tipos de fallas para la evaluación de la avenida en estudio.

Fisuras y Grietas:

Piel de cocodrilo.- Son un conjunto de grietas conectadas entre sí, como muestra la figura 5, se inicia por la falla de fatiga en la superficie del pavimento a causa de cargas repetitivas de tránsito; dando paso a la formación de grietas en forma de polígonos variados, asemejándose a la piel de cocodrilo.



Figura 5. Piel de cocodrilo. Elaboración propia, 2018.

Agrietamiento en bloque.- Conjunto de grietas interconectadas en bloques por lo general en forma rectangulares que pueden variar de 30 x 30 cm a 3 x 3 metros; este tipo de fallas está asociado a la contracción del concreto asfáltico.



Figura 6. Agrietamiento en bloque. Adaptado de “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible”, Por Rodríguez, D., 2009, p. 14, por Universidad de Piura.

Grieta de reflexión de junta.- Son grietas transversales y longitudinales producidas en pavimentos asfálticos sobre pavimentos de concreto; causadas por el movimiento de las losas de concreto por acción de humedad o temperatura.



Figura 7. Grieta de reflexión de junta. Elaboración propia, 2018.

Grieta de borde.- Son grietas paralelas que se originan en los bordes de los pavimentos, a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde; causadas por las cargas del tránsito, por debilitamiento debido a condiciones climáticas.



Figura 8. Grieta de borde. Elaboración propia, 2018.

Grietas transversales y longitudinales.- Las grietas longitudinales son paralelas a la dirección de tránsito y la grietas transversales son perpendiculares a la dirección del eje de tránsito, por lo general estos tipos de fallas no están asociados a las cargas, se originan por la contracción de la superficie del asfalto debido a cambios de temperatura dando paso al endurecimiento del asfalto.



Figura 9. Grietas transversales y longitudinales. Elaboración

Grietas parabólicas o por deslizamiento.- Son grietas producidas en forma de media luna, ocasionadas generalmente cuando las ruedas frenan o giran dando lugar al deslizamiento de la superficie del pavimento.



Figura 10. Grietas parabólicas o por deslizamiento. Elaboración propia, 2018.

Deformaciones:

Abultamientos y hundimientos.- Los abultamientos son levantamientos del pavimento tipo ondas, en donde se desplazan hacia arriba, y los hundimientos se deforman hacia debajo de la superficie del pavimento.



Figura 11. Abultamientos y hundimientos. Adaptado de “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible”, Por Rodríguez, D., 2009, p. 15, por Universidad de Piura.

Corrugación.- Son deformaciones en forma de cimas y depresiones menores a 3 metros, estas fallas por lo general son perpendiculares a la dirección del tránsito, que se origina a causa de la acción de tránsito y por una base inestable.

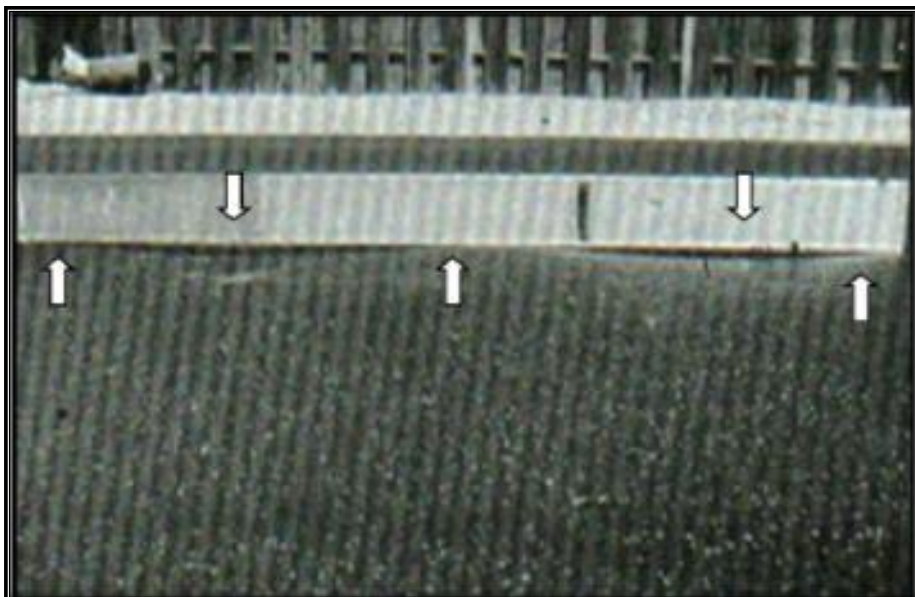


Figura 12. Corrugación. Adaptado de “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible”, Por Rodríguez, D., 2009, p. 15, por Universidad de Piura.

Depresión.- Son fallas que se diferencian por el nivel ligeramente más bajo que la superficie normal del pavimento a su alrededor, son ocasionadas por asentamientos de la subrasante o por deficiencia en su construcción.



Figura 13. Depresión. Adaptado de “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible”, Por Rodríguez, D., 2009, p. 16, por Universidad de Piura.

Desnivel carril – berma.- Son deformaciones de desnivel entre el borde del pavimento y la berma, producidos por el asentamiento de la berma o por colocación de nuevas capas en el carril del pavimento sin ajustar el nivel de la berma.



Figura 14. Desnivel carril – berma. Tomado de “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos”, por Miranda, R., 2010, p. 26, por Universidad Austral de Chile.

Parches.- Se considera a un área del pavimento que fue reemplazada por material nuevo con el fin de reparar el daño que existía o por instalación de acometidas se servicio, disminuyendo el nivel de servicio de la vía.



Figura 15. Parches. Elaboración propia, 2018.

Ahullamiento.- Es una depresión de la superficie del pavimento ocasionados por las huellas de las ruedas de vehículos que transitan sobre él, se da debido a las cargas de tránsito, como también a una pobre compactación dando origen a la inestabilidad en la capas del pavimento.



Figura 16. Ahullamiento. Tomado de “Deterioros en pavimentos flexibles y rígidos”, por Miranda, R., 2010, p. 26, por Universidad Austral de Chile.

Desplazamiento.- Es un corrimiento longitudinal de un área de la superficie a causa de cargas de tránsito empujando contra el pavimento produciendo una onda corta en la superficie, ocurren cuando se confinan pavimento de concreto de cemento y pavimentos asfálticos.



Figura 17. Desplazamiento. Adaptado de “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible”, Por Rodríguez, D., 2009, p. 23, por Universidad de Piura.

Hinchamiento.- Es una deformación por medio de un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento acompañado por agrietamiento en la superficie, producido por suelos expansivos o por congelamiento de la subrasante.



Figura 18. Hinchamiento. Adaptado de “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible”, Por Rodríguez, D., 2009, p. 24, por Universidad de Piura.

Desintegración:

Huecos o baches.- Son pequeñas depresiones en forma de tazón producido en la superficie del pavimento con diámetros menores a 90 cm, se originan cuando existen puntos débiles de la base o de la subrasante por una estructura insuficiente y el crecimiento de estos huecos se da por la acumulación de agua dentro del mismo.



Figura 19. Huecos o baches. Elaboración propia, 2018.

Pulimiento de agregados.- Es la pérdida de resistencia al deslizamiento del pavimento, es decir es el desgaste de la superficie, ocasionados por las cargas de tránsito repetitivas que se originan y por la falta de agregados en el asfalto.



Figura 20. Pulimiento de agregados. Elaboración propia, 2018.

Peladura y desprendimientos.- Desintegración de la superficie del pavimento producido por las partículas sueltas del agregado, las causas posibles son fallas de adherencia del agregado y asfalto, por asfaltos deficientes o endurecidos.



Figura 21. Peladura y desprendimiento. Elaboración propia, 2018.

Otras fallas:

Exudación.- Se genera por el afloramiento de material bituminoso hacia la superficie del pavimento producido por el exceso de asfalto en la mezcla, forma una superficie brillante, pegajosa y resbaladiza. Por lo general se da en tiempo de altas temperaturas y el asfalto tiende a aflorar a hacia la superficie.



Figura 22. Exudación. Tomado de “Diseño de Pavimentos I Evaluación de Pavimentos”, por Corros, M., Urbáez, E., y Corredor G., 2009, p. 3-9, por Universidad Nacional de Ingeniería.

Cruce de Vía Férrea.- Los defectos ocasionados por el cruce de vías férreas son fallas que se presentan alrededor de los rieles.



Figura 23. Cruce de Vía Férrea. Tomado de “Cálculo del índice de condición del pavimento (PCI)”, por Robles, R., 2015, p. 82, por Universidad Ricardo Palma.

Causas del surgimiento de fallas

Existen diversas causas que afectan la condición de la superficie del pavimento, durante la vida de servicio; tales como se menciona en los siguientes párrafos:

Una de las causas que produce fallas en los pavimentos es la insuficiencia estructural, que consiste en la construcción de pavimentos mediante materiales no correspondientes con respecto a resistencia, o materiales adecuados pero se comete errores constructivos, que no cumple con lo requerido, ya sea como diseños mal elaborados, y falta de consideraciones de futuros imprevistos.

Así mismo, defectos constructivos, que consiste en pavimentos construidos con materiales adecuados o suficientemente resistentes, pero no se cumplieron con los requerimientos adecuados, produciendo errores, afectando el comportamiento de la estructura; El Manual de Carreteras (2014), refiere que los diversos factores que causan fallas en el pavimento, traen como consecuencia la disminución de calidad de los materiales y debilitamiento estructural de las capas del pavimento, tales como deficiencia en el proceso constructivo, mezclas inadecuadas, mala compactación, etc.

Como también se debe a causas por fatiga, que consiste en el incremento de cargas y la frecuencia del tránsito, es decir mayores a las previstas de las que fue diseñada inicialmente, es decir se debe a errores previamente de diseño y también al incremento de tráfico.

Finalmente a factores climáticos que por lo general se dan por aquellos factores desfavorables que se presentan, o que no se previeron en el proyecto, ya sea mediante la elevación del nivel freático, por medio de inundaciones, presencia de lluvias, insuficiencia de drenaje correspondiente, etc., las cuales afectan el contenido de humedad del pavimento y la subrasante afectando el desempeño del mismo.

- **Índice de Condición del Pavimento**

Se inició en el año 1974 por el cuerpo de la Fuerza Aérea de los Estados Unidos, y fue publicado en 1978, con el fin de determinar un sistema de administración de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles y rígidos. Este método es uno de los más completos para realizar la evaluación de pavimentos. Ha llegado a ser un Método Estándar de la Sociedad Americana para Ensayos y Materiales (ASTM D5340).

Índice de Condición del Pavimento (PCI)

Norma ASTM (2005), hace referencia que el método PCI da a conocer una medición del estado actual que presenta el pavimento, mediante las fallas observadas en la superficie, la cual se realiza con el objetivo de determinar el tipo de mantenimiento o reparación adecuado.

Principalmente se basa en indicar la calificación de las condiciones superficiales del pavimento flexible, mediante una inspección visual y recolección de datos; al realizar un monitoreo continuo mediante el PCI se determina la manera en la que el pavimento se deteriora, por lo que se identifica una solución de mantenimiento adecuado propuestos por este método. Según Vásquez (2002):

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. [...] El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen CLASE, SEVERIDAD y CANTIDAD que cada daño presenta. (p.2).

El resultado final que establece el método del PCI se da mediante una escala de calificación, que es evaluada en los tramos, conocidos como unidades de muestra, obteniendo el resultado final de la evaluación superficial del pavimento.

Parámetros de Evaluación

Uno de los parámetros para realizar la evaluación de pavimentos es el catálogo de fallas, consideradas por el Método de PCI y podemos encontrar en el Manual de Daños:

Tabla 1.
Tipos de fallas establecidos por el PCI.

Nº	Tipos de Fallas	Unidad
1	Piel de cocodrilo	m2
2	Exudación	m2
3	Agrietamiento en bloque	m2
4	Abultamientos y hundimientos	m
5	Corrugación	m2
6	Depresión	m2
7	Grieta de borde	m
8	Grieta de reflexión de junta	m
9	Desnivel Carril/Berma	m
10	Grietas Longitudinales y Transversales	m
11	Parches	m2
12	Pulimiento de agregados	m2
13	Baches	und
14	Cruce de Vía Férrea	m2
15	Ahullamiento	m2
16	Desplazamiento	m2
17	Grietas Parabólicas o por deslizamiento	m2
18	Hinchamiento	m2
19	Peladura y Desprendimiento de agregados	m2

Nota: La tabla muestra los tipos de fallas establecidos por el PCI los cuales considera 19 anomalías, cuentan con sus unidades de medida para ser evaluadas. Adaptada de “Manual PCI”, por Vásquez, L., 2002, p. 81.

El siguiente parámetro es el nivel de severidad, donde representa el grado de deterioro según su progresión, entre más severo y menos severo. Donde bajo (L) se representa mediante percepciones suaves y ligeras vibraciones en el vehículo al transitar por una determinada vía, la cual no provoca incomodidad, como también no es necesario reducir la velocidad por lo que brinda comodidad y seguridad al usuario. Así mismo medio (M), que se representa mediante la percepción de vibraciones en el vehículo mucho más significativas por lo que es necesario reducir la velocidad, donde algunas fallas provocan rebotes generando la incomodidad del usuario. Y finalmente la severidad alto (H), donde se perciben vibraciones y mayor incomodidad en el vehículo más excesivas, por lo que es necesario reducir la velocidad en forma considerable para una buena comodidad y seguridad en los usuarios.

Tabla 2.*Nivel de severidad establecida por el PCI.*

Nivel de Severidad		
Baja	Low	L
Media	Medium	M
Alta	High	H

Nota: La tabla muestra los niveles de severidad que presentan cada tipo de fallas tales como bajo (L), medio (M) y alto (H). La cual se recurre a su medición para determinar el nivel en el que se encuentra el tipo de falla. Tomado de la elaboración propia de esta investigación.

El último parámetro que se tiene en cuenta son las unidades de muestra, se refiere a la extensión del área o longitud que se encuentra afectada según el tipo de falla que presenta, cuyas dimensiones pueden variar; se obtiene a partir del seccionamiento de la vía, considerando el ancho de la calzada, se inspecciona cada unidad de muestra con el fin de medir el tipo, severidad y cantidad de daños.

Tabla 3.*Longitudes de unidades de muestreo asfáltico.*

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

Nota: Las Longitudes de unidades de muestreo asfáltico presentan algunas relaciones de ancho / longitud de pavimento, donde el tamaño del área de unidad varía de 230 m² +/- 93m² que podrían ser consideradas. Tomado de "Manual PCI", por Vásquez, L., 2002, p. 3.

Determinación de las Unidades de Muestreo

Se recomienda seccionar las unidades de muestreo en áreas iguales, para que la evaluación sea más rápido de realizar. El número mínimo de unidades de muestreo que se deben evaluar se determina mediante la siguiente ecuación:

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

e: Error admisible de la sección según el PCI (*e*=5%).

σ: Desviación estándar del PCI es igual a 10 para pavimentos asfálticos.

Así mismo las unidades de muestras a evaluar se expresan mediante la siguiente ecuación, donde nos da a conocer los intervalos de muestras para la evaluación; Si se requiere evaluar cantidades exactas se optará por evaluar todas las unidades de muestra.

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

Donde:

N: Número total de unidades de muestreo disponible.

n: Número mínimo de unidades a evaluar.

i: Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior.

Cálculo del PCI

- **Cálculo del Valor Deducido (VD)**

Se determina el tipo y nivel de severidad de fallas que se encuentra y se rellena en el formato, la falla se puede medir en área, unidad o longitud de acuerdo al tipo de falla. Para obtener la densidad de cada falla expresada en porcentaje, se obtiene dividiendo la cantidad de los tipos de fallas según el nivel de severidad entre al área total de la unidad de muestra en estudio multiplicado por 100. Se halla el valor deducido de cada tipo de falla y según el nivel de severidad por medio de curvas de valor deducido por fallas, como se muestra en el anexo 3.

- **Número máximo admisible del Valor Deducido**

Si ninguno de los valores deducidos es mayor a 2 se usa como Valor Deducido Corregido al mayor Valor Deducido, caso contrario se determinará el número máximo admisible del Valor Corregido.

Realizar una lista de cada uno de los valores deducidos de mayor a menor, hallar el número máximo admisible del valor deducido mediante la siguiente ecuación:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$$

Donde:

m_i : Número máximo admisible de VD

HDV_i : Mayor VD individual para la unidad de muestra.

- **Valor Deducido Corregido (CDV)**

Se determina el número de valores deducidos q mayor que 2 y se obtiene el valor deducido total al sumar cada uno de los valores deducidos. Hallar el CDV mediante la iteración de q y el valor deducido total en la curva de corrección establecido por el método PCI, como muestra en el anexo 4.

- **Determinar el PCI**

Finalmente se calcula el PCI, condición de la vía, de la sección en estudio mediante la sustracción de 100 y el CDV obtenido anteriormente, tal como se muestra en la siguiente ecuación.

$$PCI = 100 - CDV$$

Donde:

CDV: Máximo valor deducido corregido.

PCI: Índice de Condición del Pavimento.

Resultado de la Condición

Rango Numérico.- Se considera al índice numérico que varía entre 0 y 100, que es utilizado para indicar la condición del pavimento, donde cero indica que es un pavimento fallado y cien indica como un pavimento en excelente estado, tal como muestra en la tabla 4.

Rango de Clasificación.- Se considera al índice de clasificación que se califica desde un estado fallado hasta un estado de pavimento excelente.

Tabla 4.

Rangos de calificación del PCI.

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Nota: La tabla muestra el rango de calificación del PCI, que consideran de 0 a 100, desde un pavimento fallado a excelente respectivamente al realizar la evaluación. Tomado de “Manual PCI”, por Vásquez, L., 2002, p. 2.

Mediante el valor obtenido del PCI de la evaluación en campo se puede determinar el nivel de intervención para las diferentes fallas que se presentan en la vía.

Opciones de mantenimiento o rehabilitación

Para las condiciones que presenta el método de índice de condición del Pavimento, es importante tener en cuenta el tipo de mantenimiento o rehabilitación que se va a realizar en el pavimento de acuerdo a su condición actual que presenta mediante la evaluación superficial que se realiza, de esa manera alargar la vida útil, y realizar un apropiado trabajo de mantenimiento.

Según Jugo (2005), “Es importante tener presente que su estructura sufrirá – con el tiempo – daño y deterioro aun cuando sea adecuadamente diseñado y construido de acuerdo con todas las especificaciones” (p. 2).

Tabla 5.
Clasificación práctica de mantenimiento PCI.

PCI	Condición	Características
> 70	Buena	El pavimento no requiere intervención alguna, solo mantenimiento en menor proporción.
40 - 70	Regular	Condición Intermedia. Acciones recomendables.
< 40	Mala	El pavimento requiere de algún tipo de intervención.

Nota: La tabla muestra una clasificación práctica de mantenimiento para pavimentos flexibles según la condición que presenta el pavimento y tomar una adecuada intervención. Adaptado de “Manual de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos flexibles”, por Jugo, A., 2002 p. 6.

Para cada tipo de fallas que se producen en el pavimento asfáltico según el método de índice de condición del pavimento, es de relevancia describir las opciones de reparaciones de acuerdo al nivel de severidad que presenta cada falla, como muestra en la siguiente tabla.

Tabla 6.
Opciones de reparación para fallas de PCI.

N°	Falla	Opciones de Reparación		
		Bajo (L)	Medio (M)	Alto (H)
1	Piel de cocodrilo	No se hace nada, sello superficial, sobrecarpeta	Parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecarpeta	Parcheo parcial o en toda la profundidad, sobrecarpeta, reconstrucción.
2	Exudación	No se hace nada.	Se aplica arena / agregados.	Se aplica arena / agregados y cilindrado si fuera necesario.
3	Agrietamiento en bloque	Sellado se grietas con ancho mayor a 3mm, riego de sello.	Sellado de grietas, reciclado superficial.	Sellado de grietas, reciclado superficial, escarificado en caliente y sobrecarpeta.
4	Abultamientos y hundimientos	No se hace nada.	Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.	Reciclado (fresado), parcheo profundo o parcial, sobrecarpeta.
5	Corrugación	No se hace nada	Reconstrucción	Reconstrucción
6	Depresión	No se hace nada	Parcheo superficial parcial.	Parcheo superficial parcial o profundo.
7	Grieta de borde	No se hace nada. Sellado de grietas con ancho mayor a 3mm.	Sellado de grietas, parcheo parcial o profundo.	Parcheo parcial o profundo.
8	Grieta de reflexión de junta	Sellado para anchos mayores a 3mm.	Sellado de grietas, parcheo parcial.	Parcheo parcial, reconstrucción de junta.
9	Desnivel Carril/Berma	Renivelación de bermas para ajusta al nivel del carril.		
10	Grietas Long. y Transversales	No se hace nada, sellado de grieta mayor a 3mm.	Sellado de grietas.	Sellado de grietas, parcheo parcial.
11	Parches	No se hace nada	No se hace nada, sustitución del parche.	Sustitución del parche.
12	Pulimiento de agregados	No se hace nada, tratamiento superficial, sobrecarpeta,	fresado y sobrecarpeta.	
13	Baches	No se hace nada, parcheo parcial.	Parcheo parcial o profundo.	Parcheo profundo.

14	Cruce de Vía Férrea	No se hace nada.	Parqueo superficial, reconstrucción de cruces.	Parqueo superficial o parcial, reconstrucción del cruce.
15	Ahullamiento	No se hace nada, fresado y sobrecarpeta	Parqueo superficial parcial, fresado y sobrecarpeta.	Parqueo superficial parcial o profundo, fresado y sobrecarpeta.
16	Desplazamiento	No se hace nada, fresado.	Fresado, parqueo parcial.	Fresado, parqueo parcial o profundo.
17	Grietas parabólicas	No se hace nada	Parqueo parcial.	Parqueo parcial.
18	Hinchamiento	No se hace nada	No se hace nada, reconstrucción.	Reconstrucción.
19	Desprendimiento de agregados	No se hace nada, sello superficial, tratamiento superficial	Sello superficial, tratamiento superficial, sobrecarpeta.	Tratamiento superficial, sobrecarpeta, reciclaje, reconstrucción.

Nota: Se presentan las opciones de reparaciones de acuerdo al nivel de severidad que presenta cada falla, lo cual será importante para tomar acciones adecuadas y de esa manera optimizar los gastos de recuperación. Tomado de “Manual PCI”, por Vásquez, L., 2002.

1.4 Formulación del problema

Sobre la base de realidad problemática presentada se planteó los siguientes problemas de investigación.

Problema general

El problema general de la investigación fue, ¿Cómo evaluar superficialmente el pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018?

Problemas específicos

Los problemas específicos de la investigación fueron los siguientes:

- ¿Cómo se determina los parámetros de evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018?
- ¿Cómo se realiza el cálculo del PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018?
- ¿Cómo se determina el resultado de la condición superficial del pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018?

1.5 Justificación del estudio

Esta investigación se justifica de manera teórica, teniendo en cuenta autores que estudiaron el tema, así mismo con una justificación metodológica, la cual se optará por proponer el tipo de mantenimiento que requiere mediante el resultado del método más usado por profesionales expertos en el tema, PCI, con una justificación tecnológica, que se dará a conocer de qué manera aporta esta investigación, y finalmente con una justificación económica.

Justificación teórica

La presente investigación busca, mediante la aplicación de teorías y conceptos básicos, estudiar la evaluación superficial del pavimento flexible y el comportamiento que tiene con respecto a distintos factores que se presentan, según Montejo (2002), “la incidencia de factores de diverso origen determinan alteraciones de la superficie de rodamiento de los pavimentos que afectan la seguridad, comodidad y velocidad con que debe circular el tránsito vehicular presente y futuro” (p. 505). Lo cual permitirá al investigador contrastar diversos conceptos relacionados al tema.

Ante ello según Rajagopal y George (2006), Las actividades de mantenimiento y rehabilitación (M & R) mejoran el pavimento de esa manera condicionar y fomentar un nuevo ciclo de vida. Las cuestiones clave para establecer prioridades en un pavimento es establecer un sistema de gestión, que es llevar cabo evaluaciones continuas, donde el nivel de las actividades de M & R influye en la condición del pavimento que se explora.

Justificación metodológica

Para llegar obtener los objetivos de esta investigación, se emplea técnicas tales como el uso del catálogo de fallas del PCI y hoja de registro que será procesado en un software para medir el índice de condición del pavimento, de esa manera se pretende conocer el estado actual que presenta la avenida en estudio, ante ello los resultados de la presente investigación, son válidas por las técnicas utilizadas en el medio.

Chong y Phang (s. f.), refieren que el estado deteriorado de la superficie es peligroso para el público viajero, por ello se lleva a cabo un mantenimiento preventivo urgente para remediar la situación, para ello se requiere de técnicas confiables para realizar dichas evaluaciones, ya sea teniendo en cuenta normativas de los tipos de fallas y sus características, para obtener resultados óptimos.

Así mismo Bandara y Gunaratne (2001), refieren que dado que la funcionalidad de los pavimentos de carreteras se deteriora constantemente debido a la carga de tráfico pesado y factores climáticos, una gestión de pavimento bien planificada y eficiente sistema implementada es requerido para asegurar un nivel satisfactorio de transporte en todo momento.

Justificación tecnológica

Esta investigación aporta información importante que podrá ser usada para futuras investigaciones dedicadas a esta temática para evaluar las mismas variables de evaluación

superficial del pavimento flexible, en diferentes dimensiones de tiempo y espacio, en donde estas evaluaciones son realizadas por fuentes confiables, las cuales pueden ser adaptados con facilidad mediante los objetivos y la base teórica presentada en esta investigación; Así mismo el método utilizado es el Índice de Condición del Pavimento, la cual es uno de los métodos más completos y efectivos para la evaluación superficial de pavimentos flexibles.

Para Ismail, Ismail y Atiq (2009), el desarrollo de un sistema experto de gestión de pavimento es una buena opción para llevar a cabo un mantenimiento o rehabilitación adecuado, donde se implementaría una base de datos de acuerdo a los lineamientos del índice de condición del pavimento.

Justificación económica

Al estar desarrollado el proyecto de investigación permitirá, a las entidades correspondientes del distrito de Santa Anita, obtener el estado actual del pavimento de la avenida en estudio, justificando una buena y adecuada inversión de mantenimiento o rehabilitación.

Rajagopal y George (2006), refieren que se debe realizar estudios paramétricos para estimar el momento y para seleccionar el nivel de tratamiento más efectivo, los resultados indican que el efecto inmediato de una actividad de M & R depende de la condición de la estructura subyacente, así mismo las reparaciones se realizan mientras el pavimento aún está en el lento tasa de deterioro, del tal modo, el tratamiento de mantenimiento oportuno reducirá el equivalente costo anual uniforme de la instalación.

1.6 Hipótesis

Hipótesis general

Se evalúa superficialmente el pavimento flexible mediante los parámetros del método del Índice de Condición del Pavimento basado en la norma ASTM D5340 en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.

Herold, Roberts, Smadi and Noronha (s.f.), mencionan que para realizar una evaluación de pavimento se debe basar en la norma ASTM lo cual se impone mediante el índice de condición del pavimento, basándose en las especificaciones de la norma.

Hipótesis específicas

- Se determina los parámetros mediante la evaluación superficial del pavimento flexible bajo los procedimientos del PCI en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.

Yang, John, y Gunaratne (2003), refieren que para llegar a desarrollar una buena evaluación superficial de pavimento mediante el PCI, se debe tomar en cuenta los parámetros

propuestos por este método, teniendo en cuenta toda las formulas propuestas y de esa manera obtener un resultado dable.

- Se realiza el cálculo del PCI mediante datos obtenidos en la evaluación superficial del pavimento flexible para cada unidad de muestra en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.

Park, Thomas y Wayne (2007), mencionan que el objetivo a largo plazo es obtener un sólido y rentable método para evaluar la condición del pavimento asfáltico, por lo que el estudio se evalúa mediante el PCI, la cual se estima mediante las unidades de muestra que se seleccionaron en el pavimento, seguido por los cálculos correspondientes, que puede medirse fácilmente y mejorar aún más el desarrollo modelos para alcanzar el objetivo preestablecido a largo plazo.

- Se determina el resultado de la condición superficial del pavimento flexible mediante la evaluación superficial, basado en la escala de clasificación del PCI en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.

Shahnazari, Tutunchian, Mashayekhi y Amini (2012), refieren que la estimación del PCI se basa en los resultados de una inspección visual en la que el tipo, la gravedad y la cantidad de anomalías son identificadas, de esa manera obtener el estado real del pavimento mediante las calificaciones que brinda el método.

1.7 Objetivos

Objetivo general

El objetivo general fue evaluar superficialmente el pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.

Objetivos específicos

Los objetivos específicos fueron los siguientes:

- Determinar los parámetros de evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.
- Realizar el cálculo del PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.
- Determinar el resultado de la condición superficial del pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.

II. MÉTODO

2.1 Diseño de la investigación

- **Tipo de Investigación**

Aplicada

La presente investigación es aplicada ya que se refiere a resolver problemas ante diversas situaciones existentes que requieren de solución, basándose en aportes bibliográficos y teorías existentes para generar una investigación beneficiosa para la sociedad y dando origen a una idea de respuesta ante una problemática.

Hernández, Fernández y Baptista (2010), refieren que este tipo de investigación se basa en los aportes teóricos y descubrimientos para generar buenos resultados, también es conocida como investigación básica, por ser práctica.

- **Nivel de Investigación**

Descriptivo

Se refiere a describir las variables a base de teorías relacionadas al mismo, es decir recoge información de los conceptos o variables en todos sus componentes ante una realidad a la cual se está realizando la investigación.

Según Hernández et al. (2010), “Los estudios descriptivos buscan especificar propiedades, características y perfiles de personas, grupos, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis” (p. 80).

Explicativo

El nivel de investigación explicativo se refiere a la relación causal que tienen las variables, no solo se describe el problema, también busca analizar las causas del problema, por qué y para qué del objetivo de estudio, con el fin de establecer conclusiones y explicaciones ante los problemas.

Hernández et al. (2010), menciona que “Los estudios explicativos van más allá de la descripción de conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales” (p. 84).

- **Diseño de Investigación**

No experimental

El diseño de esta investigación es no experimental, ya que en este tipo de estudios no se genera ninguna situación, es decir no se provoca intencionalmente para la investigación, pero sí se observan situaciones ya existentes en su ambiente natural, para luego analizarlo. Por lo que en esta investigación no se manipuló las variables.

Hernández et al. (2010), señalan que este tipo de diseño de investigación se realiza sin hacer variar o cambiar de manera intencional las variables, siendo analizados mediante observaciones del contexto natural que presenta para luego ser analizados.

Por otro lado es un tipo de investigación transversal, ya que Hernández et al. (2010), refieren que se recolectan datos en un momento dado para describir las variables y luego ser analizadas.

Por lo que en esta investigación los datos obtenidos en campo se tomaron una sola vez y en un tiempo único para luego ser analizados y estudiados por lo que se definen como investigación transversal o transeccional.

2.2 Variables, operacionalización

Variables

Variable Dependiente: Evaluación superficial del pavimento flexible.

Variable Independiente: Índice de Condición del Pavimento.

Operacionalización de las variables

La operacionalización se realiza para definir la medición de las variables, así mismo determinar los elementos que intervienen en las mismas, con el fin de obtener las dimensiones e indicadores, que se realizan mediante las variables de la investigación.

Matriz de Operacionalización de las variables

Tabla 7.

Matriz de operacionalización de las variables de la investigación.

Variable	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensión	Indicador	Instrumento	Escala de Medición
Evaluación superficial del pavimento flexible	“El momento en el cual se puede optimizar la inversión económica en trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos, incrementando considerablemente su vida útil, es el objetivo primordial de la evaluación de todo pavimento en servicio” (Corros, Urbáez y Corredor, 2009, p. 1).	Para esta variable, se utiliza métodos de evaluación superficial mediante la inspección visual haciendo uso del manual de evaluación de pavimentos para determinar las características de los indicadores establecidos.	Tipos de Evaluación.	Evaluación funcional. Evaluación estructural.	Hoja de registro	Nominal
			Clasificación de Fallas.	Fisuras y grietas. Deformaciones superficiales. Desintegración. Afloramiento y otros.		
Índice de Condición del Pavimento	“Se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema” (Vásquez, 2002, p.2).	Para la obtención de datos se tendrá en cuenta los requisitos mínimos que establece la norma ASTM D5340 que se basa en método del PCI para pavimentos asfálticos, utilizando el formato de recolección de datos para la evaluación del pavimento.	Causas del surgimiento de fallas.	Insuficiencia estructural. Defectos constructivos. Fatiga. Factores climáticos.	Hoja de registro	Nominal
			Parámetros de evaluación.	Catálogo de fallas. Severidad. Unidades de muestra.		
			Cálculo del PCI.	Cálculo del valor deducido (VD). Número máximo admisible de valor deducido. Valor deducido corregido (CDV). Determinar PCI.		
			Resultado de la condición.	Rango numérico. Rango de clasificación		

Nota: La matriz de operacionalización de las variables define las dimensiones e indicadores de cada variable, tales como, evaluación superficial del pavimento flexible e Índice de condición del pavimento, los cuales fueron necesarios para el desarrollo de la presente investigación. Tomada por la elaboración propia.

2.3 Población y muestra

Población

La población de esta investigación son todas las vías de pavimento flexible del distrito de Santa Anita.

Según Borja (2012), “Se denomina población o universo al conjunto de elementos o sujetos que serán motivo de estudio. Por ello es un conjunto de elementos que comprende objetos la cual se someten a un análisis de una investigación” (p. 30).

Muestra

En la presente investigación se evaluará el pavimento flexible de la Av. Ferrocarril en Santa Anita que consta de 2100 m, que será sometida a un análisis.

Según Valderrama (2013), La muestra “es un subconjunto representativo de un universo o población. [...] porque refleja las características de la población cuando se aplica la técnica adecuada de muestreo de la cual procede” (p.184).

Muestreo

Para esta investigación se realizará el muestreo de tipo no probabilístico intencional, ya que la avenida a evaluar es seleccionada a criterio propio por ser una de las avenidas más transitadas lo cual es importante ser evaluada periódicamente.

Para Valderrama (2013), El muestreo no probabilístico “se selecciona la muestra atendiendo a razones de comodidad y según su criterio”. Así mismo es muestreo intencional ya que “se caracteriza por un esfuerzo deliberado de obtener muestras representativas mediante la inclusión en la muestra de grupos supuestamente típicos” (p. 193).

2.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos, validez y confiabilidad

Técnicas de recolección de datos

Para la recolección de datos de esta investigación se toma en cuenta las siguientes técnicas:

- **La observación:** Emplearemos la observación inicial, porque es lo primero que se realizará para evaluar el pavimento flexible en estudio, luego la observación y evaluación detallada, dando paso a la recolección de datos para el análisis.
- **Bibliografía:** Para la teoría se tomará en cuenta textos existentes basados en los conceptos principales de las variables.

Instrumentos de recolección de datos

Los instrumentos de recolección de datos se refieren a los medios que se emplea para almacenar la información o datos recolectados. El instrumento a utilizarse para las variables de esta investigación consiste en:

- **Hoja de registro:** Formato de evaluación bajo procedimientos del método del PCI, en donde se recolectan datos para evaluar el pavimento en estudio.

Validez y confiabilidad

Validez

Para esta investigación la validez del instrumento será calificada por expertos en el tema, es decir profesionales conocedores del tema.

Hernández et al. (2010), mencionan que “Se refiere al grado en que un instrumento realmente mide la variable que pretende medir” (p. 201).

Confiabilidad

Para Valderrama (2013), “Un instrumento es confiable o fiable si produce resultados consistentes cuando se aplica en diferentes ocasiones” (p. 215).

2.5 Métodos de análisis de datos

Para esta investigación, el análisis de datos se desarrollará mediante el programa Microsoft Excel que trabajará como hoja de cálculo, con el fin de desarrollar la evaluación del pavimento flexible, empleando gráficos, tablas, mostrando los resultados.

2.6 Aspectos éticos

El investigador respeta la confiabilidad de los datos tomados del método a utilizar para la evaluación, como también los datos obtenidos en la evaluación con el fin de lograr los objetivos de la presente investigación , por ende se compromete a respetar la veracidad de los resultados.

III. RESULTADOS

En este capítulo se describen los datos de campo obtenidos mediante la inspección y evaluación superficial de fallas de la Av. Ferrocarril, aplicando el método de Índice de Condición del Pavimento de cada muestra que se analiza, así mismo se muestra anexada las imágenes de las principales fallas que presenta en la avenida en estudio.

3.1 Datos generales

Ubicación

La Avenida Ferrocarril se encuentra ubicada dentro del distrito de Santa Anita, Cono este de Lima Metropolitana, en la provincia y departamento de Lima – Perú, que limita al norte y oeste con la Av. Los Ruiseñores y al sur y este con la Av. La cultura.

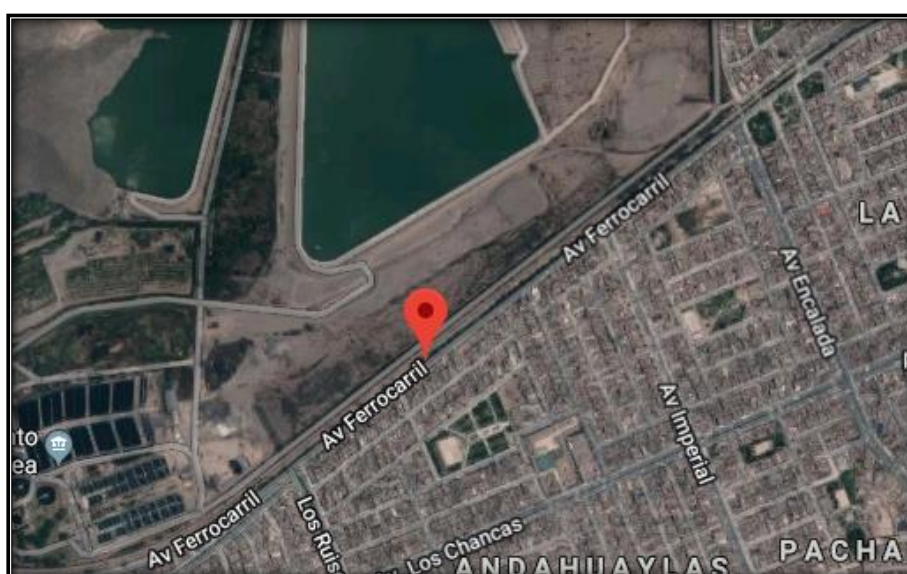


Figura 24. Ubicación de la Av. Ferrocarril, Se muestra la avenida en estudio en el distrito de Santa Anita – Lima; Tomado de google maps.

Altitud

Cuenta con una elevación aproximada de 195 m.s.n.m.

Condiciones climáticas

La temperatura promedio oscila en 21°C, con viento de 0 a 11 km/h.

Características del suelo de la vía

Según el Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI), seleccionó los tipos de suelo en Lima según zonas, por lo tanto mediante el mapa de suelos en los distritos de Lima, se puede evidenciar que el Distrito de Santa Anita se encuentra en la zona I, color verde, que corresponde en su gran mayoría a suelos aptos para construir, donde el suelo está conformado por afloramientos rocosos, con estratos de grava, teniendo un comportamiento rígido, por ende posee periodos de vibración natural, como muestra la figura 25.

Por lo mencionado, la Avenida Ferrocarril posee un tipo de suelo apto para la construcción, y de esa manera soportar altos esfuerzos de tránsito que circulan sobre la superficie del pavimento.

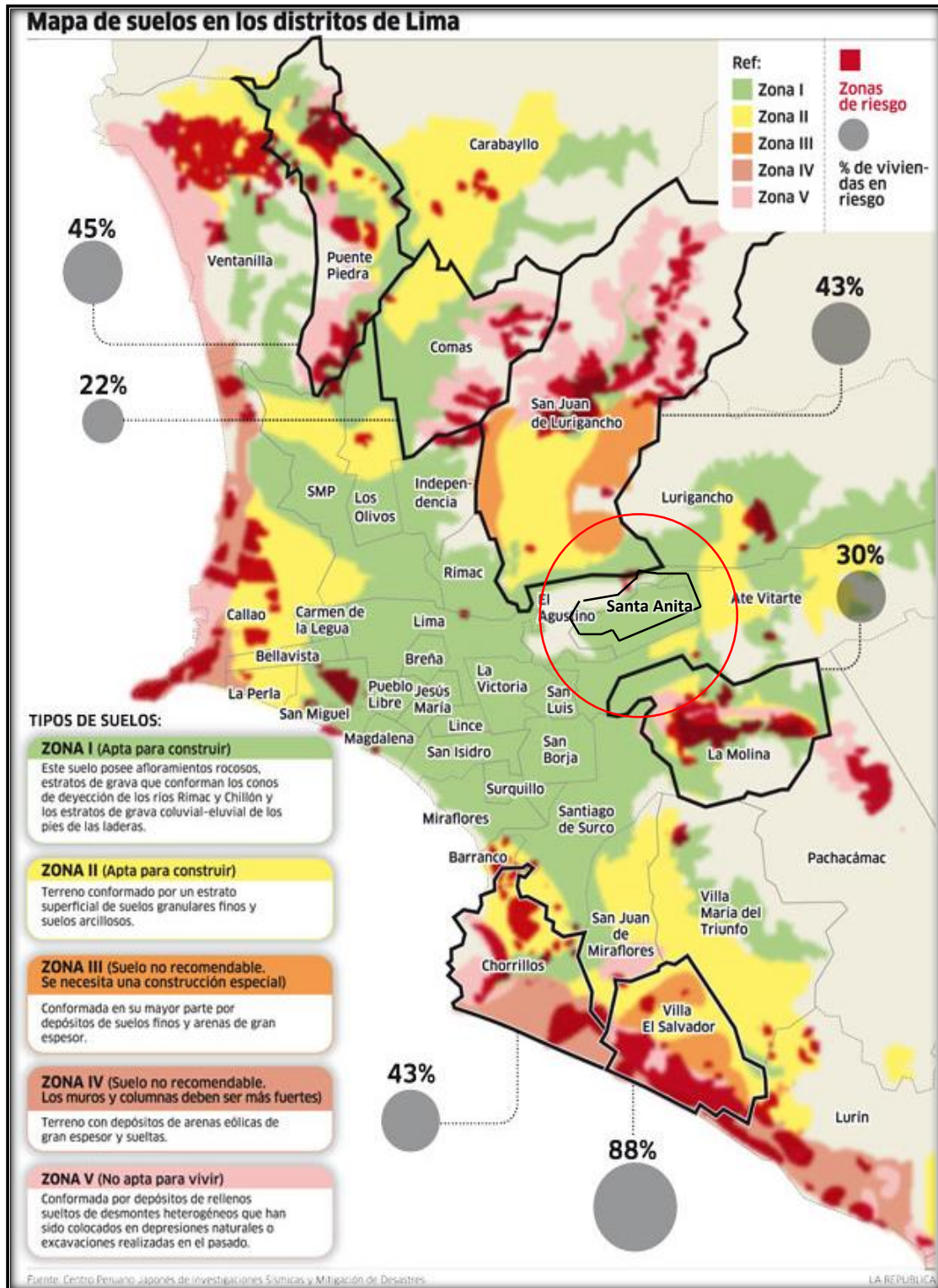


Figura 25. Mapa de suelos en los distritos de Lima; se muestra los tipos de suelos según las zonas divididas por el INDECI, donde Santa Anita pertenece a la Zona 1; Tomado de Centro peruano japonés de investigaciones sísmicas y mitigación de desastres (CISMID).

Características de tránsito

El tipo de vehículos que transitan en esta avenida por lo general son motos lineales, moto car, autos, camionetas, combis, buses y camiones; Así mismo el tráfico que circula en esta vía es variable según el horario y los días, ante ello se analizó los tráficos típicos con la ayuda de google maps, ya que este método es muy interesante para determinar el grado de tráfico que presenta una vía. La escala de tráfico que muestra google maps en la figura 26.

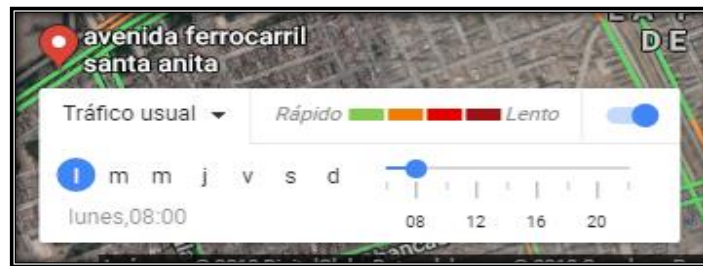


Figura 26. Escala de tráfico típico; Se muestra una escala de tráfico usual para determinar la congestión vehicular en las avenidas, mostrando el color verde como vía libre, y roja como vía congestionada; Tomado de Google maps - tráfico.

Mediante la ayuda del tráfico típico o usual se puede determinar la escala de tráfico de la Av. Ferrocarril como muestra la figura 27.

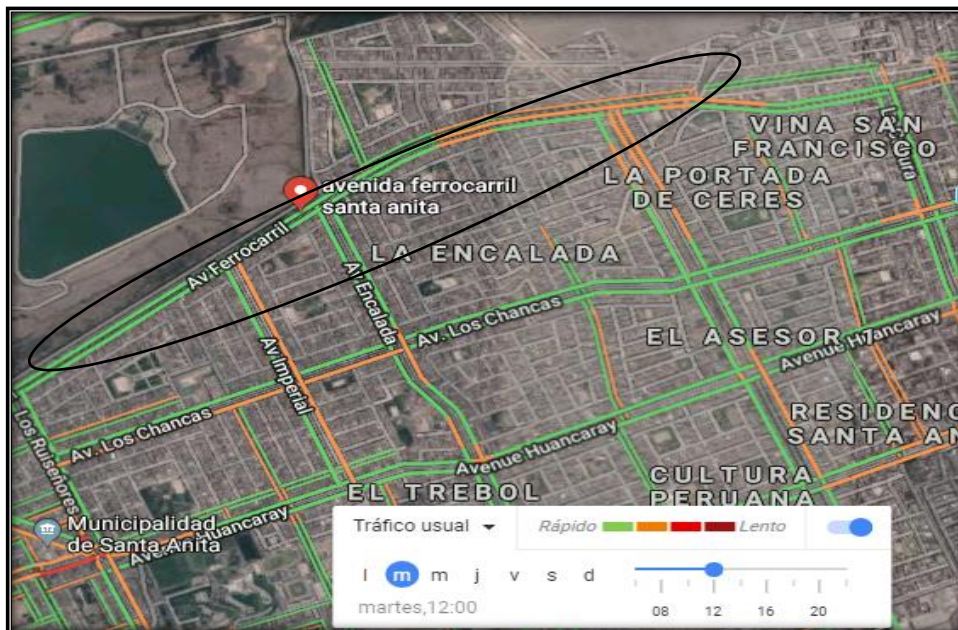


Figura 27. Tráfico típico en la Av. Ferrocarril; tráfico usual de los días martes a las 12:00 pm, está en un rango de tráfico despejado o rápido, y en un tramo de la vía hacia la Av. La Cultura presenta un tráfico un poco más lento y congestionado; Tomado de Google maps - tráfico.

Finalmente se puede determinar que el tráfico típico a lo largo de la Av. Ferrocarril, es despejado o rápido y en un tramo de la avenida que es perpendicular a la Av. La cultura el tráfico es un poco rápido y congestionado; Si bien es cierto, este tipo de estudio de tráfico

se realizó para determinar los tramos o secciones con más carga vehicular que usualmente presenta, por lo que fue de gran ayuda para poder realizar las respectivas evaluaciones superficiales de fallas en la vía.

Características de la vía

El ancho de la calzada de la vía en evaluación es de 7 metros, lo cual es de doble sentido con dirección a la Av. Ruiseñores y viceversa hacia la Av. La cultura. La vía posee 2100 metros de longitud ó 14700.00 m² de área.

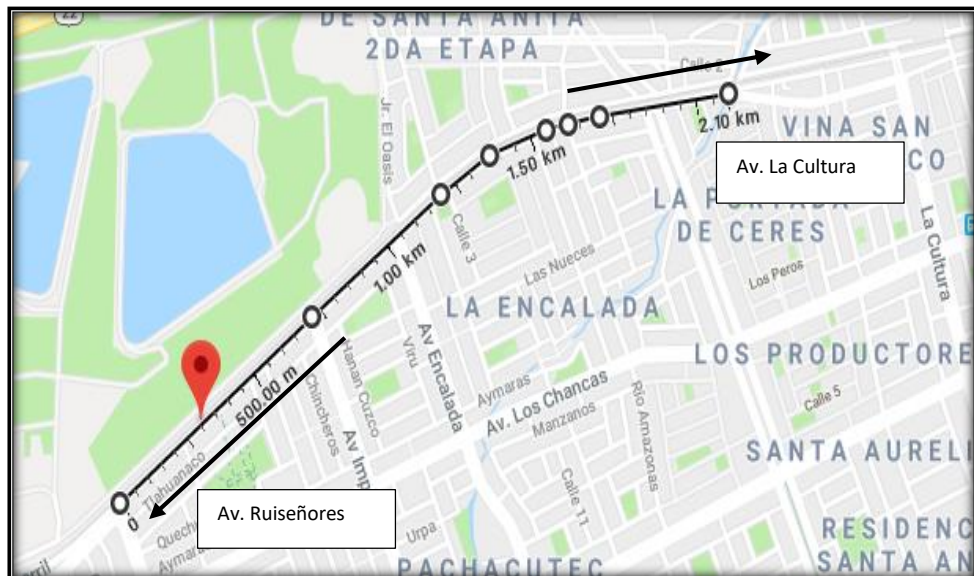


Figura 28. Dirección de flujo vehicular; Se muestra la longitud de la Av. Ferrocarril que es 2100m, y la dirección de flujo vehicular que es de doble sentido; Tomado de Google maps.



Figura 29. Características de la Av. Ferrocarril; Se muestra la avenida en estudio; Tomado de Google maps.

3.2 Unidades de muestreo

La sección debe ser dividida en unidades de muestras, que deben tener áreas de 230 ± 93 m²; Donde la avenida consta de 2100 metros de longitud y ancho de calzada es de 7 metros, por lo tanto cada unidad de muestra es de 210 m² de área, con una longitud de 30 m, correspondiendo a la teoría de áreas de las unidades de muestra mediante el índice de condición del pavimento. Toda la sección de la avenida se divide en 70 unidades de muestra.

Mediante la teoría del método en estudio, se determina en número mínimo de unidades de muestreo a evaluar (n), tomando en cuenta la formula y datos ya mencionados en la teoría, que es de 14 unidades de muestreo a evaluar, seccionando de la siguiente manera.

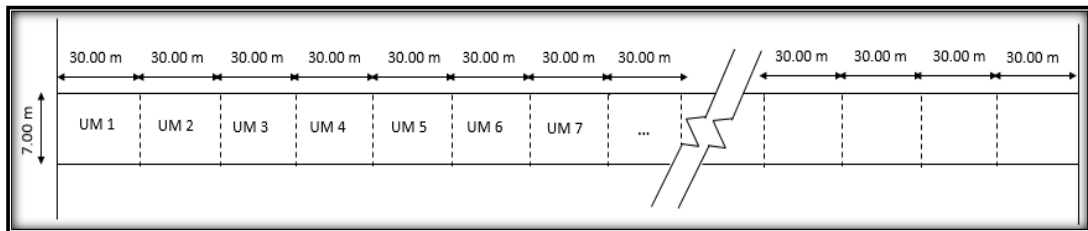


Figura 30. Seccionamiento del pavimento en unidades de muestra; El número mínimo de secciones a evaluar son 14 mediante la teoría del PCI; Elaboración propia.

Para saber que unidades de muestreo se debe evaluar, se determina el intervalo de muestreo, dado en teoría, lo cual resulta 5, pero si bien es cierto el estudio de tráfico que brinda el google maps, menciona que las primeras secciones son las que resisten mayor carga vehicular y presentan mayores fallas, por tanto las unidades a evaluar se seleccionan a criterio propio y son las siguientes:

Tabla 8.
Unidades de muestreo a evaluar.

Unidades de muestreo	Progresiva inicial	Progresiva final
UM 01	0+000	0+030
UM 02	0+030	0+060
UM 03	0+300	0+330
UM 04	0+450	0+480
UM 05	0+600	0+630
UM 06	0+750	0+780
UM 07	0+900	0+930
UM 08	1+050	1+080
UM 09	1+200	1+230
UM 10	1+350	1+380
UM 11	1+500	1+530
UM 12	1+650	1+680
UM 13	1+800	1+830
UM 14	1+950	1+980

Nota: Las unidades de muestreo que se consideran para esta evaluación son 14, cada uno con sus progresivas correspondientes, teniendo cada sección 30 m de longitud. Realizada por autor de esta investigación.

3.3 Levantamiento de fallas

Para el levantamiento de fallas se usó el instrumento de recolección de datos, uso del manual de fallas del método de Índice de condición del pavimento, mediante la inspección visual de la Av. Ferrocarril, uso de materiales e instrumentos correspondientes, tales como conos de seguridad, flexómetro, regla, etc.

Determinación de índice del estado de pavimento

Unidad de muestra 01

La unidad de muestra 01 tiene 210 m². Las fallas encontradas con nivel de severidad bajo fueron: piel de cocodrilo y baches, así mismo se encontraron fallas con nivel de severidad medio tales como piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, depresión, como también la fallas encontrada con nivel alto fue depresión y grietas longitudinales y transversales. Que se van seleccionando cada una de ellas con sus respectivas cantidades de falla.

Para hallar el valor deducido (VD), se realiza un ejemplo de la primera falla, se hace uso de la curva de valor deducido para asfalto que corresponde a la falla piel de cocodrilo, que se encuentra como anexo al final. Ingresamos a la gráfica mediante una tabulación con densidad 3.76 % con nivel de severidad baja (L) obteniendo el valor deducido de 22. De esa manera se realiza en los demás casos.

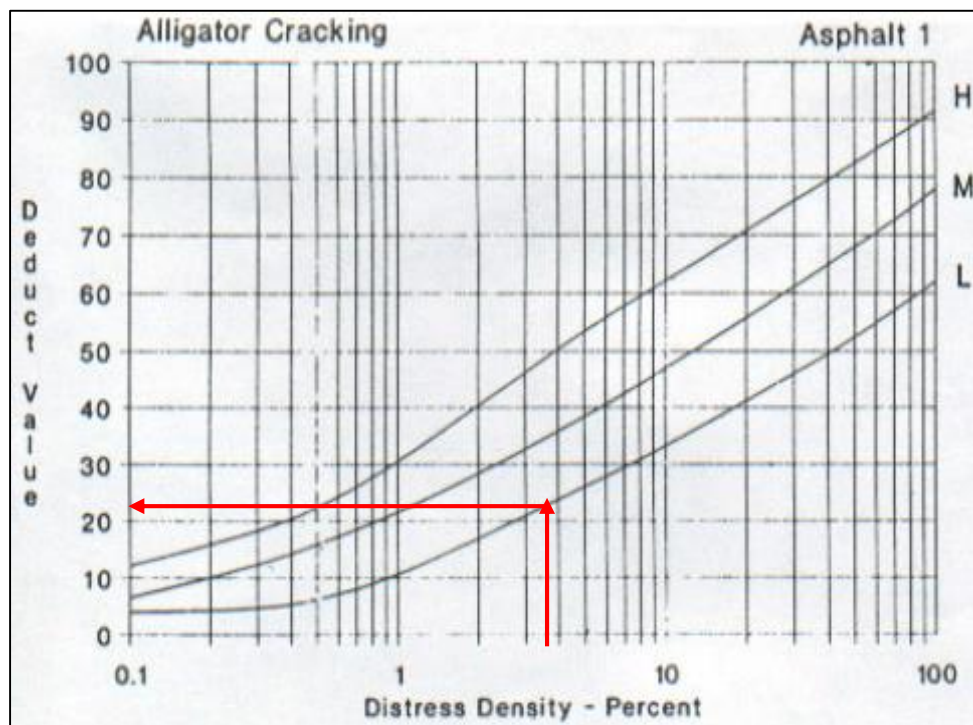


Figura 31. Resultado de curva de VD de piel de cocodrilo de la unidad de muestra 1; Se muestra la tabla de tabulación de piel de cocodrilo para la unidad de muestra 1, que resulta VD 22; Tomado de "Manual PCI", por Vásquez, L., 2002.

Los valores deducidos se ordenan de mayor a menor según el número máximo de VD (m), que fue 5 más 68 % del sexto valor deducido, enseguida se realiza la suma total, y se tabula en la curva de Valor deducido corregido (CDV), en este caso tabulamos el VDT de 157.48 y q que es 5, obteniendo un VDC de 80 como muestra el ejemplo:

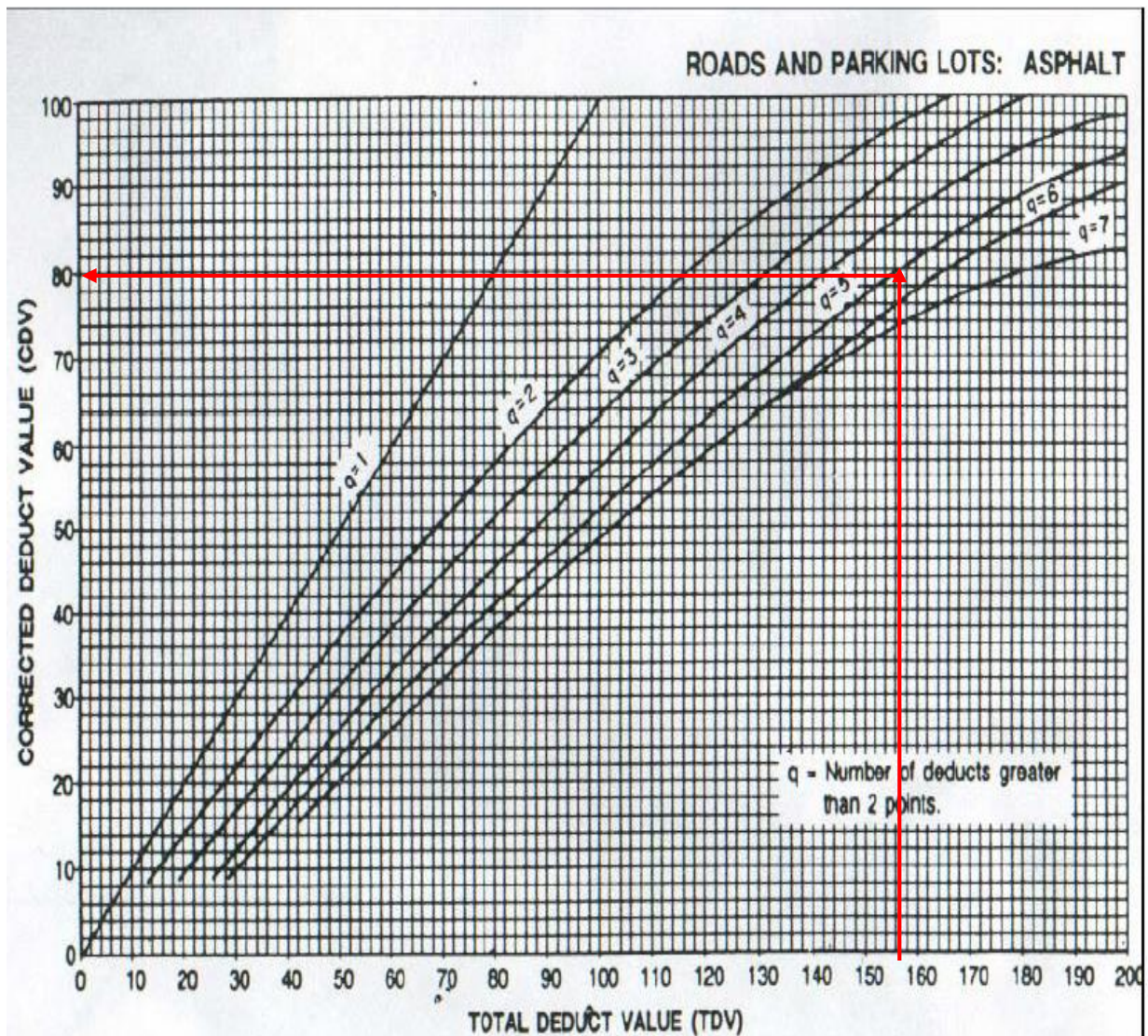


Figura 32. Resultado de VDC de la unidad de muestra 1. Se muestra la tabla de tabulación del valor deducido corregido de la sección 1, se obtiene valor de 80. Tomado de "Manual PCI", por Vásquez, L., 2002, p. 3.

Finalmente aplicamos la formula ya dada en teoría para hallas el PCI, En este caso se resta 100 menos el mayor VDC que es 80, obteniendo el PCI de 20, que demuestra que el estado del pavimento de la unidad de muestra 01 es muy malo.

Enseguida se muestra todos los cuadros de la recolección de datos de las secciones del pavimento flexible que se evaluaron, presentando los resultados del índice de condición del pavimento.

Tabla 9.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 01 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI											
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 0+000 a 0+030 Km						
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 01						
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m2						
TIPOS DE FALLAS							Diagrama				
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea							
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento							
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento							
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas							
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento							
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados							
7. Grieta de borde											
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INT. DE UM		NÚMERO MÁX DE VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
Tipo	1		3		6		10		13		
Cantidad y severidad	2.1m x 4.2m (M)		1.5mx 2.7m (M)		2.1m x 1.0m (M)		3.1 m (M)		3 und (L)		
	0.5m x 2.3m (L)		2.3m x 2.5m (M)		2.3m x 0.9m (H)		2.8 m (H)		5 und (M)		
	2.7m x 2.5m (L)		0.8m x 1.3m (M)		1.3m x 2.1m (M)		4.6 m (M)				
	0.6m x 0.8m (M)										
Total	L	7.90 m2								3 und	
	M	9.30 m2		10.84 m2		4.83 m2		7.7 m		5 und	
	H					2.07 m2		2.8 m			
CALCULO DEL PCI											
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)			Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 49 Número máximo de VD (m) = 5.68				
1	L	7.90	3.76	22							
1	M	9.30	4.43	38							
3	M	10.84	5.16	11							
6	M	4.83	2.30	11							
6	H	2.07	0.99	17							
10	M	7.7	3.67	9							
10	H	2.8	1.33	10							
13	L	3	1.43	24							
13	M	5	2.38	49							
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC		
1	49	38	24	22	17	7.4 8	157.48	5	80		
2	49	38	24	22	2	2	137	4	77.5		
3	49	38	24	2	2	2	117	3	73		
4	49	38	2	2	2	2	95	2	68		
5	49	2	2	2	2	2	59	1	59		
								Máx. VDC	80		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 – Máx. VDC PCI = 20					
CONDICION DEL PAVIMENTO:						MUY MALO					

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 1 son piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, depresión, grietas longitudinales y transversales y baches, la mayor cantidad de falla que presenta es agrietamiento en bloque con una densidad de 5.16 % del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 20, en un estado de pavimento muy malo. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 02

Tabla 10.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 2 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 0+030 a 0+090 Km					
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 02					
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m ²					
TIPOS DE FALLAS								Diagrama		
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea						
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento						
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento						
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas						
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento						
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados						
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INT. DE UM		NÚMERO MÁX DE VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$		$i = \frac{N}{n} = 5$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$			
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
Tipo	1		7		11		19			
Cantidad y severidad	1.4m x 0.9m (M)		1.25m (M)		0.3m x 2.4m (M)		0.5m x 0.65m (L)			
	1.2m x 2.6m (M)		2.5m (M)		0.2m x 3.1m (M)		0.75m x 1.2m (L)			
	0.4m x 0.75m (L)									
	0.35m x 0.8m (L)									
Total	L	0.58 m ²						1.225 m ²		
	M	4.38 m ²		2.75 m		1.34 m ²				
	H									
CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad		Total		Densidad (%)		Valor deducido (VD)		Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 29 Número máximo de VD (m) = 7.52	
1	L		0.58		0.28		5			
1	M		4.38		2.09		29			
7	M		2.75		1.31		6			
11	M		1.34		0.64		7.5			
19	L		1.225		0.58		1			
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT		q	VDC
1	29	7.5	6	5	1		49	5	22	
2	29	7.5	6	5	2		50	4	26	
3	29	7.5	6	2	2		47	3	29	
4	29	7.5	2	2	2		43	2	32	
5	29	2	2	2	2		37	1	37	
								Máx. VDC		37
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 – Máx. VDC PCI = 63					
CONDICION DEL PAVIMENTO:					BUENO					

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 2 son piel de cocodrilo, grietas de borde, parches y desprendimiento de agregados, la mayor cantidad de falla que presenta es piel de cocodrilo con una densidad de 2.09 % del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 63, en un estado de pavimento bueno. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 03

Tabla 11.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 03 de la Av. Ferrocarril.

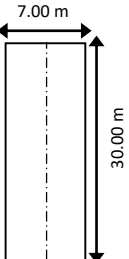
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI											
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 0+300 a 0+330 Km						
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 03						
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m2						
TIPOS DE FALLAS							Diagrama				
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea							
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento							
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento							
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas							
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento							
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados							
7. Grieta de borde											
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INT. DE UM		NÚMERO MÁX DE VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$						
Medium	Media	M									
High	Alta	H									
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES											
Tipo	1		6		11		13				
Cantidad y severidad	1.4m x 1.2m (M)		1.1m x 1.6m (M)		1.4m x 1.2m (M)		3 und (H)				
	2.1m x 0.4m (M)		1.0m x 1.0m (M)		0.8m x 1.3m (L)						
	0.6m x 3.5m (L)		1.0m x 1.5m (M)		2.1m x 0.6m (M)						
	0.5m x 1.5m (L)		2.2m x 0.5m (M)		0.4m x 3.0m (M)						
	0.7m x 1.4m (M)				0.7m x 1.2m (L)						
					0.3m x 2.4m (M)						
					1.0m x 2.3m (M)						
Total	L		2.85 m2		2.12 m2						
	M		3.50 m2		5.36 m2		7.16 m2				
	H						3 und				
CALCULO DEL PCI											
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)							
1	L	2.85	1.36	12.5							
1	M	3.50	1.67	25							
6	M	5.36	2.55	12							
11	L	2.12	1.01	1							
11	M	7.16	3.41	18							
13	H	3	1.43	59							
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC		
1	59	25	18	12.5	9.24		123.74	4	71		
2	59	25	18	2	2		106	3	67		
3	59	25	2	2	2		90	2	64		
4	59	2	2	2	2		67	1	67		
								Máx. VDC	71		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 – Máx. VDC PCI = 29						
CONDICION DEL PAVIMENTO:					MALO						

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 3 son piel de cocodrilo, depresión, parches y baches, la mayor cantidad de falla que presenta son parches con una densidad de 3.41% del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 29, en un estado de pavimento malo. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 04

Tabla 12.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 04 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI									
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 0+450 a 0+480 Km				
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 04				
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m2				
TIPOS DE FALLAS 1. Piel de cocodrilo 2. Exudación 3. Agrietamiento en bloque 4. Abultamientos y hundimientos 5. Corrugación 6. Depresión 7. Grieta de borde 8. Grieta de reflexión de junta 9. Desnivel Carril/Berma 10. Grietas Longitudinales y Transversales 11. Parches 12. Pulimiento de agregados 13. Baches 14. Cruce de Vía férrea 15. Ahullamiento 16. Desplazamiento 17. Grietas parabólicas 18. Hinchamiento 19. Desprendimiento de agregados								Diagrama 	
NIVEL DE SEVERIDAD Low Baja L Medium Media M High Alta H			UNIDADES DE MUESTRA $n = \frac{N \times \sigma^2}{e^2 \times (N-1) + \sigma^2} = 14$		INT. DE UM $i = \frac{N}{n} = 5$		NÚMERO MÁX DE VD $m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$		
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
Tipo		1	7	10	13	19			
Cantidad y severidad	L	1.1m x 1.2m (L)	1.4m (M)	0.6m (L)	3 und (L)	1.2m x 2.7m (M)			
	M	0.3m x 0.7m (L)	2.7m (H)	1.15m (M)		0.9m x 1.4m (M)			
	H		0.7m (M)	0.3m (L)					
				0.65m (M)					
				0.8m (M)					
				0.85m (M)					
Total	L	1.53 m2		1.5 m	3 und				
	M		2.1 m	3.45 m		4.5 m2			
	H		2.7 m						
CALCULO DEL PCI									
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)					
1	L	1.53	0.73 %	8.5	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 23.5 Número máximo de VD (m) = 8.03				
7	M	2.1	1 %	5					
7	H	2.7	1.29 %	9.5					
10	L	1.5	0.71 %	0					
10	M	3.45	1.64 %	4					
13	L	3	1.43 %	23.5					
19	M	4.5	2.14 %	10					
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	23.5	10	9.5	8.5	5.0	4	60.5	6	27
2	23.5	10	9.5	8.5	5.0	2	58.5	5	28.5
3	23.5	10	9.5	8.5	2	2	55.5	4	30
4	23.5	10	9.5	2	2	2	49	3	31
5	23.5	10	2	2	2	2	41.5	2	31
6	23.5	2	2	2	2	2	33.5	1	34
								Máx. VDC	34
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 66				
CONDICION DEL PAVIMENTO:					BUENO				

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 4 son piel de cocodrilo, grieta de borde, grietas longitudinales y transversales, baches y desprendimiento de agregados, la mayor cantidad de falla que presenta es desprendimiento de agregados con una densidad de 2.14% del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 66, en un estado de pavimento bueno. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 05

Tabla 13.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 05 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 0+600 a 0+630 Km					
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 05					
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m2					
TIPOS DE FALLAS								Diagrama		
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea						
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento						
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento						
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas						
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento						
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados						
7. Grieta de borde										
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INT. DE UM		NÚMERO MÁX DE VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
Tipo	1		6		10		13			
Cantidad y severidad	1.3m x 1.1m (M)		1.6m x 0.8m (M)		0.7m (L)		2 und (H)			
	0.4m x 0.7m (M)		2.2m x 1.2m (H)		0.6m (L)		3 und (L)			
	0.3m x 0.8m (L)				1.4m (M)					
	0.7m x 1.2m (L)				0.7m (L)					
	1.2m x 0.6m (L)				1.1m (M)					
	0.7m x 0.45m (L)									
Total	L	2.12 m2				2.0 m		3 und		
	M	1.71 m2		1.28 m2		2.5 m				
	H			2.64 m2				2 und		
CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)						
1	L	2.12	1.01 %	10						
1	M	1.71	0.81 %	20						
6	M	1.28	0.61 %	8.5						
6	H	2.64	1.26 %	18						
10	L	2.0	0.95 %	0						
10	M	2.5	1.19 %	2.5						
13	L	3	1.43 %	24						
13	H	2	0.95 %	51						
Número de valores deducidos > 2(q)										
Valor deducido más alto = 51										
Número máximo de VD (m) = 5.5										
Nº	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	51	24	20	18	10	4.25		127.25	5	66
2	51	24	20	18	2	2		117	4	67
3	51	24	20	2	2	2		101	3	64
4	51	24	2	2	2	2		83	2	60
5	51	2	2	2	2	2		61	1	61
									Máx. VDC	67
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):							PCI = 100 – Máx. VDC PCI = 33			
CONDICION DEL PAVIMENTO:							MALO			

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 5 son piel de cocodrilo, depresión, grietas long. y trans. y baches, la mayor cantidad de falla que presenta son baches con una densidad de 1.43% del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 33, en un estado de pavimento malo. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 06

Tabla 14.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 06 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																						
LUGAR: Av. Ferrocarril						SECCIÓN: 0+750 a 0+780 Km																
FECHA: 28/04/2018						UNIDAD DE MUESTREO: UM 06																
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely						AREA DE LA UNIDAD: 210 m2																
TIPOS DE FALLAS									Diagrama													
1. Piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de Vía férrea																
2. Exudación			9. Desnivel Carril/Berma			15. Ahullamiento																
3. Agrietamiento en bloque			10. Grietas Longitudinales y Transversales			16. Desplazamiento																
4. Abultamientos y hundimientos			11. Parches			17. Grietas parabólicas																
5. Corrugación			12. Pulimiento de agregados			18. Hinchamiento																
6. Depresión			13. Baches			19. Desprendimiento de agregados																
7. Grieta de borde																						
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA			INT. DE UM			NÚMERO MÁX DE VD													
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$			$i = \frac{N}{n} = 5$			$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$													
Medium	Media	M																				
High	Alta	H																				
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																						
Tipo		1		3		7		10		13		19										
Cantidad y severidad	L	2.4m x 1.5m (M)		1.6m x 1.9m (L)		3.8m (M)		0.5m (L)		4 und (L)		1.2m x 0.5m (M)										
		0.6m x 0.9m (M)				4.5m (H)		0.35m (L)		1 und (M)		1.6m x 1.1m (M)										
		1.5m x 1.6m (M)				2.6m (M)		1.65m (M)														
								1.3m (M)														
Total	L			3.04 m2				1.7 m		4 und												
		M		6.54 m2		6.4 m		2.95 m		1 und		2.36 m2										
		H				4.5 m																
CALCULO DEL PCI																						
Tipo de daño		Severidad		Total		Densidad (%)		Valor deducido (VD)		Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 34 Número máximo de VD (m) = 7.06												
1		M		6.54		3.11 %		34														
3		L		3.04		1.45 %		0.5														
7		M		6.4		3.05 %		8														
7		H		4.5		2.14 %		10														
10		L		1.7		0.81 %		0														
10		M		2.95		1.4 %		3.5														
13		L		4		1.9 %		29														
13		M		1		0.48 %		20														
19		M		2.36		1.12 %		9														
N°		VALORES DEDUCIDOS							VDT		q	VDC										
1		34		29		20		10		9		8		3.5		0.03		113.53		7	56	
2		34		29		20		10		9		8		2		0.03		112.03		6	55	
3		34		29		20		10		9		2		2		0.03		106.03		5	56	
4		34		29		20		10		2		2		2		0.03		99.03		4	57	
5		34		29		20		2		2		2		2		0.03		91.03		3	58	
6		34		29		2		2		2		2		2		0.03		73.03		2	53	
7		34		2		2		2		2		2		2		0.03		46.03		1	46	
										Máx. VDC		58										
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):								PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 42														
CONDICION DEL PAVIMENTO:								REGULAR														

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 6 son piel de cocodrilo, grietas en bloque, grietas de borde, grietas long. y trans., baches y desprendimiento de agregados, obteniendo un índice final de 42, en un estado de pavimento regular. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 07

Tabla 15.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 07 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 0+900 a 0+930 Km					
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 07					
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m ²					
TIPOS DE FALLAS								Diagrama		
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea						
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento						
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento						
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas						
5. Corrugación		12. Pulimento de agregados		18. Hinchamiento						
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados						
7. Grieta de borde										
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INT. DE UM	NÚMERO MÁX DE VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
Tipo	1		7		11		13			
Cantidad y severidad	0.75m x 1.5m (L)		3.6m (M)		0.3m x 2.5m (L)		5 und (L)			
	2.6m x 1.85m (M)		0.8m (M)		0.8m x 1m (L)		2 und (M)			
	2.55m x 1.6m (M)		2.8m (M)							
	0.9m x 1.3m (L)		1.3m (M)							
	2.2m x 0.75m (L)									
	3.1m x 2.45m (M)									
	2.35m x 1.45m (M)									
Total	L	3.95 m ²				1.55 m ²		5 und		
	M	19.89 m ²		8.5 m				2 und		
	H									
CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)						
1	L	3.95	1.88 %	16						
1	M	19.89	9.47 %	47						
7	M	8.5	4.05 %	9						
11	L	1.55	0.74 %	0.2						
13	L	5	2.38 %	31						
13	M	2	0.95 %	30						
Número de valores deducidos > 2(q)										
Valor deducido más alto = 47										
Número máximo de VD (m) = 5.87										
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	47	31	30	16	9	0.17	133.17	5	69	
2	47	31	30	16	2	0.17	126.17	4	72	
3	47	31	30	2	2	0.17	112.17	3	70	
4	47	31	2	2	2	0.17	84.17	2	61	
5	47	2	2	2	2	0.17	55.17	1	55	
								Máx. VDC	72	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):							PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 28			
CONDICION DEL PAVIMENTO:							MALO			

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 7 son piel de cocodrilo, grietas de borde, parches y baches, la mayor cantidad de falla que presenta son piel de cocodrilo con una densidad de 9.47% del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 28, en un estado de pavimento malo. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 08

Tabla 16.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 08 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI																	
LUGAR: Av. Ferrocarril						SECCIÓN: 1+050 a 1+080 Km											
FECHA: 28/04/2018						UNIDAD DE MUESTREO: UM 08											
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely						AREA DE LA UNIDAD: 210 m ²											
TIPOS DE FALLAS									Diagrama								
1. Piel de cocodrilo			8. Grieta de reflexión de junta			14. Cruce de Vía férrea											
2. Exudación			9. Desnivel Carril/Berma			15. Ahullamiento											
3. Agrietamiento en bloque			10. Grietas Longitudinales y Transversales			16. Desplazamiento											
4. Abultamientos y hundimientos			11. Parches			17. Grietas parabólicas											
5. Corrugación			12. Pulimiento de agregados			18. Hinchamiento											
6. Depresión			13. Baches			19. Desprendimiento de agregados											
7. Grieta de borde																	
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA		INT. DE UM		NÚMERO MÁX DE VD										
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$		$i = \frac{N}{n} = 5$		$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$										
Medium	Media	M															
High	Alta	H															
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES																	
Tipo		1		6		7		10		13							
Cantidad y severidad		3m x 0.5m (M)		1.5m x 0.6m (L)		2.1m (L)		0.6m (L)		4 und (M)							
		2.7m x 1.8m (L)		1m x 1m (L)		3.7m (M)		0.35m (L)									
		3.3m x 0.7m (H)				2.5m (L)		0.85m (L)									
		1.2m x 1.3m (L)															
		1.4m x 0.85m (L)															
		1.6m x 2.6m (L)															
		2.1m x 1.5m (L)															
		0.5m x 0.8m (M)															
0.8m x 0.7m (M)																	
Total	L	14.92 m ²		1.9 m ²		4.6 m		1.8 m									
	M	2.46 m ²				3.7 m				4 und							
	H	2.31 m ²															
CALCULO DEL PCI																	
Tipo de daño		Severidad		Total		Densidad (%)		Valor deducido (VD)									
1		L		14.92		7.10 %		30									
1		M		2.46		1.17 %		22									
1		H		2.31		1.10 %		31									
6		L		1.9		0.90 %		4									
7		L		4.6		2.19 %		2									
7		M		3.7		1.76 %		6									
10		L		1.8		0.86 %		0									
13		M		4		1.90 %		42									
								Número de valores deducidos > 2(q)									
								Valor deducido más alto = 42									
								Número máximo de VD (m) = 6.33									
N°		VALORES DEDUCIDOS						VDT		q	VDC						
1		42		31		30		22		6		4	0.66	135.66	6	66	
2		42		31		30		22		6		2		0.66	133.66	5	70
3		42		31		30		22		2		2		0.66	129.66	4	74
4		42		31		30		2		2		2		0.66	109.66	3	69
5		42		31		2		2		2		2		0.66	81.66	2	59
6		42		2		2		2		2		2		0.66	52.66	1	53
										Máx. VDC	74						
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 26											
CONDICION DEL PAVIMENTO:						MALO											

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 7 son piel de cocodrilo, depresión, grietas de borde, grietas long. y trans. y baches, con un índice final de 26, en un estado de pavimento malo. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 09

Tabla 17.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 09 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 1+200 a 1+230 Km					
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 09					
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m2					
TIPOS DE FALLAS								Diagrama		
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea						
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento						
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento						
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas						
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento						
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados						
7. Grieta de borde										
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INT. DE UM	NÚMERO MÁX DE VD					
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
Tipo	1		10		13		19			
Cantidad y severidad	2.3m x 1.2m (L)		1.5m (L)		3 und (L)		1.3m x 1m (M)			
	0.7m x 1.5m (L)		2.6m (M)		1 und (M)		0.65m x 1.5m (M)			
	1.4m x 2.5m (M)		2.3m (M)							
	3.2m x 0.6m (L)		0.95m (L)							
Total	L	2.53 m2		2.45 m		3 und				
	M	3.50 m2		4.9 m		1 und		2.28 m2		
	H									
CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 28 Número máximo de VD (m) = 7.61					
1	L	2.53	2.73 %	20						
1	M	3.50	1.67 %	28						
10	L	2.45	1.17 %	0						
10	M	4.9	2.33 %	7						
13	L	3	1.43 %	24						
13	M	1	0.48 %	20						
19	M	2.28	1.08 %	9						
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC	
1	28	24	20	20	9	7	108	6	53	
2	28	24	20	20	9	2	103	5	54	
3	28	24	20	20	2	2	96	4	55	
4	28	24	20	2	2	2	78	3	50	
5	28	24	2	2	2	2	60	2	58	
6	28	2	2	2	2	2	38	1	38	
								Máx. VDC	58	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> PCI = 100 – Máx. VDC PCI = 42 </div>					
CONDICION DEL PAVIMENTO:					<div style="border: 1px solid black; padding: 2px;"> REGULAR </div>					

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 9 son piel de cocodrilo, grietas long. y trans., baches y desprendimiento de agregados, la mayor cantidad de falla que presenta son piel de cocodrilo con una densidad de 2.73% del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 42, en un estado de pavimento regular. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 10

Tabla 18.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 10 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI										
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 1+350 a 1+380 Km					
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 10					
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m2					
TIPOS DE FALLAS								Diagrama		
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea						
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento						
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento						
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas						
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento						
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados						
7. Grieta de borde										
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INT. DE UM		NÚMERO MÁX DE VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$					
Medium	Media	M								
High	Alta	H								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES										
Tipo	1		7		10		11			
Cantidad y severidad	0.65m x 0.8m (H)		1.65m (L)		0.5m (L)		2.5m x 0.4m (M)			
	1.6m x 2.4m (L)		2.8m (L)		1.6m (M)					
	1.4m x 2.1m (M)				1.3m (L)					
	3.5m x 2.6m (L)									
	0.9m x 1.2m (H)									
	1.35m x 2.75m (M)									
Total	L	12.94 m2		4.45 m		1.80 m				
	M	6.65 m2				1.60 m		1.00 m2		
	H	1.60 m2								
CALCULO DEL PCI										
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)						
1	L	12.94	6.16 %	29						
1	M	6.65	3.17 %	33						
1	H	1.60	0.76 %	27						
7	L	4.45	2.12 %	2						
10	L	1.80	0.86 %	0						
10	M	1.60	0.76 %	1						
11	M	1	0.48 %	7						
				Número de valores deducidos > 2(q)						
				Valor deducido más alto = 33						
				Número máximo de VD (m) = 7.15						
N°	VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC
1	33	29	27	7	2	1		99	6	48
2	33	29	27	7	2	2		100	5	52.5
3	33	29	27	7	2	2		100	4	57
4	33	29	27	2	2	2		95	3	60
5	33	29	2	2	2	2		70	2	51
6	33	2	2	2	2	2		43	1	43
									Máx. VDC	60
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):								PCI = 100 – Máx. VDC PCI = 40		
CONDICION DEL PAVIMENTO:								REGULAR		

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 10 son piel de cocodrilo, grietas de borde, grietas long. y trans y parches, obteniendo un índice final de 40, en un estado de pavimento regular. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 11

Tabla 19.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 11 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI												
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 1+500 a 1+530 Km							
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 11							
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m ²							
TIPOS DE FALLAS								Diagrama				
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea								
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento								
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento								
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas								
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento								
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados								
7. Grieta de borde												
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INT. DE UM	NÚMERO MÁX DE VD							
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$							
Medium	Media	M										
High	Alta	H										
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES												
Tipo	1		3		13		19					
Cantidad y severidad	2.45m x 1.6m (M)		3.6m x 4.5m (L)		2 und (M)		1.3m x 2.4m (M)					
	1.85m x 2.15m (M)		2.4m x 3.8m (L)		1 und (L)							
	3.8m x 2.4m (M)											
	1.5m x 2.3m (L)											
Total	L	3.45 m ²		25.32 m ²		1 und						
	M	17.02 m ²				2 und		3.12 m ²				
	H											
CALCULO DEL PCI												
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)		Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 44 Número máximo de VD (m) = 6.14						
1	L	3.45	1.64 %	14								
1	M	17.02	8.10 %	44								
3	L	25.32	12.06 %	9.5								
13	L	1	0.48 %	11								
13	M	2	0.95 %	30.5								
19	M	3.12	1.49 %	9.5								
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC			
1	44	30.5	14	11	9.5	9.5	118.5	6	58			
2	44	30.5	14	11	9.5	2	111	5	59			
3	44	30.5	14	11	2	2	103.5	4	60			
4	44	30.5	14	2	2	2	94.5	3	60			
5	44	30.5	2	2	2	2	82.5	2	60			
6	44	2	2	2	2	2	54	1	54			
								Máx. VDC	60			
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 – Máx. VDC PCI = 40							
CONDICION DEL PAVIMENTO:					REGULAR							

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 11 son piel de cocodrilo, grietas en bloque, baches y desprendimiento de agregados, la mayor cantidad de falla que presenta son grietas en bloque con una densidad de 12.06% del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 40, en un estado de pavimento regular. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 12

Tabla 20.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 12 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI									
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 1+650 a 1+680 Km				
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 12				
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m ²				
TIPOS DE FALLAS								Diagrama	
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea					
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento					
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento					
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas					
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento					
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados					
7. Grieta de borde									
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INT. DE UM		NÚMERO MÁX DE VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M							
High	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
Tipo	1		7		13				
Cantidad y severidad	1.55m x 0.8m (M)		3.75m (M)		3 und (M)				
	1.8m x 1.15m (M)		2.6m (L)						
	2.5m x 1.65m (M)		2.85m (M)						
	1.6m x 2.3m (M)								
	1.7m x 1.05m (M)								
Total	L	2.6 m							
	M	12.9 m ²		6.6 m		3 und			
	H								
CALCULO DEL PCI									
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 41 Número máximo de VD (m) = 6.42				
1	M	12.9	6.14	41					
7	L	2.6	1.24	2					
7	M	6.6	3.14	8.5					
13	M	3	1.43	37.5					
Nº	VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC	
1	41	37.5	8.5	2		89	4	51	
2	41	37.5	8.5	2		89	3	57	
3	41	37.5	2	2		82.5	2	60	
4	41	22	2	2		47	1	47	
							Máx. VDC	60	
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):					PCI = 100 - Máx. VDC PCI = 40				
CONDICION DEL PAVIMENTO:					REGULAR				

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 12 son piel de cocodrilo, grietas de borde y baches, la mayor cantidad de falla que presenta son piel de cocodrilo con una densidad de 12.9% del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 40, en un estado de pavimento regular. Realizado por autor de esta investigación.

Unidad de muestra 13

Tabla 21.

Hoja de registro de la unidad de muestra UM 13 de la Av. Ferrocarril.

HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI									
LUGAR: Av. Ferrocarril					SECCIÓN: 1+800 a 1+830 Km				
FECHA: 28/04/2018					UNIDAD DE MUESTREO: UM 13				
REALIZADO POR: Reyes Aguilar Delina Aricely					AREA DE LA UNIDAD: 210 m ²				
TIPOS DE FALLAS							Diagrama		
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea					
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento					
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento					
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas					
5. Corrugación		12. Pulimento de agregados		18. Hinchamiento					
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados					
7. Grieta de borde									
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INT. DE UM		NÚMERO MÁX DE VD			
Low	Baja	L	$n = \frac{N \times \sigma^2}{\frac{e^2}{4} \times (N-1) + \sigma^2} = 14$	$i = \frac{N}{n} = 5$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M							
High	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
Tipo	3		10		13				
Cantidad y severidad	2.5m x 2.75m (M)		1.25m (L)		2 und (M)				
	4.6m x 3.35m (L)		3.6m (M)		3 und (L)				
			2.65m (M)						
			2.05m (M)						
			1.95m (L)						
Total	L	15.41 m ²		3.2 m		3 und			
	M	6.88 m ²		8.3 m		2 und			
	H								
CALCULO DEL PCI									
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)		Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = 30.5 Número máximo de VD (m) = 7.38			
3	L	15.41	7.34	7					
3	M	6.88	3.27	9					
10	L	3.2	1.52	0					
10	M	8.3	3.95	10					
13	L	3	1.43	24					
13	M	2	0.95	30.5					
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1	30.5	24	10	9	7		80.5	5	42
2	30.5	24	10	9	2		75.5	4	43
3	30.5	24	10	2	2		68.5	3	44
4	30.5	24	2	2	2		60.5	2	44
5	30.5	2	2	2	2		38.5	1	38
								Máx. VDC	44
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):						<input type="text" value="PCI = 100 - Máx. VDC"/>			
						<input type="text" value="PCI = 56"/>			
CONDICION DEL PAVIMENTO:						<input type="text" value="BUENO"/>			

Nota: Los tipos de fallas presentes en la UM 13 son agrietamiento en bloque, grietas longitudinales y transversales y baches, la mayor cantidad de falla que presenta son grietas en bloque con una densidad de 7.34% del total de la sección evaluada, obteniendo un índice final de 56, en un estado de pavimento bueno. Realizado por autor de esta investigación.

Resumen de resultados

El siguiente cuadro muestra el resumen de resultados del valor de índice de condición del pavimento de acuerdo a los diferentes tipos de fallas, al tipo de nivel de severidad y cantidad de fallas que se presentaron durante la recolección de datos de la avenida en estudio.

Tabla 23.
Resumen de resultado de PCI.

SECCION	ESTACIÓN	PCI	CATEGORIA
UM 01	0+000 a 0+030	20	Muy malo
UM 02	0+030 a 0+060	63	Bueno
UM 03	0+300 a 0+330	29	Malo
UM 04	0+450 a 0+480	66	Bueno
UM 05	0+600 a 0+630	33	Malo
UM 06	0+750 a 0+780	42	Regular
UM 07	0+900 a 0+930	28	Malo
UM 08	1+050 a 1+080	26	Malo
UM 09	1+200 a 1+230	42	Regular
UM 10	1+350 a 1+380	40	Regular
UM 11	1+500 a 1+530	40	Regular
UM 12	1+650 a 1+680	40	Regular
UM 13	1+800 a 1+830	56	Bueno
UM 14	1+950 a 1+980	48	Regular
PROMEDIO		40.93	REGULAR

Nota: mediante los resultados obtenidos se puede determinar que el pavimento a lo largo de la avenida Ferrocarril, presenta un índice de 40.93 lo cual corresponde a un estado de pavimento regular. Realizado por autor de esta investigación.

Finalmente, en la actualidad la avenida Ferrocarril se encuentra en un estado regular. La siguiente figura muestra el porcentaje de categoría de fallas presentes durante la evaluación en el total de unidades de muestras.

Tabla 24.
Porcentaje total de condición de pavimento.

ESTADO	TOTAL PCI	TOTAL PCI (%)
Bueno	185	32.29%
Regular	252	43.98%
Malo	116	20.24%
Muy malo	20	3.49%

Nota: Se muestra el porcentaje total de cantidad de índice del pavimento, el que más predomina es el estado regular con un total de índice de 43.98%. Realizado por autor de esta investigación.

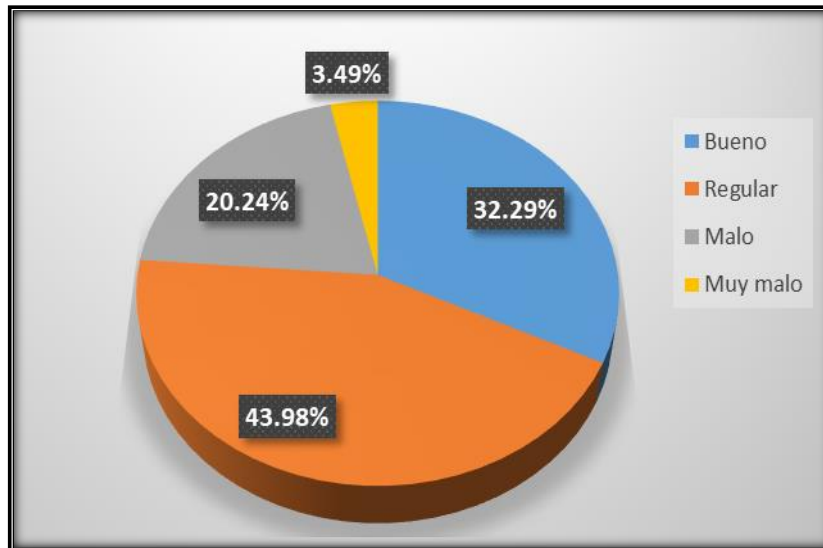


Figura 33. Porcentaje de condición de pavimento en las unidades de muestra. Elaboración propia, 2018.

Podemos determinar que las condiciones presentes en la vía evaluada son: bueno, regular, malo y muy malo, por tanto el estado regular es la que más se presenta en un 43.98% del total de las unidades de muestra, seguido del estado bueno con un 32.29%, el estado malo se presenta en 20.24% y finalmente el estado muy malo con 3.49%; podemos apreciar que las demás condiciones no figuran en las secciones de la avenida evaluada.

Así mismo se muestra la siguiente tabla que contiene información resumida del total de cantidad de los tipos de fallas con respecto al nivel de severidad que se presentan en las secciones de unidades de muestras evaluadas.

Tabla 25.
Total de metrados de fallas en la Av. Ferrocarril.

Fallas presentes	Unidad de medida	Nivel de severidad		
		Alto	Medio	Bajo
Piel de cocodrilo	m2	3.91	95.76	71.63
Agrietamiento en bloque	m2	0	17.72	43.77
Depresión	m2	4.71	11.47	1.90
Grieta de borde	m	7.2	30.05	11.65
Grietas Longitudinales y Transversales	m	5.5	33.8	16.65
Parches	m2	0	9.5	3.67
Baches	und	5	20	25
Desprendimiento de agregados	m2	0	12.26	4.45

Nota: Se muestra el total de metrados de fallas presentes en la avenida evaluada, según el nivel de severidad en toda la sección de la vía, resaltando en mayor cantidad piel de cocodrilo con un nivel medio de severidad de 95.76 m2. Realizado por autor de esta investigación.

Se puede visualizar que la falla principal que más se presenta, por ende la que más afecta, en todos los niveles de severidad en la Av. Ferrocarril es piel de cocodrilo.

Causas principales de las fallas presentes

Falla por fatiga

Este tipo de falla se presenta mediante grietas interconectadas entre sí en la carpeta de rodadura, formando polígonos en tamaños pequeños que tienen un parecido a la piel de cocodrilo. Es la principal falla que más se presenta en las avenidas, como es el caso de la Av. Ferrocarril, por tanto es importante estudiar las causas principales.

Causas

La causa principal es la falla por fatiga en la capa de rodadura asfáltica, por el mismo hecho de accionar repetidas cargas de tránsito, que empiezan a agrietarse en el fondo de la capa asfáltica, los esfuerzos y deformaciones son mayores ante una carga de rueda de un vehículo, las grietas inician propagándose en la superficie y llegan a conectarse formando polígonos semejantes a la piel de cocodrilo.

Así mismo es importante recalcar que se debe a deformaciones por sobre carga o compresibilidad del terreno de fundación cuando no existe una subbase granular o la presencia de materiales compresibles, estas grietas permiten la percolación o infiltración de gran cantidad de agua en la base del pavimento y por esta razón la falla progresa rápidamente.

De la misma manera otra causa es la falla de soporte de la capa base del pavimento, junto a un espesor de la carpeta insuficiente, que se debe principalmente a procesos constructivos inadecuados. En tanto este tipo de falla es la que más se presenta en la avenida evaluada.



Figura 34. Nivel de severidad de piel de cocodrilo. Elaboración propia, 2018.

Por tanto se presume que este tipo de falla que se presenta en mayor cantidad, está relacionada directamente al alto tránsito que se da principalmente en las primeras secciones evaluadas y por el mismo hecho de transitar vehículos ligeros hasta los más pesados; Ante ello se realizó un aforo vehicular manual, anexo 6, para determinar el volumen de tránsito y con el fin de evaluar si dicha avenida cuenta con la clasificación adecuada según el manual de carreteras DG.

Según el manual de carreteras de diseño geométrico la avenida Ferrocarril, mediante la clasificación por demanda, es una carretera de segunda clase ya que cuenta con una calzada de dos carriles y sus dimensiones cumplen con lo requerido, siendo de 3.30m de ancho cada carril como mínimo y 3.60m como máximo, en tal sentido la avenida en estudio consta de 3.50m de ancho de cada carril; Así mismo para este tipo de carreteras debe cumplir con IMDA entre 2000 y 400 veh/día, mediante al aforo vehicular que se realizó se obtuvo un IMDA de 2105 veh/día tomados el día lunes ya que es uno de los días con más demanda de transitabilidad, ante ello se puede llegar a la conclusión que el tipo de falla piel de cocodrilo se originó en la avenida por exceso de carga de tránsito vehicular, así mismo se llega a una conclusión que al momento de diseñar el pavimento no se previó el tránsito a futuro.

Fallas de grietas en bloque

Como también otra falla que se presenta en mayor cantidad es agrietamiento en bloque, las causas principales están relacionado a los materiales utilizados para su construcción y el clima, ocasionando contracción por cambios de temperatura de las mezclas asfálticas.

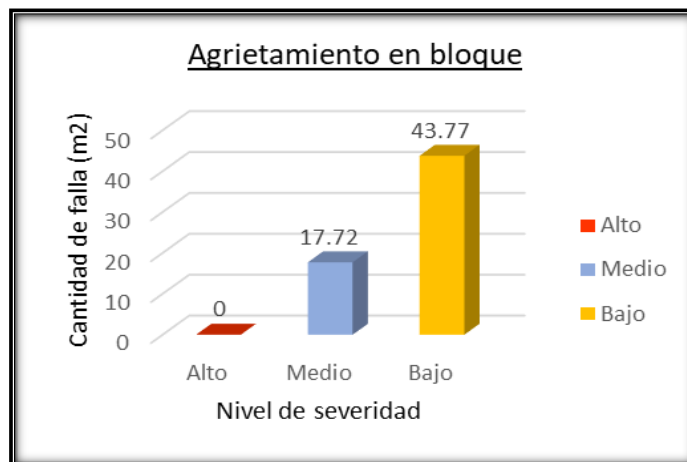


Figura 35. Nivel de severidad de agrietamiento en bloque. Elaboración propia, 2018.

Fallas de depresión

Otra falla es la depresión, que se presenta en algunas secciones de la vía, en su gran mayoría se encuentran en un nivel de severidad medio, las causas principales radica en el asentamiento de la subrasante o por una construcción inadecuada.

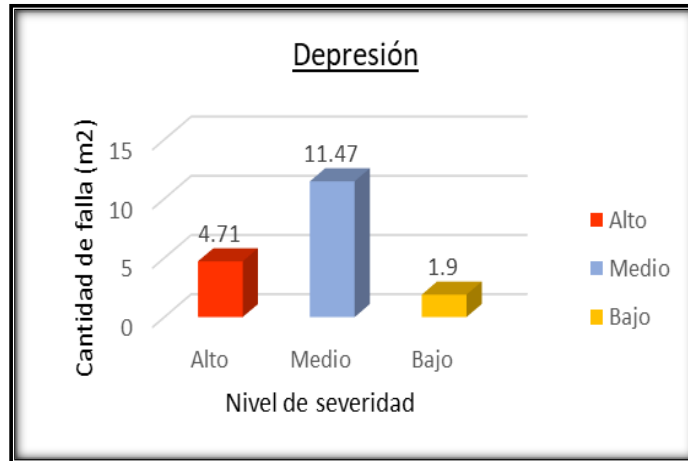


Figura 36. Nivel de severidad de depresión. Elaboración propia, 2018.

Fallas de grietas de borde

Como también la falla presente es la grieta de borde, principalmente se debe a que no está confinada por bermas laterales dando origen a agrietamientos de bordes con mayor rapidez ocasionado por las cargas de tránsito.

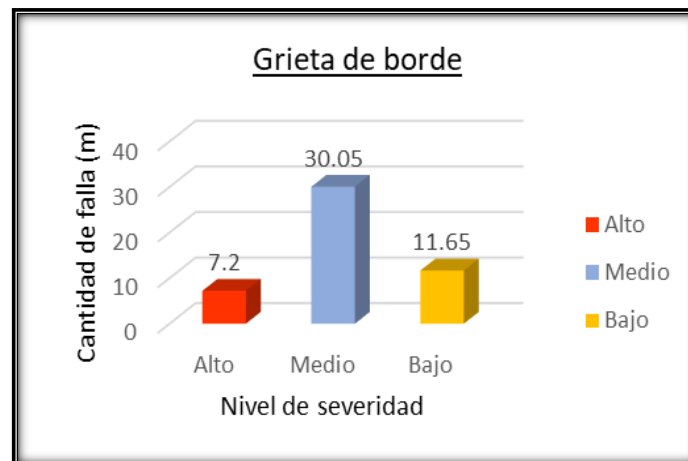


Figura 37. Nivel de severidad de borde. Elaboración propia, 2018.

Fallas de grietas longitudinales y transversales

Así mismo se presentan grietas longitudinales y transversales en casi toda la sección de la vía, probablemente se debe a la calidad de materiales y proceso constructivo deficiente, como también a la contracción de la superficie asfáltica o endurecimiento del asfalto debido a cambios de temperaturas.

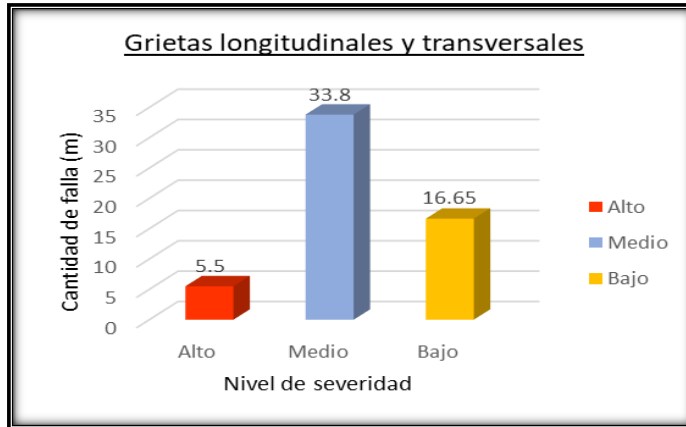


Figura 38. Nivel de severidad de grietas longitudinales y transversales. Elaboración propia, 2018.

Fallas de parches

Existen áreas parchadas, las cuales se deben a labores de mantenimiento que realiza la municipalidad, como también a trabajos de acometidas de servicio público. A lo largo de la avenida existen parches en un nivel medio por presentar deterioros leves.

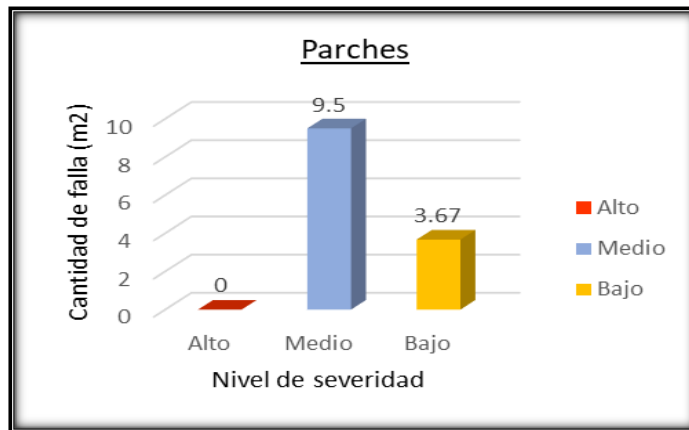


Figura 39. Nivel de severidad de parches. Elaboración propia, 2018.

Como también se presentan otras fallas tales como baches y desprendimiento de agregados.

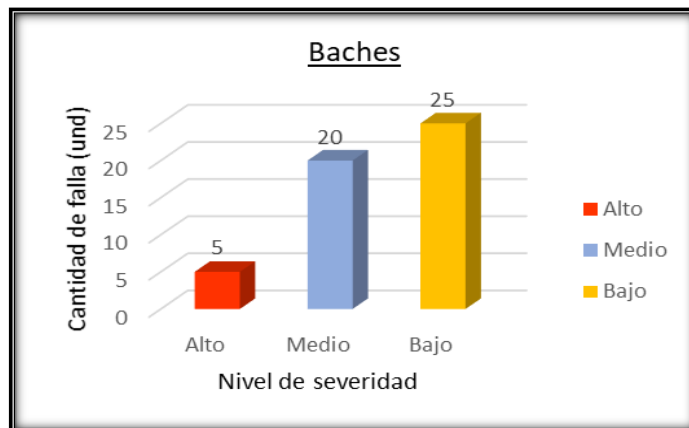


Figura 40. Nivel de severidad de baches. Elaboración propia, 2018.

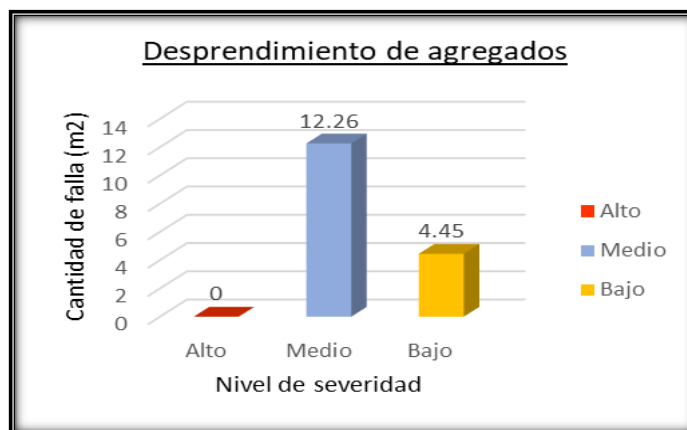


Figura 41. Nivel de severidad de desprendimiento de agregados. Elaboración propia, 2018.

Esta información será importante para realizar presupuestos de trabajos próximos de mantenimiento de la vía evaluada. Contamos con los metrados de las fallas presentes, por lo que se procede a realizar el presupuesto estimado, los análisis de precios unitarios se encuentran anexadas.

Presupuesto de mantenimiento en la Avenida Ferrocarril, Santa Anita, 2018

Tabla 26.

Presupuesto referencial de mantenimiento de la Av. Ferrocarril.

Item	Descripción	Unidad	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
01.00	Trabajos preliminares				
01.01	Trazo y replanteo	m2	435.60	1.23	535.79
02.00	Movimiento de tierras y demolición				
02.01	Demolición de pavimento asfáltico de severidad medio	m2	230.56	7.44	1,715.37
02.02	Fresado de carpeta asfáltica en mal estado	m2	26.32	6.43	169.24
02.03	Excavación a nivel de subrasante para bacheo	m3	25.00	7.37	184.25
02.04	Eliminación del material excedente	m3	281.88	22.10	6,229.55
03.00	Pavimentación				
03.01	Base granular para bacheo	m2	25.00	14.30	357.50
03.02	Imprimación para base	m2	256.88	1.37	351.93
03.03	Carpeta asfáltica en caliente 2"	m2	256.88	24.81	6,373.19
03.04	Sellado de fisuras de severidad media	ml	81.57	6.49	529.39
03.05	Imprimación superficial	m2	136.50	1.37	187.01
	COSTO DIRECTO				16,633.20
	GASTOS GENERALES (15%)				2494.980405
	UTILIDADES (10%)				1663.32027
	SUBTOTAL				20,791.50
	IGV (18%)				3742.470608
	TOTAL PRESUPUESTO				24,533.97

Nota: El presupuesto referencial será importante para futuros trabajos de mantenimiento de la avenida.

Salomón (2009), menciona que “la conservación de pavimentos se define como las actividades orientadas a proporcionar y mantener las carreteras usando tratamientos donde se ha tomado en cuenta su costo/beneficio en base a la vida útil restante del pavimento y el presupuesto disponible” (p. 2).

Ante ello optar por un sistema de conservación de pavimentos, conlleva a optimizar los fondos públicos, así mismo la vida útil de los pavimentos se prolonga a menor costo al implementar una gestión de pavimentos.

Técnicas de mantenimiento y rehabilitación

El pavimento flexible evaluado está en condiciones regulares, la mayoría de sus fallas está en nivel bajo y medio, por lo que es un buen momento para intervenir, en su mayoría los trabajos de mantenimiento corresponden a cambiar la carpeta asfáltica, y reparación de baches y sellado de fisuras en cantidades mínimas, las fallas que presentan severidad leve o bajo no requieren ningún tipo de mantenimiento ya que aún es posible de transitar sobre la vía, salvo con un riego de liga para impermeabilizar el pavimento, y las fallas de nivel alto se optará por cambiar la carpeta asfáltica y sellar las grietas de fisuras según lo requiere.

Tabla 27.
Acciones de mantenimiento en la Av. Ferrocarril.

Fallas presentes	Acciones de mantenimiento		
	Bajo	Medio	Alto
Piel de cocodrilo	Sello de riego de liga o imprimación superficial.	Sobrecarpeta o recapeo, parcheo parcial.	Fresado y reconstrucción.
Agrietamiento en bloque	Sello de riego de liga o imprimación superficial.	Sobrecarpeta, escarificado y reciclado superficial.	-----
Depresión	No se realiza ninguna acción.	Parcheo superficial parcial.	Parcheo superficial o profundo.
Grieta de borde	No se realiza ninguna acción.	Sellado de grietas y parcheo parcial.	Parcheo parcial o profundo.
Grietas longitudinales y transversales	Sello de grietas o imprimación superficial.	Sellado de grietas.	Sellado de grietas y parcheo.
Parches	No se realiza ninguna acción.	Sustitución parcial de parche.	-----
Baches	Parcheo parcial.	Parcheo o bacheo parcial o profundo.	Parcheo o bacheo profundo.
Desprendimiento de agregados	Sello superficial.	Sobrecarpeta o recapeo.	-----

Nota: Las acciones a tomar en cuenta para el mantenimiento se dan según el tipo de falla que fueron 8 fallas encontradas en la vía y nivel de severidad, de esa manera actuar en el momento y tiempo adecuado. Realizado por autor de esta investigación.

Participación en trabajos de mantenimiento de las principales fallas en la vía

Para realizar algunas técnicas de mantenimiento, como demostración, se tuvo que participar en trabajos de recuperación de vías, para ello fue importante la utilización de las especificaciones técnicas para la conservación de carreteras del Ministerio de Transportes y

Comunicaciones, donde se presentan los procesos de trabajo para cada tipo de intervención en los pavimentos flexibles. A continuación se presentan técnicas de intervención en algunas fallas.

Bacheo o parches

Se interviene en fallas de baches, la reparación que se aplica en este tipo de fallas se conoce como bacheo parcial o profundo; que consiste en la desintegración parcial del pavimento presentándose en forma de hueco.

Procedimiento de ejecución:

Colocar señales preventivas, el personal debe contar con los uniformes correspondientes, Enseguida se identifica las áreas deterioradas y se procede a delimitar en forma rectangular o cuadrada.

Se procede a ejecutar el bacheo manual, que viene a ser un procedimiento tradicional, que consiste en la excavación y remoción manual de la zona deteriorada, los cortes de las paredes deben quedar verticales, enseguida se realiza la limpieza del área a intervenir eliminando todas las partículas sueltas, luego la colocación de un imprimante o riego de liga utilizando escobillones para esparcir el ligante de manera uniforme que se utiliza principalmente como un pegamento entre base y la mezcla asfáltica, recomendado el líquido asfáltico RC-250 ya que es de curado rápido, se coloca la mezcla asfáltica extendiendo y nivelando mediante rastrillos, se puede utilizar mezcla asfáltica en frío o en caliente, y finalmente se procede a compactar, se puede utilizar un rodillo neumático, lizo o un pisón manual. Para terminar con el trabajo se realiza la limpieza general del lugar de trabajo y de los materiales extraídos y trasladar a depósitos autorizados.



Figura 42. Proceso de intervención de bacheos y parches. Elaboración propia, 2018.

Sellado de fisuras y grietas

Esta técnica de mantenimiento es eficaz para tratar fallas tales como grietas longitudinales y transversales, grietas en bloque; El objetivo es lograr que las grietas sean selladas para evitar la infiltración del agua o introducción de materiales no compresibles.

Procedimiento de ejecución:

Colocar señales preventivas, el personal debe contar con los uniformes correspondientes, enseguida se realiza trabajo de ranurado de la grieta, eliminar todos los residuos de polvo mediante una limpieza, enseguida se aplica el material sellante dentro de las grietas, puede ser mezcla asfáltica en frío o sellador de grietas, dejar al mismo nivel de la superficie, finalmente retirar el material sobrante.



Figura 43. Sellado de fisuras y grietas. Elaboración propia, 2018.

Recapeo asfáltico o sobrecarpeta

Esta técnica de reparación se emplea para fallas tales como piel de cocodrilo, irregularidades superficiales, desprendimiento de agregados y grietas en bloque, en un nivel de severidad media y alta.

Esta actividad consiste en la colocación de una sobrecarpeta de mezcla asfáltica en área puntuales o en toda la vía si lo requiere, donde se incluye proceso de fresado de la carpeta antigua, el principal objetivo del recapeo es recuperar las condiciones funcionales y estructurales del pavimento.

Procedimiento de ejecución:

Colocar señales preventivas, el personal debe contar con los uniformes adecuados, enseguida se identifica las áreas a intervenir y se procede a delimitar.

Posteriormente se realiza la limpieza total del área, eliminando todos los residuos de polvo y material suelto, en algunos casos se va requerir de fresado, que consiste en la desintegración de la capa asfáltica mediante una maquinaria pesada conocida como fresadora y realizar compactación en la base granular; Enseguida aplicar el riego de liga, ejecutar la colocación del recapado asfáltico o mezcla asfáltica en caliente, mediante una extendedora de mezcla, y luego se procede a compactar, en áreas pequeñas con compactadora manual y en área mayores con cilindro vibratorio.



Figura 44. Recapeo asfáltico o sobrecarpeta. Elaboración propia, 2018.

Imprimación superficial

Esta técnica se emplea para fallas tales como piel de cocodrilo, grietas en bloque, desprendimiento de agregados que presentan un nivel de severidad bajo, con el fin de impermeabilizar la superficie del pavimento y prolongar su vida útil.

Procedimiento de ejecución:

Colocar señales preventivas, el personal debe contar con los uniformes adecuados, enseguida se identifica las áreas a intervenir y se procede a delimitar.

Posteriormente se realiza la limpieza total del área, eliminando todos los residuos de polvo y material suelto, luego se procede al riego uniforme de emulsión asfáltica en toda el área, así mismo es importante rosear arena fina después del riego de liga para un curado más rápido y poner en servicio al instante. Finalmente realizar una limpieza de los materiales sobrantes.



Figura 45. Riego de liga – arena en piel de cocodrilo. Elaboración propia, 2018.

IV. DISCUSIÓN

A partir de la investigación realizada se concuerda que después de la fase de construcción, es importante tener en cuenta la fase de mantenimiento, para ello es necesario realizar previas evaluaciones superficiales del pavimento y de esa manera determinar una adecuada técnica de mantenimiento que requiere el pavimento. Si bien es cierto, es importante realizar evaluaciones periódicas o preventivas, para evitar casos extremos como una rehabilitación, que darían paso a generar mayores gastos en mantenimientos.

Los resultados del estudio fueron de un índice de condición del pavimento de 40.93, que está dentro un pavimento en estado regular, por lo tanto las acciones a tomar son sellos de riego de liga superficial, recapeo o sobrecarpeta, sellado de fisuras y grietas y bacheo o parches según sea necesario; los que fueron semejantes a los resultados de los estudios de Rabanal (2014), con un PCI de 49 presentando un pavimento regular la cual requiere de medidas de reparación como limpieza y sellado de las grietas, aplicar riego de liga para incrementar el PCI de la unidad de muestra, Leguía y Pacheco (2016), realizaron evaluaciones en dos vías, donde el resultado de la Av. Cincuentenario se asemeja al de esta investigación con un PCI de 51.84 evaluando al pavimento como regular por tanto requiere de acciones inmediatas, Armijos (2009), con PCI de 51, por ende también de estado regular por lo que considera una rehabilitación por lo menos con bacheo en la zonas más críticas, y Pinilla (2007), con PCI de 50 y estado de pavimento regular. Los resultados del presente estudio fueron semejantes a los estudios descritos porque las fallas más frecuentes encontradas en las vías evaluadas son piel de cocodrilo, fisuras de borde, grietas longitudinales y transversales, etc. Así mismo en su gran mayoría las fallas encontradas se registraron en nivel de severidad medio, dando origen a un estado de pavimento regular.

Sin embargo, los resultados del estudio de esta presente investigación fueron diferentes a los resultados de los estudios de Robles (2015), obteniendo como resultado del pavimento en mal estado, que se presenta en mayor cantidad fallas de piel de cocodrilo y determina que la vía evaluada requiere de una reconstrucción total; Leguía y Pacheco (2016), determinaron que un PCI de 59.29 en la Av. Colón y Miguel Grau optando por un estado de conservación bueno, y por ultimo Coy (2017), que presenta un PCI de promedio 69 evaluando como pavimento en estado bueno. Los resultados del presente estudio fueron diferentes a los estudios descritos anteriormente ya que los tipos de fallas presentes en las vías evaluadas se encuentran en un nivel de severidad mucho más alto, a diferencia de esta investigación que en su mayoría el nivel de severidad es medio, eso explica que la vía se encuentra en un estado regular.

Así mismo los autores Coy (2017), y Pinilla (2017), utilizaron dos métodos para realizar la evaluación superficial del pavimento de las avenidas que evaluaron, las cuales fueron el método del índice de condición del pavimento (PCI) y el método VIZIR, donde son métodos con el mismo fin, a diferencia del método PCI que es mucho más completo con respecto a considerar 19 tipos de fallas en el pavimento es decir considera fallas estructurales y funcionales, pero al utilizar estos dos métodos para sus evaluaciones ambos investigadores llegaron a la misma conclusión.

Finalmente se concuerda con el autor Montejo (2002), al mencionar que aquellas fallas en los pavimento alteran la superficie de rodadura afectando la seguridad y comodidad de los usuarios, así mismo como los autores Chong y Phang (s. f.), al referir que el pavimento en mal estado es peligroso para las personas que circulan sobre él, lo cual recomienda que se debe realizar mantenimiento preventivos con el fin de prevenir algún tipo de accidentes.

V. CONCLUSIONES

Las conclusiones de la investigación fueron las siguientes:

- Se evaluó superficialmente el pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018; clasificando el estado que presenta el pavimento flexible, a fin de realizar la intervención que corresponda en un tiempo adecuado, de esa manera optimizar los gastos de mantenimiento.
- Se determinó los parámetros de evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018; Los cuales fueron el catálogo de fallas en base al método del PCI que se logró registrar 8 tipos de fallas, el nivel de severidad que presenta cada sección evaluada de la vía, obteniendo desde una severidad baja a una severidad alta y las unidades de muestras, siendo 14 unidades de muestras evaluadas, obtenidas bajo el procedimiento del método.
- Se realizó el cálculo del PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018. Mediante los datos obtenidos en cada unidad de muestra, y bajo los procedimientos del método empleado.
- Finalmente se determinó el resultado de la condición superficial del pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018. Obteniendo en la escala de rango numérico un índice de 40.93, que representa un estado regular del pavimento, siendo un estado adecuado para intervenir.

VI. RECOMENDACIONES

Las recomendaciones para futuras investigaciones son las siguientes:

- Ampliar la investigación del estudio de evaluación de fallas en pavimentos flexibles en la ciudad de Lima, de esa manera detectar las secciones más falladas y poder tomar medidas adecuadas de intervención, de acuerdo a los tipos de fallas que presenten.
- Antes de realizar una intervención, es importante realizar un buen diagnóstico para identificar el problema que presenta la vía y el tipo de falla, para escoger la solución más óptima que se ajuste a los requerimientos de la vía, de esa manera se garantiza prolongar el tiempo de vida útil de los pavimentos.
- Desarrollar con más frecuencia una cultura de mantenimiento preventivo, para evitar realizar intervenciones de pavimentos en estados más graves o cuando las fallas sean estructurales, que a la larga, elevan los costos de reparación.
- Conocer las especificaciones técnicas para la conservación de carreteras del MTC, de esa manera hacer buen uso de las técnicas de mantenimiento que requieren los pavimentos.
- Finalmente contar con información actualizada sobre la construcción de pavimentos flexibles innovadores y las técnicas de mantenimientos que se dan, lo cual sería de gran ayuda para nuestro crecimiento profesional. Y no centrarse solo en una metodología ya que los desarrollos son constantes, ante ello es importante mantenerse actualizados.

VII. REFERENCIAS

- Armijos Salinas, C. R. (2009). *Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja*. (Tesis de pregrado). Universidad Técnica Particular de Loja, Loja.
- ASTM D 5340 – 98 American Society for Testing and Materials. Índice de Condición de Pavimentos (PCI). España: ASTM, 2005. 51 pp.
- Bandara, N., y Gunaratne, M. (2001). Current and future pavement maintenance prioritization based on rapid visual condition evaluation. *J. Transp. Eng*, 127, 116-123.
- Borja, M. (2012). Metodología de la investigación científica para ingenieros. Chiclayo, Perú.
- Brown, R. (1988). Preventative maintenance of asphalt concrete pavements. National Center for Asphalt Technology.
- Chong, G., y Phang, W. (s.f.). Improved Preventive Maintenance: Sealing Cracks in Flexible Pavements Cold Regions, 12-19.
- Coronado, J. (2002). Manual Centroamericano para Diseño de Pavimentos. Guatemala: Usaid.
- Corros, M., Urbáez, E., y Corredor G. (2009). Diseño de Pavimentos I Evaluación de Pavimentos. Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería.
- Coy Pineda, O. M. (2017). *Evaluación superficial de un pavimento flexible de la calle 134 entre carreras 52ª a 53C comparando los métodos VIZIR Y PCI*. (Tesis de pregrado). Universidad Militar Nueva Granada, Colombia.
- Guía de Pavimentos. (2004). Universidad Mayor de San Simón. 644pp.
- Hernández, R., Fernández, C., y Baptista, P. (2010). Metodología de la Investigación (5ta ed.). México: Mc Graw Hill.
- Herold, M., Roberts, R., Smadi, O., y Noronha, V. (s.f.). Road condition mapping with hyperspectral remote sensing, 1-15.
- Ismail, N., Ismail, A., y Atiq, R. (2009). An Overview of Expert Systems in Pavement Management. *European Journal of Scientific Research*, 30(1), 99-111.

- Instituto Nacional de Defensa Civil (INDECI). (s.f.). Mapa de suelos en los distritos de Lima. Lima, Perú: minam. Recuperado de <http://sinia.minam.gob.pe/download/file/fid/38840>.
- Jugo, A. (2005). Manual de Mantenimiento y Rehabilitación de pavimentos flexibles. Caracas, Venezuela: Acciones básicas.
- Leguía, P. B. y Pacheco, H. F. (2016). *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho – Huaura – Lima)*. (Tesis de pregrado). Universidad de San Martín de Porres, Lima.
- Manual completo de diseño de pavimentos. (2004). UMSS. 634 pp.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Manual de carreteras, Suelos, geología, geotecnia y pavimentos Sección suelos y pavimentos. Perú: MTC, 2014. 301 pp.
- Montejo, A. (2002). Ingeniería de Pavimentos para carreteras. Bogotá, Colombia: Universidad Católica de Colombia.
- Park, K., Thomas, N., y Wayne, K. (2007). Applicability of the International Roughness Index as a Predictor of Asphalt Pavement Condition. *J. Transp. Eng.* 133, 706-709.
- Pinilla Valencia, J. A. (2007). *Auscultación, calificación del estado superficial y evaluación económica de la carretera sector puente de la Libertad – Maltería desde el K0+000 hasta el K6+000 (código 5006)*. (Tesis de maestría). Universidad Nacional de Colombia, Manizales.
- Rabanal Pajares, J. E. (2014). *Análisis del estado de conservación del pavimento flexible de la vía de evitamiento norte, utilizando el método del Índice de Condición del Pavimento. Cajamarca – 2014*. (Tesis de pregrado). Universidad Privada del Norte, Lima.
- Rajagopal, A., y George, K. (2006). Pavement Maintenance Effectiveness. *University of Mississippi*, 62 – 68.
- Robles Bustios, R. (2015). *Cálculo del Índice de Condición del pavimento (PCI) Barranco – Surco – Lima*. (Tesis de pregrado). Universidad Ricardo Palma, Lima.

- Salomón, D. (2009). Conservación de pavimentos: Metodologías y Estrategias. USA: Pavement Preservation Systems, L.L.C. 10 pp.
- Shah, Y., Jain, S., Tiwari, D., & Jain, M. (2013). Development of Overall Pavement Condition Index for Urban Road Network. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 104, 332 – 341.
- Shahnazari, H., Tutunchian, M., Mashayekhi, M., & Amini, A. (2012). Application of Soft Computing for Prediction of Pavement Condition Index. *J. Transp. Eng*, 138, 1495-1506.
- Valderrama, S. (2013). Pasos para elaborar proyectos de investigación científica (2a ed.). Lima, Perú: San Marcos E. I. R. L.
- Vásquez, L. (2002). Pavement Condition Index para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras. Manizales, Colombia: Universidad Nacional de Colombia.
- Yang, J., John, J., y L, Gunaratne, M. (2003). Application of neural network models for forecasting of pavement crack index and pavement condition rating. *University of south Florida*. 1-152.

VIII. ANEXOS

Anexo 1: Matriz de consistencia

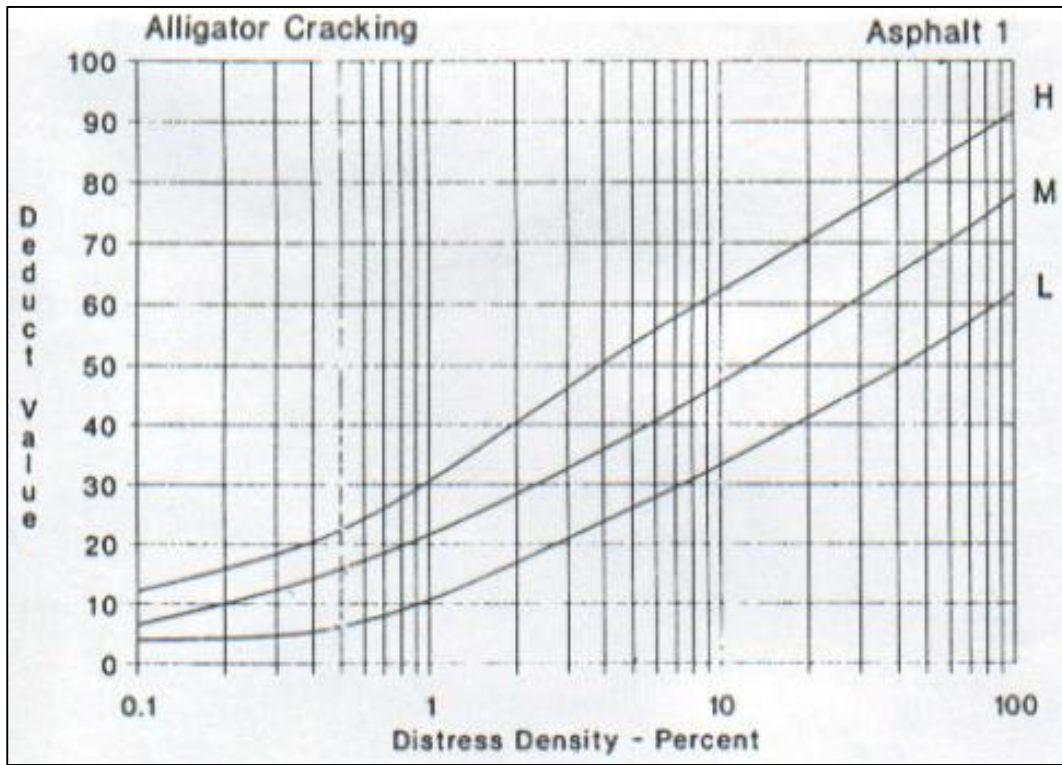
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPÓTESIS	OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES								
			VARIABLE DEPENDIENTE: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE								
Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis principal	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores	Metodología				
¿Cómo evaluar superficialmente el pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018?	Evaluar superficialmente el pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.	Se evalúa superficialmente el pavimento flexible mediante los parámetros del método del Índice de Condición del Pavimento basado en la norma ASTM D5340 en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.	EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	“El momento en el cual se puede optimizar la inversión económica en trabajos de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos, incrementando considerablemente su vida útil, es el objetivo primordial de la evaluación de todo pavimento en servicio” (Corros, Urbáez y Corredor, 2009, p. 1).	Para esta variable, se utiliza métodos de evaluación superficial mediante la inspección visual haciendo uso del manual de evaluación de pavimentos para determinar las características de los indicadores establecidos.	Tipos de Evaluación.	Evaluación funcional.	Tipo de Investigación: - Aplicada.			
¿Cómo se determina los parámetros de evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018?	Determinar los parámetros de evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.	Se determina los parámetros mediante la evaluación superficial del pavimento flexible bajo los procedimientos del PCI en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.		EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE	“Se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema” (Vásquez, 2002, p.2).	Para la obtención de datos se tendrá en cuenta los requisitos mínimos que establece la norma ASTM D5340 que se basa en método del PCI para pavimentos asfálticos, utilizando el formato de recolección de datos para la evaluación del pavimento.	Clasificación de Fallas.		Evaluación estructural. Fisuras y grietas. Deformaciones superficiales. Desintegración. Afloramiento y otros.	Nivel de Investigación: - Descriptivo. - Explicativo.	
¿Cómo se realiza el cálculo del PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018?	Realizar el cálculo del PCI para la evaluación superficial del pavimento flexible en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.	Se realiza el cálculo del PCI mediante datos obtenidos en la evaluación superficial del pavimento flexible para cada unidad de muestra en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.					INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		VARIABLE INDEPENDIENTE: ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO		Causas del surgimiento de fallas.
¿Cómo se determina el resultado de la condición superficial del pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018?	Determinar el resultado de la condición superficial del pavimento flexible empleando el método del Índice de Condición del Pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.	Se determina el resultado de la condición superficial del pavimento flexible mediante la evaluación superficial, basado en la escala de clasificación del PCI en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018.	INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Definición conceptual	Definición operacional		Dimensiones
				INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO				Parámetros de evaluación.	Catálogo de fallas. Severidad. Unidades de muestra.		
					INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO			Cálculo del PCI.	Cálculo del valor deducido (VD). Número máximo admisible de valor deducido. Valor deducido corregido (CDV). Determinar PCI.		
			INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO					Resultado de la condición.	Rango numérico. Rango de clasificación.		

Anexo 2: Instrumento de recolección de datos

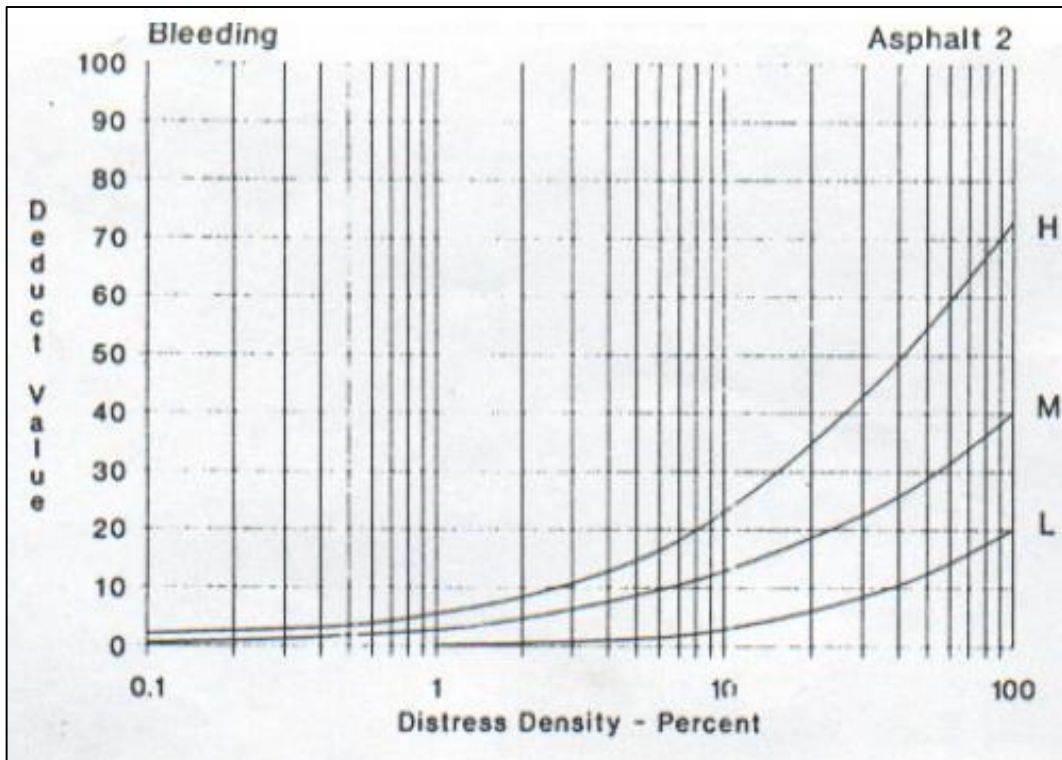
HOJA DE REGISTRO PARA PAVIMENTO FLEXIBLE MEDIANTE PCI									
LUGAR:					SECCIÓN:				
FECHA:					UNIDAD DE MUESTREO:				
REALIZADO POR:					AREA DE LA UNIDAD:				
TIPOS DE FALLAS								Diagrama	
1. Piel de cocodrilo		8. Grieta de reflexión de junta		14. Cruce de Vía férrea					
2. Exudación		9. Desnivel Carril/Berma		15. Ahullamiento					
3. Agrietamiento en bloque		10. Grietas Longitudinales y Transversales		16. Desplazamiento					
4. Abultamientos y hundimientos		11. Parches		17. Grietas parabólicas					
5. Corrugación		12. Pulimiento de agregados		18. Hinchamiento					
6. Depresión		13. Baches		19. Desprendimiento de agregados					
7. Grieta de borde									
NIVEL DE SEVERIDAD			UNIDADES DE MUESTRA	INT. DE UM	NÚMERO MÁX DE VD				
Low	Baja	L	$n = \frac{N x \sigma^2}{\frac{\sigma^2}{4} x (N - 1) + \sigma^2}$	$i = \frac{N}{n}$	$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i)$				
Medium	Media	M							
High	Alta	H							
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES									
Tipo									
Cantidad y severidad									
Total	L								
	M								
	H								
CALCULO DEL PCI									
Tipo de daño	Severidad	Total	Densidad (%)	Valor deducido (VD)	Número de valores deducidos > 2(q) Valor deducido más alto = Número máximo de VD (m) =				
N°	VALORES DEDUCIDOS						VDT	q	VDC
1									
2									
3									
4									
5									
...									
							Máx. VDC		
ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI):				<input type="text" value="PCI = 100 - Máx. VDC"/> <input type="text" value="PCI ="/>					
CONDICION DEL PAVIMENTO:				<input type="text"/>					

Anexo 3: Curvas de Valor Deducido para cada tipo de falla mediante el PCI

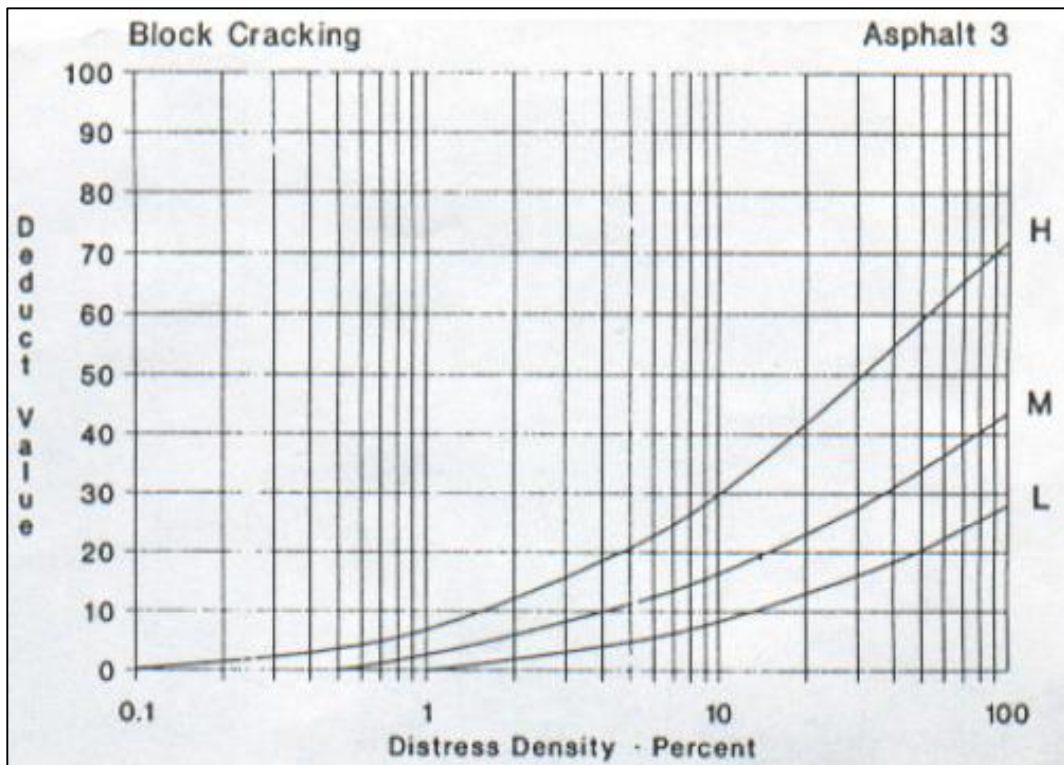
Piel de cocodrilo



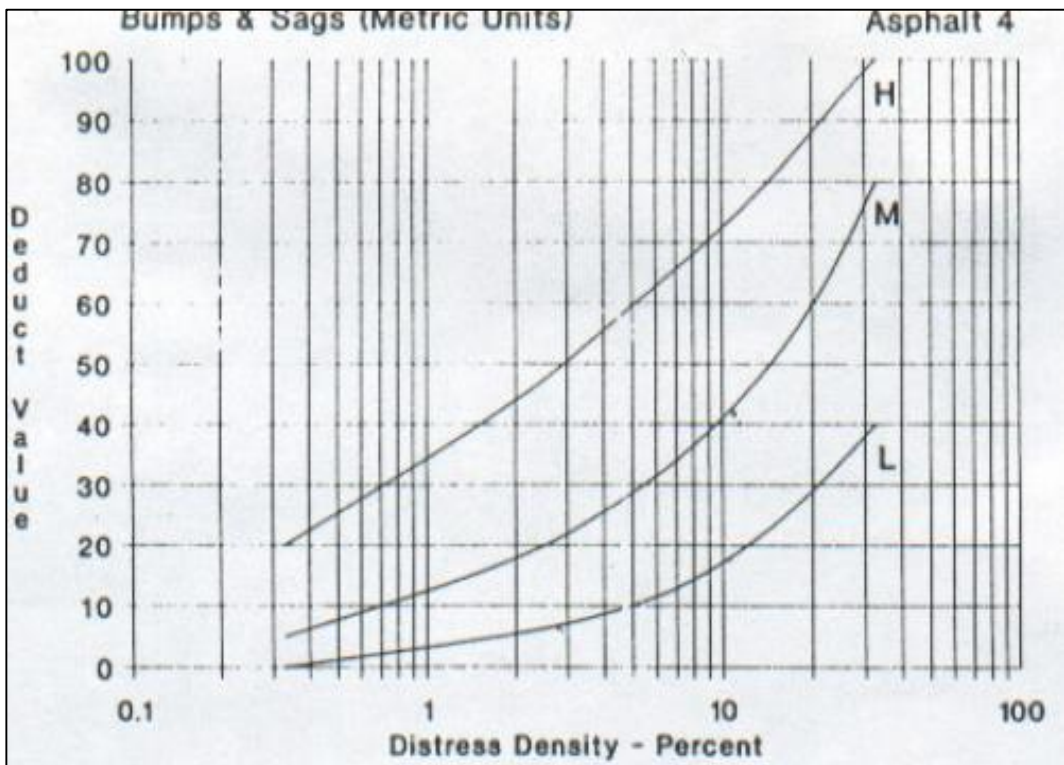
Exudación



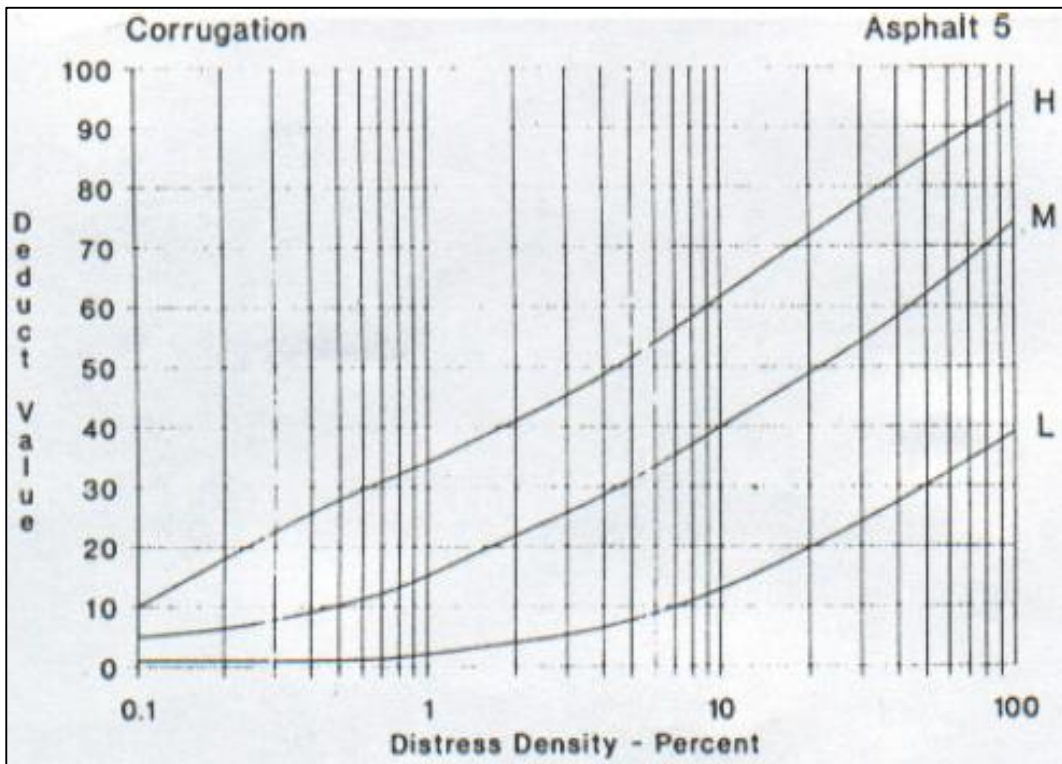
Agrietamiento en bloque



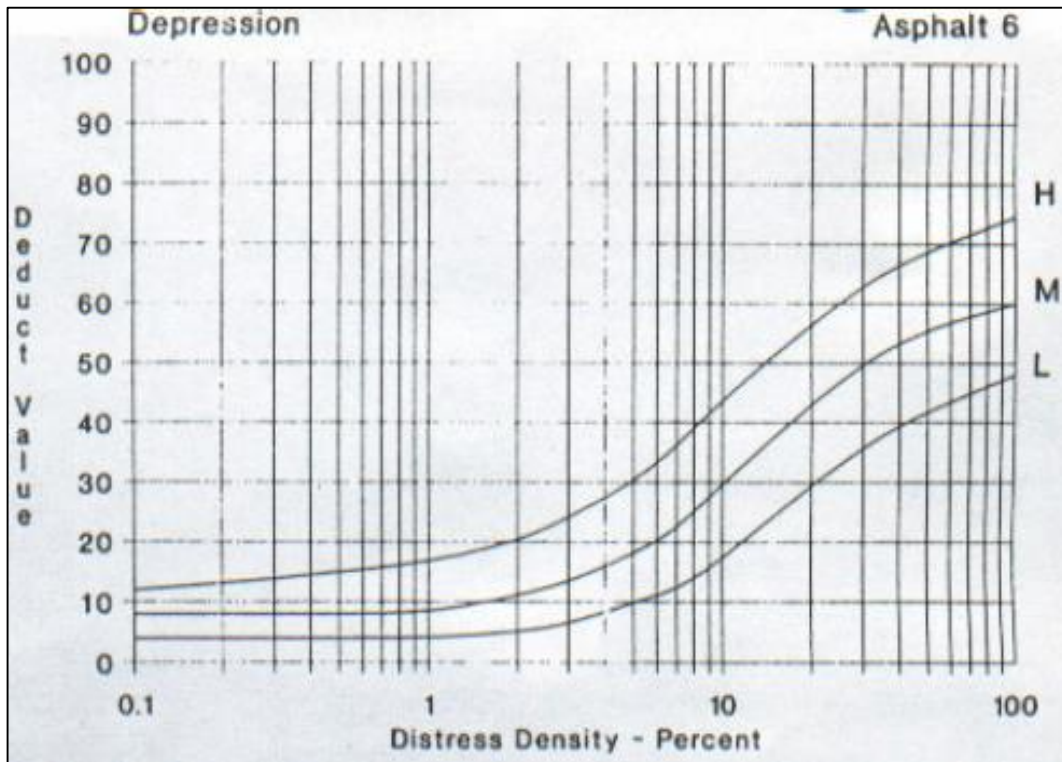
Abultamientos y hundimientos



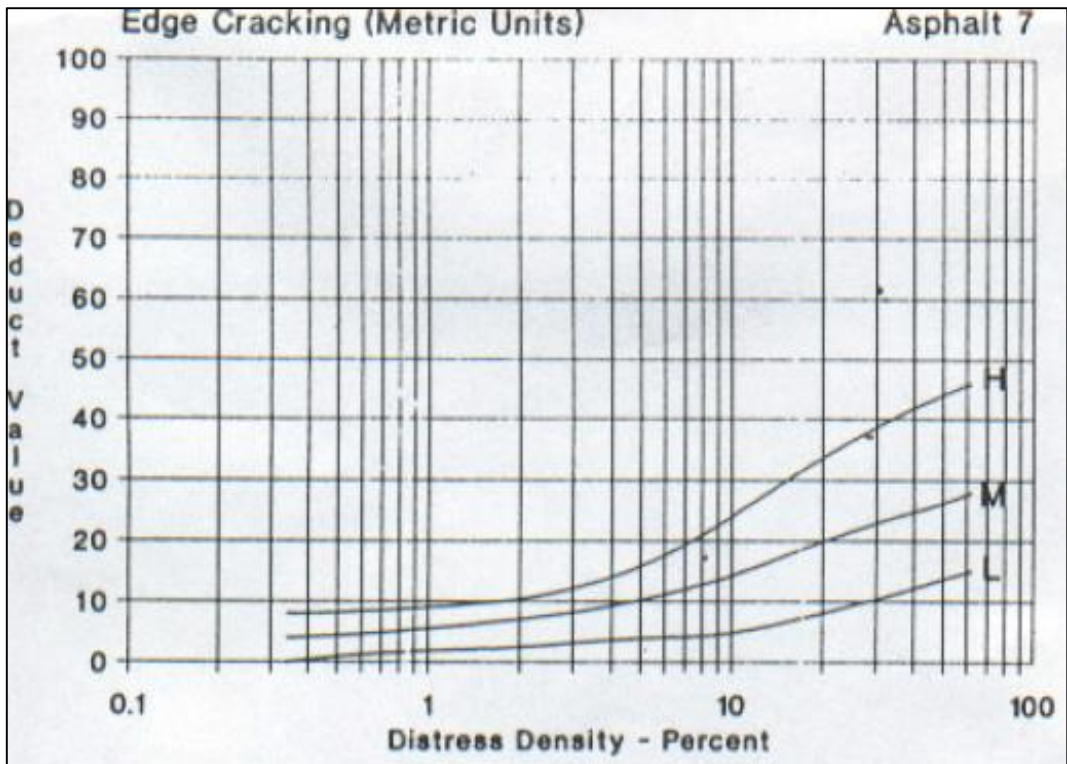
Corrugación



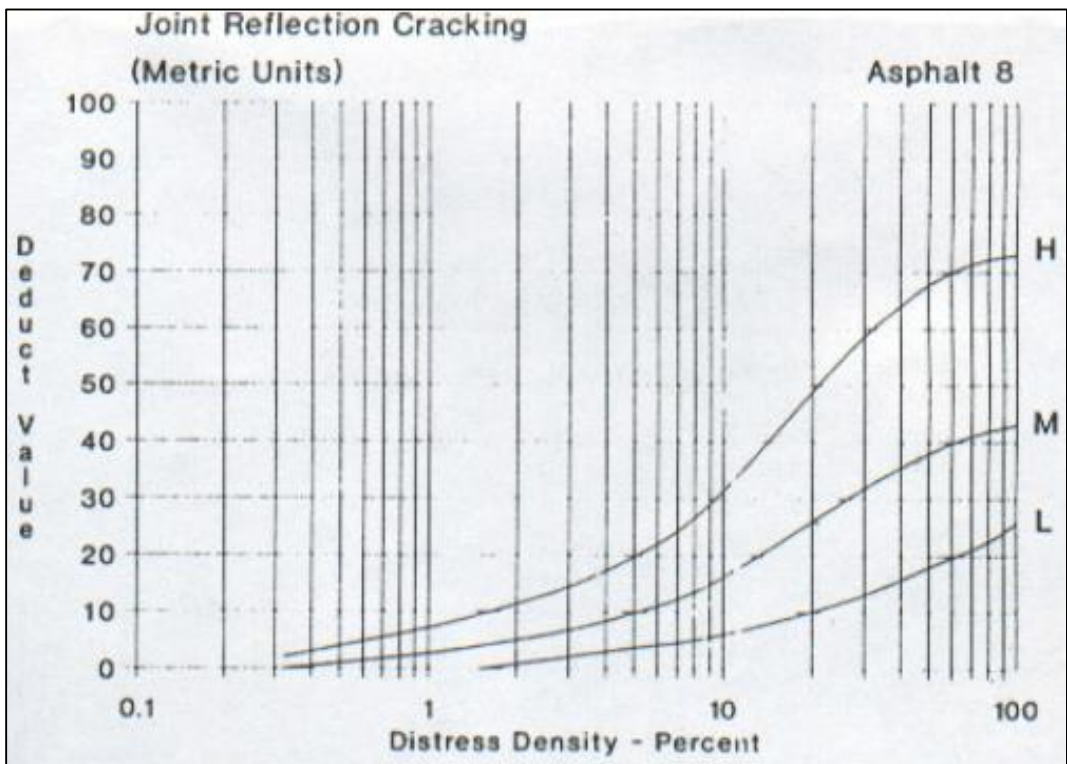
Depresión



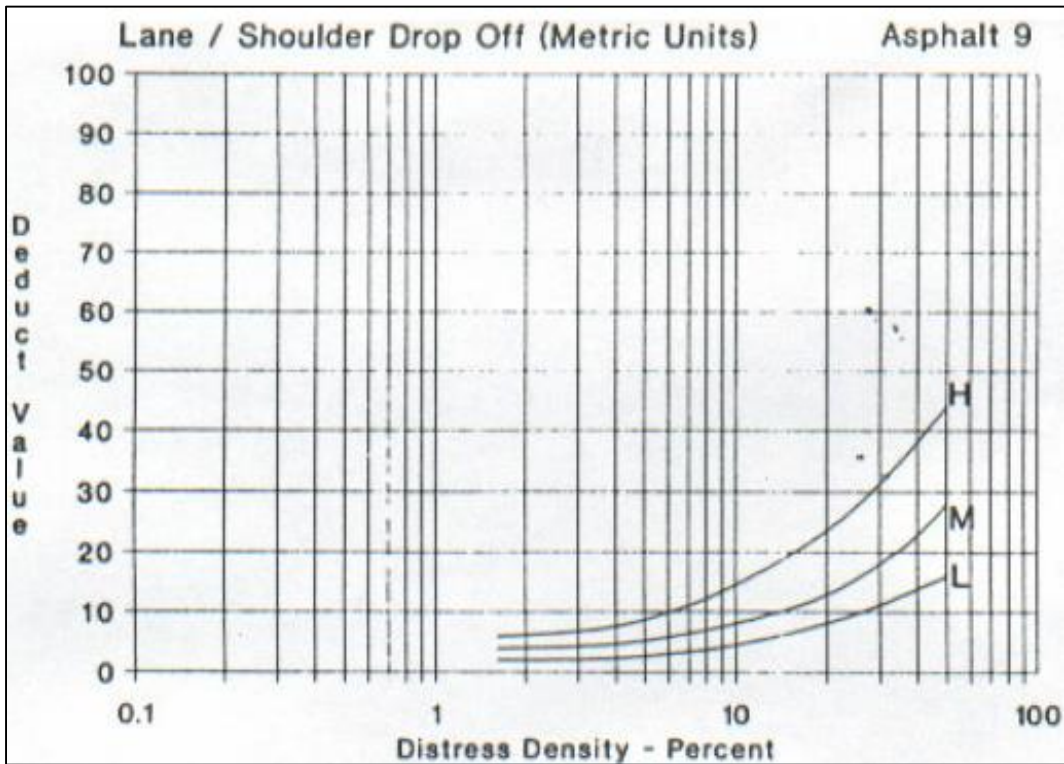
Grieta de borde



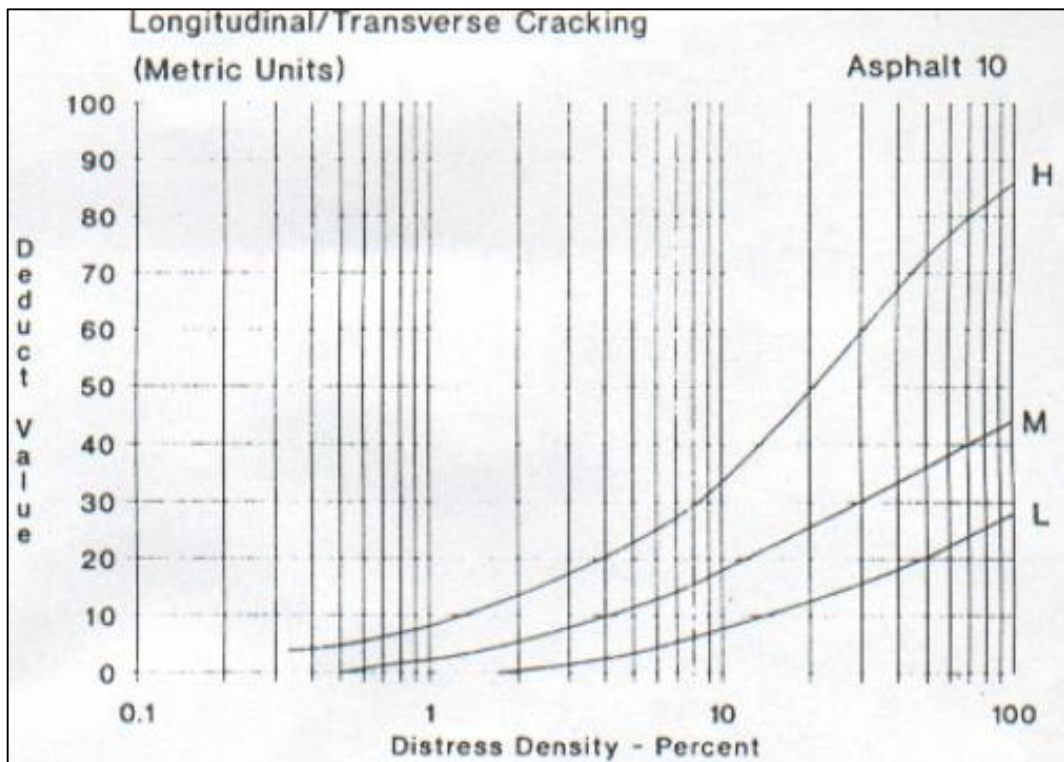
Grieta de reflexión de junta



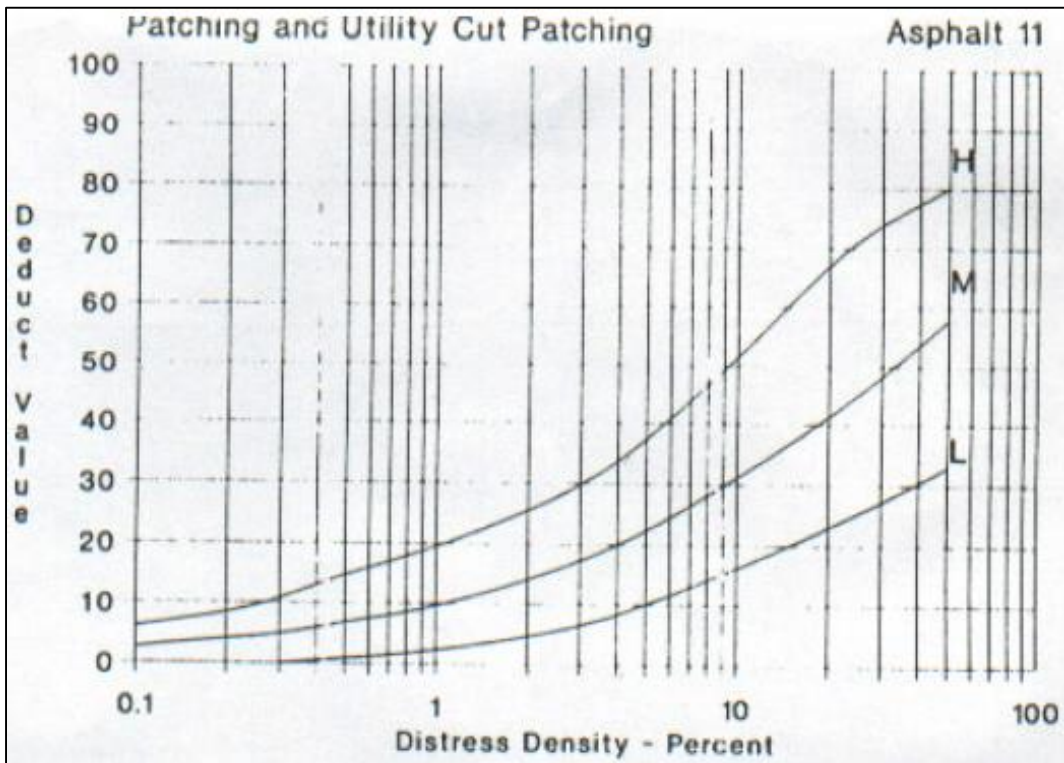
Desnivel Carril / Berma



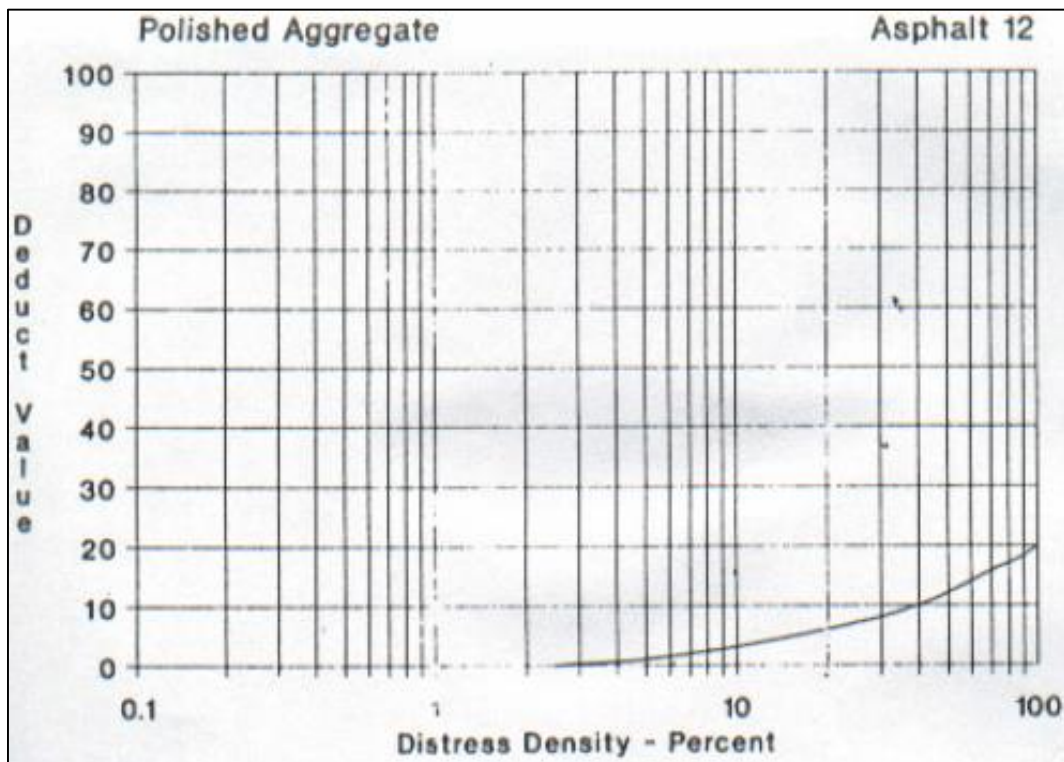
Grietas Longitudinales y Transversales



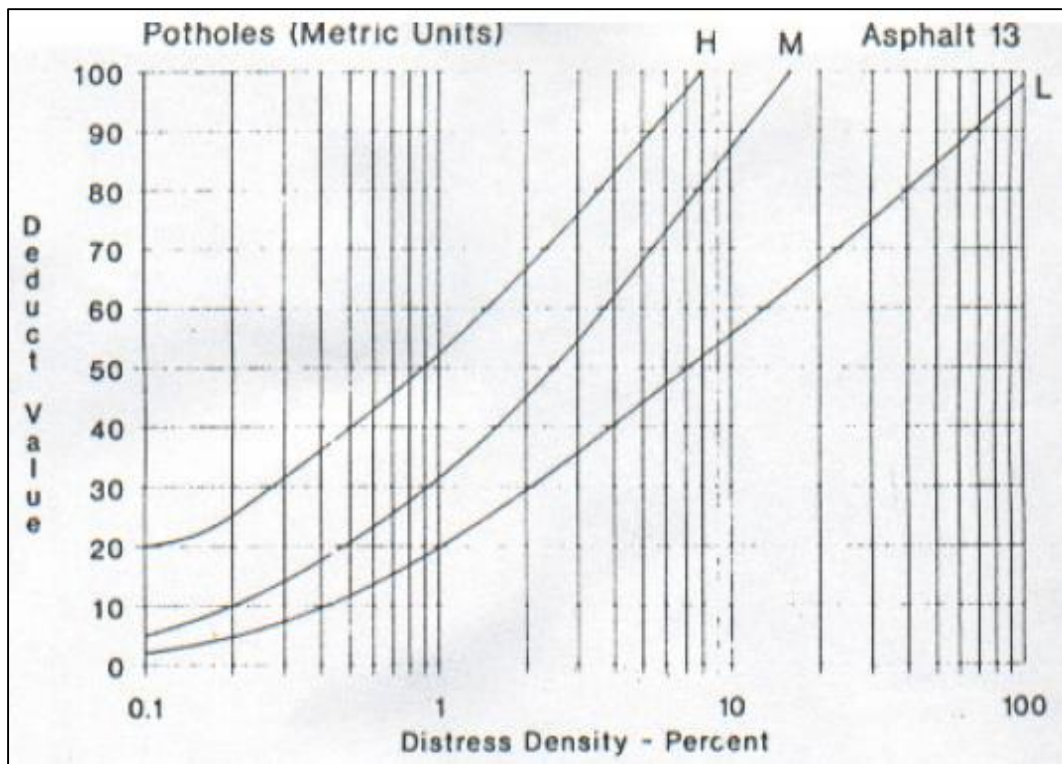
Parches



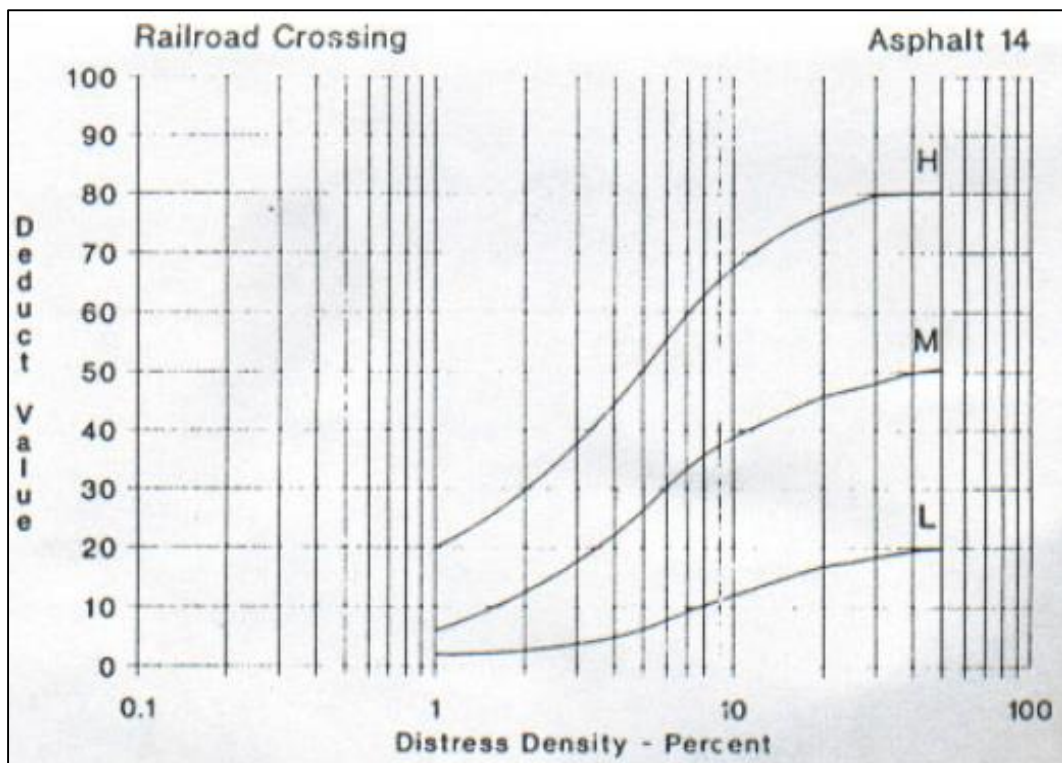
Pulimiento de agregados



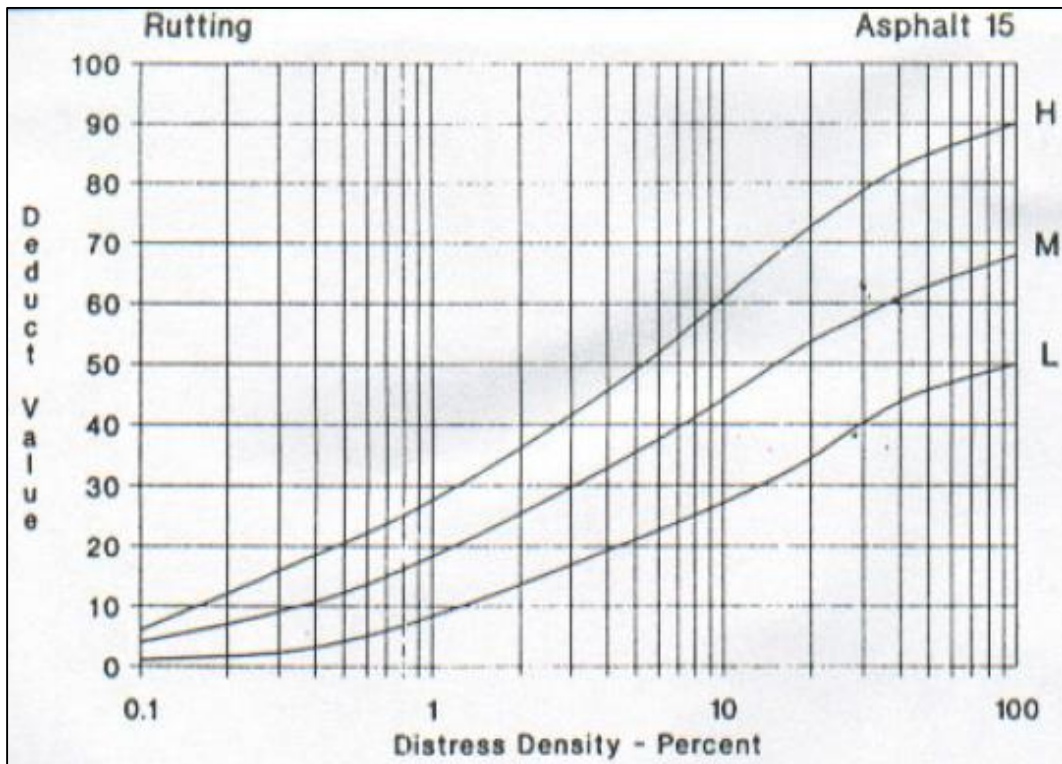
Baches



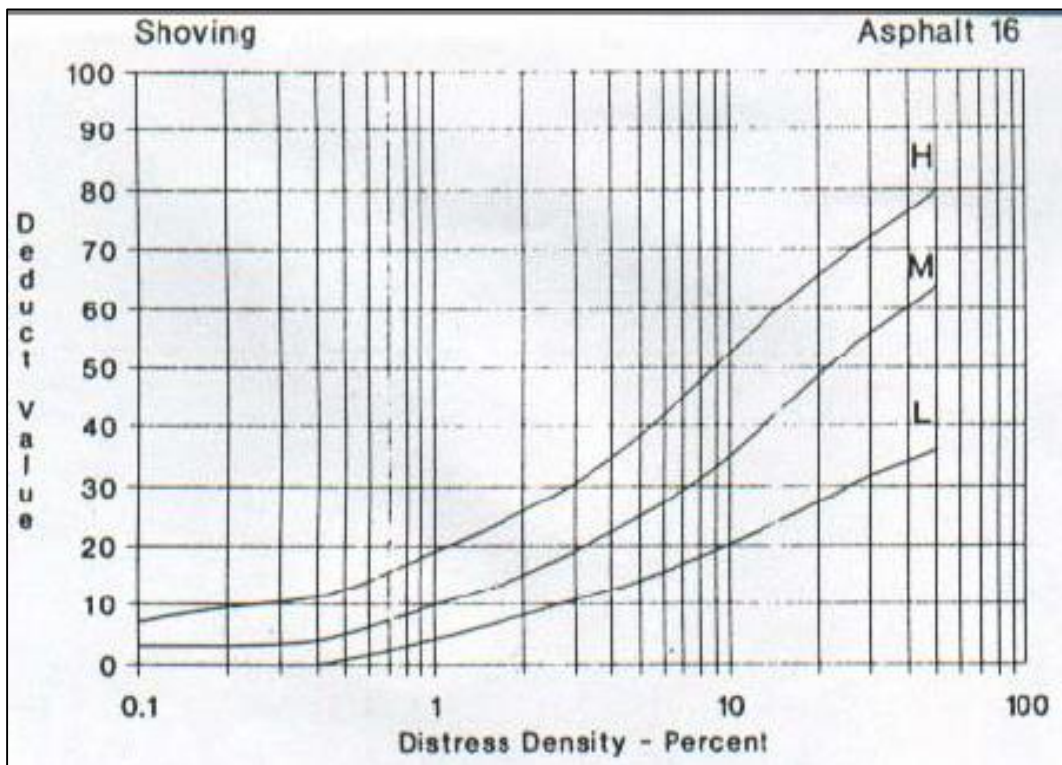
Cruce de Vía Férrea



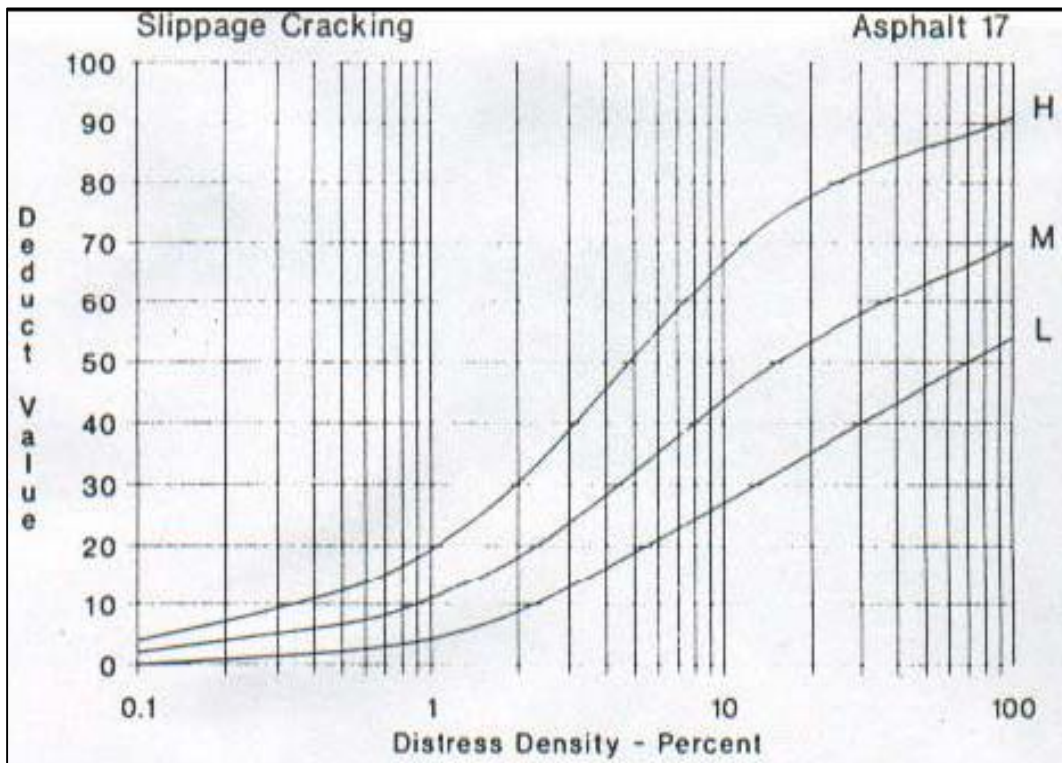
Ahullamiento



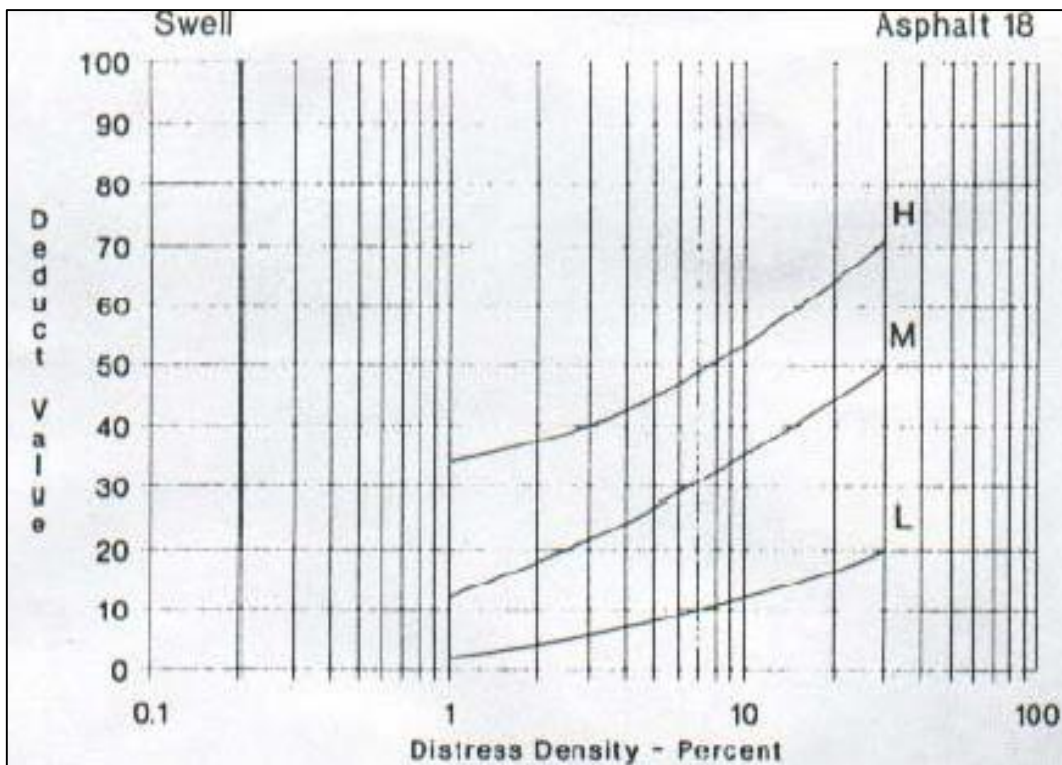
Desplazamiento



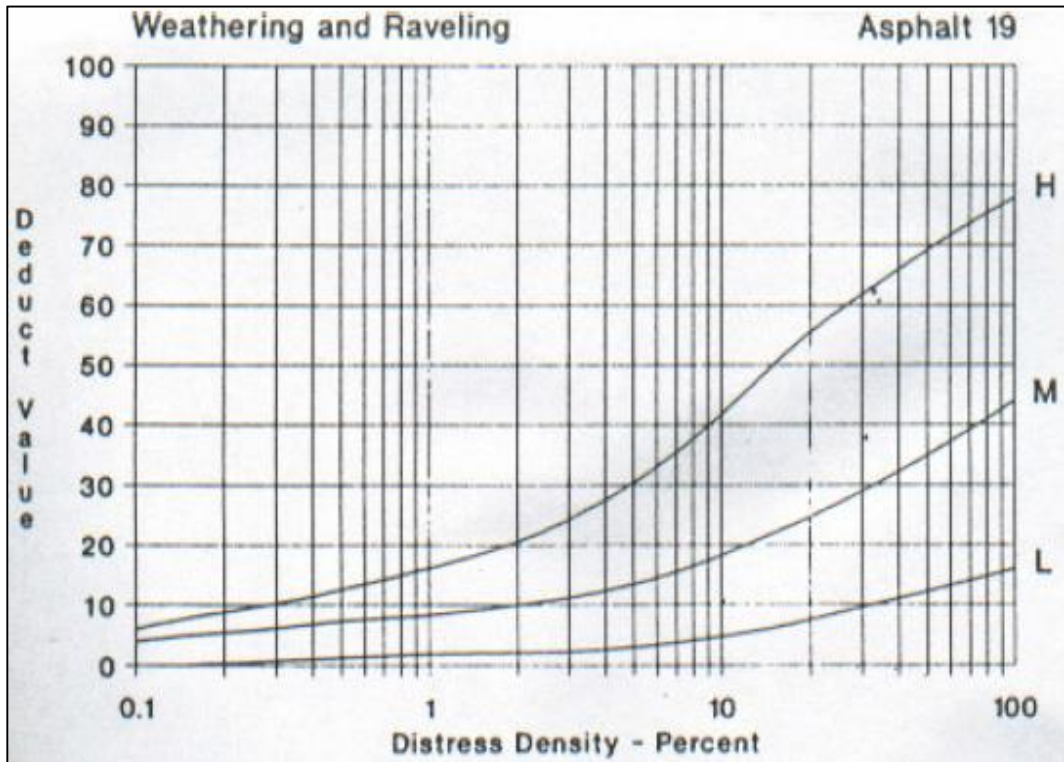
Grietas Parabólicas o por deslizamiento



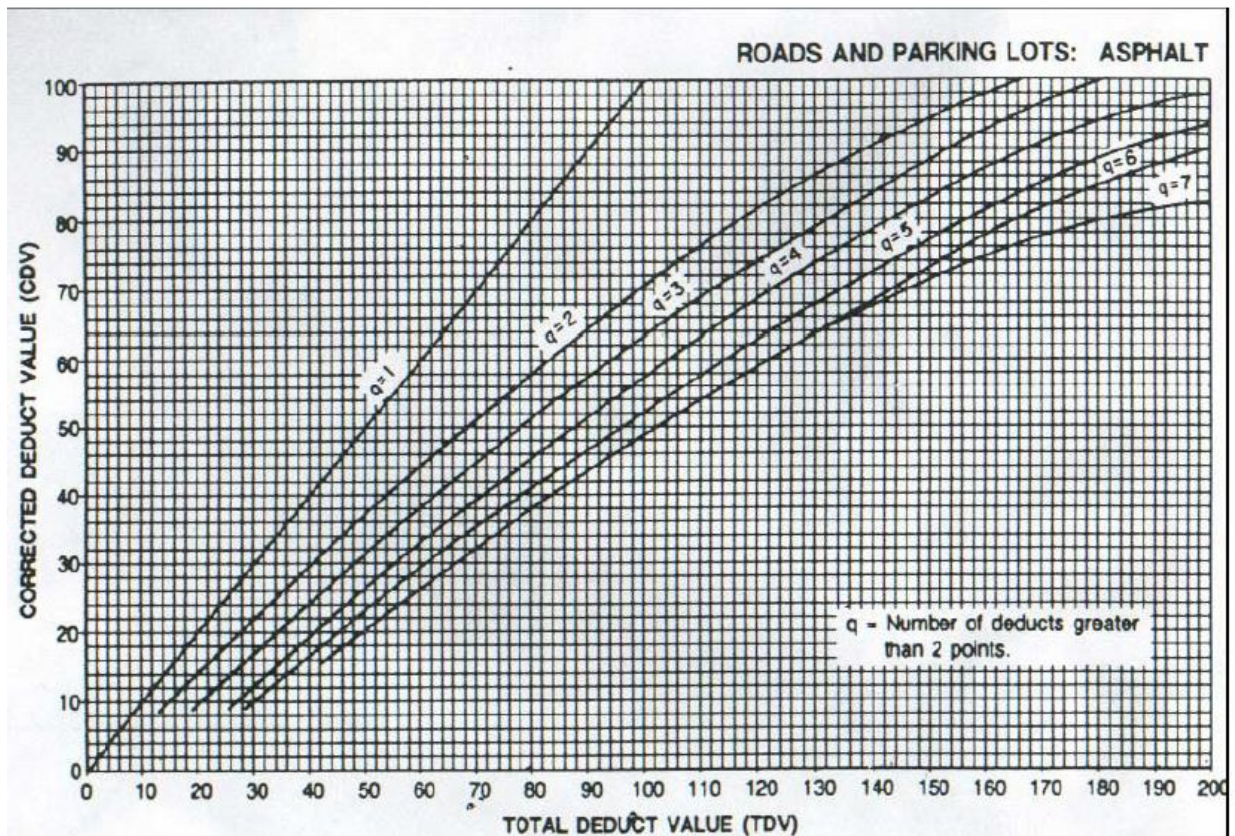
Hinchamiento



Peladura o Desprendimiento de Agregados



Anexo 4: Curvas de Valor Deducido corregido (CDV)



Anexo 5: Evidencias de recolección de datos en campo



Figura 46. Medida del ancho de calzada de la Av. Ferrocarril.



Figura 47. Registro de unidades de muestra.



Figura 48. Grietas de borde en la Av. Ferrocarril



Figura 49. Depresión en la Av. Ferrocarril.



Figura 50. Piel de cocodrilo en la Av. Ferrocarril



Figura 51. Grietas longitudinales en la Av. Ferrocarril.



Figura 52. Baches en la Av. Ferrocarril



Figura 53. Parches en la Av. Ferrocarril.



Figura 54. Desprendimiento de agregados en la Av. Ferrocarril.



Figura 55. Agrietamiento en bloque en la Av. Ferrocarril.

Anexo 6: Aforo vehicular de la Av. Ferrocarril.

AFORO VEHICULAR - AV. FERROCARRIL																					
TRAMO DE LA CARRETERA		Km 0+000 a Km 2+100										ESTACION		Cruce con Av. Encalada							
SENTIDO		Ambos sentidos										DIA		Lunes							
UBICACIÓN		Av. Ferrocarril - Santa Anita - Lima										FECHA		04/06/2018							
HORA	MOTOS	AUTO	STATION WAGON	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL
				PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2 E	3 E	2 E	3 E	4 E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>= 3S3	2T2	2T3	3T2	3T3	
																					
0-1		11		5		3	3													22	
1-2		10	2	3		4	2													21	
2-3		5		2		1	4	2	3											17	
3-4		17		7		4	5	4	3	2	1		1							44	
4-5		4				12	34	10												60	
5-6		9	3	5		8	42	8	1	1	1									78	
6-7		28	8	8	1	17	48	12					1							123	
7-8		34		3		32	58	4	1		2									134	
8-9		30	6	6		38	55	2	2			1								140	
9-10		26				36	49		1											112	
10-11		29	5	3		31	48	3			1	1								121	
11-12		26	7	9		33	62	4	1											142	
12-13		30		2		38	64	5				1								140	
13-14		27	5	7		25	46	7	3											120	
14-15		23				28	42	1												94	
15-16		14	2	2		16	51	2												87	
16-17		13		1		27	45	1		1										88	
17-18		18		4	1	22	40	2	1											88	
18-19		16	1	2		31	57	3												110	
19-20		28	3	7		26	40	5	2	1	1									113	
20-21		22		5	2	25	37	6												97	
21-22		16		1		27	25													69	
22-23		14				12	22													48	
23-24		10	2	4		8	13													37	
TOTALES		460	44	86	4	504	892	81	18	5	6	3	2							2105	

Anexo 7: Análisis de precios unitarios de mantenimientos de Av. Ferrocarril.

Partida		Trazo y replanteo (m2)					
Rendimiento m2/día	MO.	1,000	EQ. 1,000	Costo unitario directo por m			1.23
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
Mano de obra							
CAPATAZ		hh		1	0.0080	21.89	0.18
OPERARIO TOPOGRAFO		hh		1	0.0080	15.2	0.12
PEON		hh		6	0.0480	13.74	0.66
							0.96
Materiales							
CLAVOS PARA MADERA		kg			0.0050	2.63	0.01
YESO DE 28 kg		bol			0.0100	12	0.12
							0.13
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			0.0300	0.95624	0.03
TEODOLITO		hm		1	0.0080	14	0.11
							0.14

Partida		Demolicion de pavimento asfaltico de severidad medio (m2)					
Rendimiento m2/día	MO.	235	EQ. 235.000	Costo unitario directo por m			7.44
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
Mano de obra							
CAPATAZ		hh		0.5	0.0170	21.89	0.37
OFICIAL		hh		1	0.0340	15.28	0.52
PEON		hh		2	0.0681	13.74	0.94
							1.83
Materiales							
AGUA		m3			0.0150	5	0.08
							0.08
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			0.0300	1.82825532	0.05
COMPRESORA NEUMATICA		hm		2	0.0681	71.62	4.88
MARTILLO NEUMATICO		hm		2	0.0681	8.93	0.61
							5.54

Partida		Fresado de carpeta asfaltica en mal estado (m2)					
Rendimiento m2/día	MO.	160	EQ. 160.0000	Costo unitario directo por m			6.43
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
Mano de obra							
OPERARIO		hh		1	0.0500	18.24	0.91
Peon		hh		3	0.1500	13.74	2.06
							2.97
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO			0.0300	2.973	0.09
Maquinaria fresadora		hm		1	0.0500	67.3	3.37
							3.45

Partida Excavación a nivel de subrasante para bacheo (m3)						
Rendimiento m2/día	MO.	520	EQ. 520	Costo unitario directo por m		7.37
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mano de obra						
OPERARIO		hh		0.5	0.0077	18.24
OFICIAL		hh		2	0.0308	15.28
PEON		hh		8	0.1231	13.74
						2.30
Materiales						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			0.0300	2.30153846	0.07
RETROEXCAVADORA	hm			1	0.0154	325
						5.07

Partida Eliminación de material excedente (m3)						
Rendimiento m2/día	MO.	280	EQ. 280	Costo unitario directo por m		22.10
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mano de obra						
CAPATAZ		hh		0.5	0.0143	21.89
OFICIAL		hh		1	0.0286	15.28
PEON		hh		4	0.1143	13.74
						2.32
Materiales						
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			0.0300	2.31957143	0.07
CARGADOR FRONTAL CAT T-930	hm			1	0.0286	150
CAMION VOLQUETE	hm			2	0.0571	270
						15.43
						19.78

Partida Base granular para bacheo e=0.15m						
Rendimiento m2/día	MO.	430	EQ. 430	Costo unitario directo por m		14.30
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial
Mano de obra						
CAPATAZ		hh		0.1	0.0019	21.89
OFICIAL		hh		1	0.0186	15.28
PEON		hh		3	0.0558	13.74
						1.09
Materiales						
BASE GRANULAR	m3			0.1640	36	5.90
						5.90
Equipos						
HERRAMIENTAS MANUALES	%MO			0.0300	1.09188837	0.03
CAMION CISTERNA	hm			1	0.0186	130
RODILLO VOBRATORIO	hm			1	0.0186	96
MOTO NIVELADORA	hm			1	0.01860465	165
						3.07
						7.31

Partida		Imprimacion para base (m2)					
Rendimiento m2/día	MO.	1,900	EQ. 1,900	Costo unitario directo por m		1.37	
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
Mano de obra							
CAPATAZ		hh		2	0.0084	21.89	
OFICIAL		hh		2	0.0084	15.28	
PEON		hh		8	0.0337	13.74	
						0.78	
Materiales							
EMULSION ASFALTICA RC-250		gal		0.0500	15.5	0.78	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	0.77583158	0.02	
CAMION IMPRIMADOR		hm		1	0.0042	135	
						0.57	
						0.59	

Partida		Carpeta asfaltica en caliente de 2" (m2)					
Rendimiento m2/día	MO.	850	EQ. 850	Costo unitario directo por m		24.81	
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
Mano de obra							
CAPATAZ		hh		1	0.0094	21.89	
OPERARIO		hh		2	0.0188	18.24	
PEON		hh		8	0.0753	13.74	
						1.58	
Materiales							
MEZCLA ASFALTICA		m3		0.0600	361.6	21.70	
						21.70	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	1.58390588	0.05	
RODILLO VOBRATORIO		hm		1	0.0094	157	
						1.48	
						1.53	

Partida		Sellado de fisuras de severidad media (m)					
Rendimiento m2/día	MO.	1,000	EQ. 1,000	Costo unitario directo por m		6.49	
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
Mano de obra							
CAPATAZ		hh		4	0.0320	21.89	
OPERARIO		hh		3	0.0240	18.24	
OFICIAL		hh		10	0.0800	15.28	
PEON		hh		1	0.0080	13.74	
						2.47	
Materiales							
Sellador sikaflex para fisuras		kg		0.2500	11.2	2.80	
						2.80	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	2.47056	0.07	
RUTEADOR		hm		1	0.0080	143.5	
						1.15	
						1.22	

Partida		Imprimacion superficial (m2)					
Rendimiento m2/día	MO.	1,900	EQ. 1,900	Costo unitario directo por m		1.37	
Descripción recurso		Unidad	Cuadrilla	Cantidad	Precio S/.	Parcial	
Mano de obra							
CAPATAZ		hh		2	0.0084	21.89	
OFICIAL		hh		2	0.0084	15.28	
PEON		hh		8	0.0337	13.74	
						0.78	
Materiales							
EMULSION ASFALTICA RC-250		gal		0.0500	15.5	0.78	
Equipos							
HERRAMIENTAS MANUALES		%MO		0.0300	0.77583158	0.02	
CAMION IMPRIMADOR		hm		1	0.0042	135	
						0.57	
						0.59	

Anexo 8: Validación del instrumento.



Certificado de validez de contenido del instrumento

N°	VARIABLES / DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹			Relevancia ²			Claridad ³			Sugerencias	
		MD	D	A	MA	D	A	MD	D	A		MA
	VARIABLE I: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE											
	DIMENSION: TIPOS DE EVALUACIÓN											
1	Evaluación funcional			X			X					X
2	Evaluación estructural			X			X					X
	DIMENSION: CLASIFICACIÓN DE FALLAS											
3	Fisuras y grietas.			X			X					X
4	Deformaciones superficiales			X			X					X
5	Desintegración.			X			X					X
6	Afloramiento y otros			X			X					X
	DIMENSION: CAUSAS DEL SURGIMIENTO DE FALLAS											
7	Insuficiencia estructural			X			X					X
8	Defectos constructivos			X			X					X
9	Fatiga			X			X					X
10	Factores climáticos			X			X					X
	VARIABLE II: INDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO											
	DIMENSION: PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.											
11	Catálogo de fallas			X			X					X
12	Severidad.			X			X					X
13	Unidades de muestra.			X			X					X
	DIMENSION: CÁLCULO DEL PCI											
14	Cálculo del valor deducido (VD).			X			X					X
15	Número máximo admisible de valor deducido			X			X					X
16	Valor deducido corregido (CDV).			X			X					X
17	Determinar PCI			X			X					X
	DIMENSION: RESULTADO DE LA CONDICIÓN.											
18	Rango numérico.			X			X					X
19	Rango de clasificación			X			X					X

MD Muy en Desacuerdo, D Desacuerdo, A Acuerdo, MA Muy de Acuerdo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: Aplicable Aplicable después de corregir No aplicable

Apellidos y nombres del juez validador: Ramos Suarez Alvaro DNI: 42350042

Especialidad del validador: Ingeniero Civil

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

...04...de Jun.o. del 2018


ALVARO RAMOS SUAREZ
INGENIERO CIVIL
CIP: 160455

Firma del Experto Informante.

Especialidad



Certificado de validez de contenido del instrumento

N°	VARIABLES / DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹			Relevancia ²			Claridad ³			Sugerencias			
		MD	D	A	MA	MD	D	A	MA	MD		D	A	MA
	VARIABLE I: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE													
	DIMENSION: TIPOS DE EVALUACIÓN													
1	Evaluación funcional				X								X	
2	Evaluación estructural				X								X	
	DIMENSION: CLASIFICACIÓN DE FALLAS													
3	Fisuras y grietas.				X								X	
4	Deformaciones superficiales				X								X	
5	Desintegración.				X								X	
6	Afloramiento y otros				X								X	
	DIMENSION: CAUSAS DEL SURGIMIENTO DE FALLAS													
7	Insuficiencia estructural				X								X	
8	Defectos constructivos				X								X	
9	Fatiga				X								X	
10	Factores climáticos				X								X	
	VARIABLE II: ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO													
	DIMENSION: PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.													
11	Catálogo de fallas				X								X	
12	Severidad.				X								X	
13	Unidades de muestra.				X								X	
	DIMENSION: CÁLCULO DEL PCI													
14	Cálculo del valor deducido (VD).				X								X	
15	Número máximo admisible de valor deducido				X								X	
16	Valor deducido corregido (CDV).				X								X	
17	Determinar PCI				X								X	
	DIMENSION: RESULTADO DE LA CONDICIÓN.													
18	Rango numérico.				X								X	
19	Rango de clasificación				X								X	

MD Muy en Desacuerdo, D Desacuerdo, A Acuerdo, MA Muy de Acuerdo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [X] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: *RODRIGUEZ SOLIS CARMEN BEATRIZ* DNI: *08599106*

Especialidad del validador: *INGENIERIA CIVIL*

.....de *Juana* del 2018

¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión

.....
Robyva
.....
CARMEN BEATRIZ
RODRIGUEZ SOLIS
INGENIERA CIVIL
Reg. CIP N° 50202

Firma del Experto Informante.
Especialidad



Certificado de validez de contenido del instrumento

Nº	VARIABLES / DIMENSIONES / INDICADORES	Pertinencia ¹			Relevancia ²			Claridad ³			Sugerencias	
		MD	D	A	MD	D	A	MD	D	A		MA
	VARIABLE I: EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE											
	DIMENSION: TIPOS DE EVALUACIÓN											
1	Evaluación funcional			X				X				X
2	Evaluación estructural			X				X				X
	DIMENSION: CLASIFICACIÓN DE FALLAS											
3	Fiuras y grietas.			X				X				X
4	Deformaciones superficiales			X				X				X
5	Desintegración.			X				X				X
6	Afloramiento y otros			X				X				X
	DIMENSION: CAUSAS DEL SURGIMIENTO DE FALLAS											
7	Insuficiencia estructural			X				X				X
8	Defectos constructivos			X				X				X
9	Fatiga			X				X				X
10	Factores climáticos			X				X				X
	VARIABLE II: ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO											
	DIMENSION: PARÁMETROS DE EVALUACIÓN.											
11	Catálogo de fallas			X				X				X
12	Severidad.			X				X				X
13	Unidades de muestra.			X				X				X
	DIMENSION: CÁLCULO DEL PCI											
14	Cálculo del valor deducido (VD).			X				X				X
15	Número máximo admisible de valor deducido			X				X				X
16	Valor deducido corregido (CDV).			X				X				X
17	Determinar PCI			X				X				X
	DIMENSION: RESULTADO DE LA CONDICIÓN.											
18	Rango numérico.			X				X				X
19	Rango de clasificación			X				X				X

MD Muy en Desacuerdo, D Desacuerdo, A Acuerdo, MA Muy de Acuerdo



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

Observaciones: _____

Opinión de aplicabilidad: **Aplicable** [x] **Aplicable después de corregir** [] **No aplicable** []

Apellidos y nombres del juez validador: Herbath, Anieta Flores DNI: 46037077

Especialidad del validador: Ingeniero Civil

.....de Junio del 2018

- ¹Pertinencia: El ítem corresponde al concepto teórico formulado.
- ²Relevancia: El ítem es apropiado para representar al componente o dimensión específica del constructo
- ³Claridad: Se entiende sin dificultad alguna el enunciado del ítem, es conciso, exacto y directo

Nota: Suficiencia, se dice suficiencia cuando los ítems planteados son suficientes para medir la dimensión


 Heriberto Flores
 INGENIERO CIVIL
 CIP. N.º Reg. 185403

Firma del Experto Informante.

Especialidad

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	ACTA DE APROBACIÓN DE ORIGINALIDAD DE TESIS	Código : F06-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	--	---

Yo, María Ysabel García Álvarez, docente de la Facultad Ingeniería y Escuela Profesional Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo Lima este, revisor (a) de la tesis titulada

“Evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del índice de condición del pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018”, de la estudiante Reyes Aguilar Delina Aricely, constato que la investigación tiene un índice de similitud de 21% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin.

El/la suscrito (a) analizó dicho reporte y concluyó que cada una de las coincidencias detectadas no constituyen plagio. A mi leal saber y entender la tesis cumple con todas las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad César Vallejo.

Lima, 04 de Julio del 2018


Ma Os

Firma

Dra. María Ysabel García Álvarez

DNI: 21453567

					
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Aprobó	Vicedirector(a) de Investigación

 UCV UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO	AUTORIZACIÓN DE PUBLICACIÓN DE TESIS EN REPOSITORIO INSTITUCIONAL UCV	Código : F08-PP-PR-02.02 Versión : 09 Fecha : 23-03-2018 Página : 1 de 1
--	---	---

Yo Delina Aricely Reyes Aguilar, identificado con DNI N° 72957249, egresado de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad César Vallejo, autorizo (x) , No autorizo () la divulgación y comunicación pública de mi trabajo de investigación titulado "Evaluación superficial del pavimento flexible empleando el método del índice de condición del pavimento en la Av. Ferrocarril, Santa Anita, 2018"; en el Repositorio Institucional de la UCV (<http://repositorio.ucv.edu.pe/>), según lo estipulado en el Decreto Legislativo 822, Ley sobre Derecho de Autor, Art. 23 y Art. 33

Fundamentación en caso de no autorización:

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



 FIRMA

DNI: 72957249

FECHA: 04 de Julio del 2018

				
Elaboró	Dirección de Investigación	Revisó	Responsable del SGC	Vicerectorado de Investigación



UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO

AUTORIZACIÓN DE LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN

CONSTE POR EL PRESENTE EL VISTO BUENO QUE OTORGA EL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN DE LA ESCUELA DE INGENIERÍA CIVIL, LA Dra. MARÍA YSABEL GARCIA ALVAREZ.

A LA VERSIÓN FINAL DEL TRABAJO DE INVESTIGACIÓN QUE PRESENTA:

DELINA ARICELY REYES AGUILAR

INFORME TITULADO:

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EMPLEANDO EL
MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA AV.
FERROCARRIL, SANTA ANITA, 2018.

PARA OBTENER EL TÍTULO O GRADO DE:

INGENIERO CIVIL

SUSTENTADO EN FECHA: San Juan de Lurigancho, 04 de Julio del 2018

NOTA O MENCIÓN: 12 (Doce)

Ysabel

FIRMA DEL ENCARGADO DE INVESTIGACIÓN
Dra. María Ysabel García Álvarez

