

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TACNA**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**INFORME DE TESIS**

**“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FUNCIONAL MEDIANTE  
EL MÉTODO DEL PCI Y SU ESTADO DE RUGOSIDAD  
(ENSAYO MERLÍN) DE LA AVENIDA JORGE BASADRE  
NORTE (L=3.89km), TACNA 2017”**

**PARA OPTAR:**

**TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**PRESENTADO POR:**

**BACHILLER EFRAÍN JOHSMELL BANEGAS CAPACUTE**

**BACHILLER MARÍA FERNANDA RIEGA MIRANDA**

**TACNA – PERU**

**2019**



## DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD

Yo EFRAÍN JOSHMELL BANEGAS CAPACUTE en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 70024931.

Yo MARÍA FERNANDA RIEGA MIRANDA en calidad de Bachiller de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Privada de Tacna, identificado con DNI 71910715.

Declaramos bajo juramento que:

1. Somos autores de la tesis titulada:

“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN FUNCIONAL MEDIANTE EL MÉTODO DEL PCI Y SU ESTADO DE RUGOSIDAD (ENSAYO MERLÍN) DE LA AVENIDA JORGE BASADRE NORTE (L=3.89km), TACNA 2017”, la misma que presentamos para optar: EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL.

2. La tesis no ha sido plagiada ni total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
3. La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
4. La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
5. Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

Por lo expuesto, mediante la presente asumimos frente a LA UNIVERSIDAD cualquier responsabilidad que pudiera derivarse por la autoría, originalidad y veracidad del contenido de la tesis, así como por los derechos sobre la investigación presentada. En consecuencia, nos hacemos responsables frente a LA UNIVERSIDAD y a terceros, de cualquier daño que pudiera ocasionar, por el incumplimiento de lo declarado o que pudiera encontrar como causa del trabajo presentado, asumiendo todas las cargas pecuniarias que pudieran derivarse de ello en favor de terceros con motivo de acciones, reclamaciones o conflictos derivados

del incumplimiento de lo declarado o las que encontrasen causa en el contenido de la tesis.

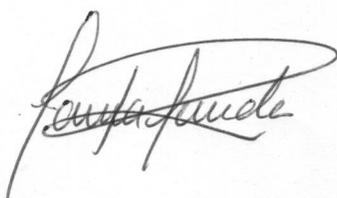
De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido publicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que de nuestra acción se deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Privada de Tacna.

Tacna, 29 de Noviembre del 2019.



.....  
**BACH. EFRAÍN JOSHELL BANEGAS CAPACUTE**

**DNI 70024931**



.....  
**BACH. MARÍA FERNANDA RIEGA MIRANDA**

**DNI 71910715**

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo está dedicado a mi familia por el apoyo incondicional. Mis padres, quienes pudieron hacer posible recibir esta formación académica. Mis hermanos que supieron brindarme aliento en la etapa universitaria.

Con especial deferencia a Jhasmani Eloy quien como ejemplo inculcó en mí el agrado por la Ingeniería Civil.

## **BANEGAS CAPACUTE, EFRAÍN JOSHMELL**

A Dios, por darme la oportunidad de vivir y por estar conmigo en cada paso que doy.

A mis padres Víctor y Antonieta por ser el pilar fundamental en todo lo que soy, en toda mi educación, tanto académica, como de la vida, por su incondicional apoyo perfectamente mantenido a través del tiempo.

Para Adrianito, mi hijo que es mi mayor tesoro y también la fuente más pura de mi inspiración, que, mediante el proceso de elaboración de esta tesis, fue necesario realizar sacrificios como momentos a su lado, y otras situaciones que demandaban tiempo, tiempo del cual el dueño era él.

Para Oliver, en el camino encuentras personas que iluminan tu vida, que con su apoyo alcanzas de mejor manera tus metas, a través de sus consejos, de su amor, y paciencia me ayudo a concluir esta meta.

## **RIEGA MIRANDA, MARÍA FERNANDA**

## **AGRADECIMIENTO**

A mis padres, por sacrificar parte de ellos por poder hacer posible esta meta en mi vida profesional.

A nuestro asesor de tesis, el Ingeniero Pedro Valeriano Maquera Cruz.

A mis docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, por los conocimientos adquiridos y los valores que nos ayudan en la vida profesional.

A mi compañera de Tesis, María Fernanda por haber logrado esta meta.

### **BANEGAS CAPACUTE, EFRAÍN JOSHMELL**

A Dios, Por haberme permitido llegar hasta este punto y haberme dado salud para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

Gracias a mis padres por ser los principales promotores de mis sueños, gracias a ellos por cada día confiar y creer en mí y en mis expectativas, gracias a mi madre por estar dispuesta a acompañarme este largo camino; gracias a mi padre por siempre desear y anhelar siempre lo mejor para mi vida, gracias por cada consejo y por cada una de sus palabras que me guiaron durante mi vida; a mi hermano por estar conmigo y apoyarme siempre, los quiero mucho.

Adrianito, gracias por ser la fuente de mi esfuerzo y todas las energías requeridas en este, gracias por ser el motor de mi vida, el motor que siempre esta encendido y dispuesto.

Gracias a mi novio Oliver por entenderme en todo y porque tuve su apoyo incondicional en todo este proceso de mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayudo alcanzar mis objetivos. Gracias a sus papas y hermanas que también son una familia para mí, en este proceso me aportaron grandes consejos, alegrías, paciencia y un gran amor.

A mi compañero de tesis Efraín que juntos decidimos dar un paso más hacia nuestros sueños, con altas y bajas, con paciencia y buen humor lo logramos.

Gracias a nuestro Asesor Ing. Maquera porque nos guio desde el inicio por cada detalle y momento dedicado para aclarar cualquier tipo de duda que nos surgiera, agradecerle por la claridad y exactitud en sus observaciones.

### **RIEGA MIRANDA, MARÍA FERNANDA**

## ÍNDICE GENERAL

	PÁG.
<b>DECLARACIÓN JURADA DE ORIGINALIDAD.....</b>	<b>I</b>
<b>DEDICATORIA.....</b>	<b>III</b>
<b>AGRADECIMIENTO.....</b>	<b>IV</b>
<b>ÍNDICE DE CUADROS.....</b>	<b>VII</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>X</b>
<b>ÍNDICE DE ECUACIONES.....</b>	<b>XI</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS.....</b>	<b>XII</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>XIII</b>
<b>PALABRAS CLAVE.....</b>	<b>XIII</b>
<b>ABSTRACT.....</b>	<b>XIV</b>
<b>INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>CAPÍTULO I.....</b>	<b>3</b>
<b>PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....</b>	<b>3</b>
1.1. Descripción del problema.....	3
1.2. Formulación del problema.....	4
1.1.1 Problema general.....	4
1.1.2 Problemas específicos.....	4
1.3. Justificación e importancia.....	4
1.4. Objetivos.....	6
1.4.1 Objetivo general.....	6
1.4.2 Objetivos específicos.....	6
1.5. Hipótesis.....	6
1.5.1 Hipótesis general.....	6
1.5.2 Hipótesis específicas.....	6
<b>CAPÍTULO II.....</b>	<b>7</b>
<b>MARCO TEÓRICO.....</b>	<b>7</b>
2.1. Antecedentes del estudio.....	7
2.2. Bases teóricas.....	10
2.2.1. Pavimentos.....	10
2.2.2. Evaluación superficial de pavimentos.....	12
2.2.3. Tipos de fallas en pavimentos flexibles.....	13
2.2.4. Rugosidad del pavimento.....	14

2.3. Definición de términos .....	16
<b>CAPÍTULO III .....</b>	<b>17</b>
<b>MARCO METODOLÓGICO .....</b>	<b>17</b>
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	17
a. Tipo de Investigación .....	17
b. Diseño de investigación .....	17
3.2. Población y/o muestra de estudio .....	17
3.3. Operacionalización de variables .....	18
3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos .....	18
3.4.1. Para la evaluación superficial con el Método del PCI .....	18
3.4.2. Para determinar el IRI con el ensayo del rugosímetro de Merlín .....	19
3.5. Procesamiento y análisis de datos .....	20
3.5.1. Cálculo de las unidades de muestra para el método del PCI .....	20
3.5.2. Cálculo del PCI .....	24
<b>CAPÍTULO IV .....</b>	<b>27</b>
<b>RESULTADOS .....</b>	<b>27</b>
4.1. Resultados del PCI .....	27
4.2. Resultados del IRI con el rugosímetro de Merlín .....	59
<b>CAPÍTULO V .....</b>	<b>83</b>
<b>DISCUSIÓN .....</b>	<b>83</b>
5.1. Discusión de resultados Carril I .....	83
5.2. Discusión de resultados Carril II .....	86
<b>CONCLUSIONES .....</b>	<b>90</b>
<b>RECOMENDACIONES .....</b>	<b>91</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>92</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Tasa de crecimiento Promedio Anual de la Población censada Según Departamento, 1940 – 2017. (Porcentaje).....	3
Cuadro 2. Rango de clasificación PCI.....	12
Cuadro 3. Operacionalización de las variables .....	18
Cuadro 4. Longitud de Muestra .....	21
Cuadro 5. Resumen de valores de la calzada Oeste - Este .....	22
Cuadro 6. Resumen de valores de la calzada Este - Oeste .....	22
Cuadro 7. Unidades de Muestra Calzada Oeste - Este.....	23
Cuadro 8. Unidades de Muestra Calzada Este - Oeste.....	23
Cuadro 9. Valores deducidos para la U.M.010.....	26
Cuadro 10. . Hoja de registro PCI – UM001.....	27
Cuadro 11. Clasificación PCI - UM001.....	27
Cuadro 12. Hoja de registro PCI – UM010.....	28
Cuadro 13. Clasificación PCI - UM010.....	28
Cuadro 14. Hoja de registro PCI – UM019.....	29
Cuadro 15. Clasificación PCI - UM019.....	29
Cuadro 16. Hoja de registro PCI – UM028.....	30
Cuadro 17. Clasificación PCI - UM028.....	30
Cuadro 18. Hoja de registro PCI – UM037.....	31
Cuadro 19. Clasificación PCI - UM037.....	31
Cuadro 20. Hoja de registro PCI – UM046.....	32
Cuadro 21. Clasificación PCI - UM046.....	32
Cuadro 22. Hoja de registro PCI – UM055.....	33
Cuadro 23. Clasificación PCI - UM055.....	33
Cuadro 24. Hoja de registro PCI – UM064.....	34
Cuadro 25. Clasificación PCI - UM064.....	34
Cuadro 26. Hoja de registro PCI – UM073.....	35
Cuadro 27. Clasificación PCI - UM073.....	35
Cuadro 28. Hoja de registro PCI – UM082.....	36
Cuadro 29. Hoja de registro PCI – UM082.....	36
Cuadro 30. Hoja de registro PCI – UM091.....	37
Cuadro 31. Clasificación PCI - UM091.....	37
Cuadro 32. Hoja de registro PCI – UM0100.....	38
Cuadro 33. Clasificación PCI - UM0100.....	38
Cuadro 34. Hoja de registro PCI – UM0109.....	39

Cuadro 35. Clasificación PCI - UM0109.....	39
Cuadro 36. Hoja de registro PCI – UM0118.....	40
Cuadro 37. Clasificación PCI - UM0118.....	40
Cuadro 38. Hoja de registro PCI – UM0122.....	41
Cuadro 39. Clasificación PCI - UM0122.....	41
Cuadro 40. Resumen PCI Carril I. ....	42
Cuadro 41. Resumen de fallas por tramos en m, m2 y unidades del carril I...42	
Cuadro 42. Hoja de registro PCI – UM001, Carril II. ....	43
Cuadro 43. Clasificación PCI - UM001, Carril II. ....	43
Cuadro 44. Hoja de registro PCI – UM010, Carril II .....	44
Cuadro 45. Clasificación PCI - UM010, Carril II .....	44
Cuadro 46. Hoja de registro PCI – UM019, Carril II .....	45
Cuadro 47. Clasificación PCI - UM019, Carril II .....	45
Cuadro 48. Hoja de registro PCI – UM028, Carril II .....	46
Cuadro 49. Clasificación PCI - UM028, Carril II .....	46
.Cuadro 50. Hoja de registro PCI – UM037, Carril II .....	47
Cuadro 51. Clasificación PCI - UM037, Carril II .....	47
Cuadro 52. Hoja de registro PCI – UM046, Carril II. ....	48
Cuadro 53. Clasificación PCI - UM046, Carril II .....	48
Cuadro 54. Hoja de registro PCI – UM055, Carril II .....	49
Cuadro 55 Clasificación PCI - UM055, Carril II .....	49
Cuadro 56. Hoja de registro PCI – UM064, Carril II. ....	50
Cuadro 57. Clasificación PCI - UM064, Carril II .....	50
Cuadro 58 Hoja de registro PCI – UM073, Carril II .....	51
Cuadro 59. Clasificación PCI - UM073, Carril II .....	51
Cuadro 60. Hoja de registro PCI – UM082, Carril II .....	52
Cuadro 61. Clasificación PCI - UM082, Carril II .....	52
Cuadro 62. Hoja de registro PCI – UM091, Carril II .....	53
Cuadro 63. Clasificación PCI - UM091, Carril II .....	53
Cuadro 64. Hoja de registro PCI – UM100, Carril II .....	54
Cuadro 65. Clasificación PCI – UM100, Carril II .....	54
Cuadro 66. Hoja de registro PCI – UM109, Carril II .....	55
Cuadro 67. Clasificación PCI – UM109, Carril II .....	55
Cuadro 68. Hoja de registro PCI – UM118, Carril II .....	56
Cuadro 69. Clasificación PCI – UM118, Carril II. ....	56
Cuadro 70. Hoja de registro PCI – UM122, Carril II. ....	57
Cuadro 71. Clasificación PCI – UM122, Carril II. ....	57

Cuadro 72. Resumen PCI Carril II. ....	58
Cuadro 73. Resumen de fallas por tramos en m, m2 y unidades del carril II. ....	58
Cuadro 74 Hoja de registro de Rugosidad – UM001, Carril I. ....	59
Cuadro 75. Hoja de registro de Rugosidad – UM002, Carril I. ....	60
Cuadro 76. Hoja de registro de Rugosidad – UM003, Carril I. ....	61
Cuadro 77. Hoja de registro de Rugosidad – UM004, Carril I. ....	62
Cuadro 78. Hoja de registro de Rugosidad – UM005, Carril I. ....	63
Cuadro 79. Hoja de registro de Rugosidad – UM006, Carril I. ....	64
Cuadro 80. Hoja de registro de Rugosidad – UM007, Carril I. ....	65
Cuadro 81. Hoja de registro de Rugosidad – UM008, Carril I. ....	66
Cuadro 82. Hoja de registro de Rugosidad – UM009, Carril I. ....	67
Cuadro 83. Hoja de registro de Rugosidad – UM010, Carril I. ....	68
Cuadro 84. Hoja de registro de Rugosidad – UM011, Carril I. ....	69
Cuadro 85. Resumen Carril I. ....	70
Cuadro 86. Hoja de registro de Rugosidad – UM012, Carril II. ....	71
Cuadro 87. Hoja de registro de Rugosidad – UM013, Carril II. ....	72
Cuadro 88. Hoja de registro de Rugosidad – UM014, Carril II. ....	73
Cuadro 89. Hoja de registro de Rugosidad – UM015, Carril II. ....	74
Cuadro 90. Hoja de registro de Rugosidad – UM016, Carril II. ....	75
Cuadro 91. Hoja de registro de Rugosidad – UM017, Carril II. ....	76
Cuadro 92. Hoja de registro de Rugosidad – UM018, Carril II. ....	77
Cuadro 93. Hoja de registro de Rugosidad – UM019, Carril II. ....	78
Cuadro 94. Hoja de registro de Rugosidad – UM020, Carril II. ....	79
Cuadro 95. Hoja de registro de Rugosidad – UM021, Carril II. ....	80
Cuadro 96. Hoja de registro de Rugosidad – UM022, Carril II. ....	81
Cuadro 97. Resumen Carril II. ....	82
Cuadro 98. Cantidades totales por falla en el Carril I. ....	84
Cuadro 99. Clasificación PCI e IRI del Carril I. ....	86
Cuadro 100. Cantidades totales por falla en el Carril II. ....	88
Cuadro 101. Clasificación PCI e IRI del Carril II. ....	89

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte - Flujo variado.....	5
Figura 2. Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte - Pequeña Laguna. ....	5
Figura 3. Pavimento flexible, rígido e híbrido. ....	11
Figura 4. Fallas en pavimentos flexibles. ....	14
Figura 5. Muestra: Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte.....	17
Figura 6. Herramientas para la evaluación por el método del PCI. ....	19
Figura 7. Herramientas para el ensayo con el rugosímetro de Merlín. ....	20
Figura 8. Hoja de Registro de la U.M. 010.....	25
Figura 9 Representación visual lineal de los PCI obtenidos por cada muestra en el carril I. ....	83
Figura 10. PCI en porcentaje del carril I.....	83
Figura 11. Tipos de fallas en porcentaje del Carril I sin incluir la falla por desprendimiento de agregados.....	84
Figura 12. Representación visual lineal de los PCI obtenidos por cada muestra en el carril II. ....	86
Figura 13. . PCI en porcentaje del carril II.....	87
Figura 14. Tipos de fallas en porcentaje del Carril II sin incluir la falla por desprendimiento de agregados.....	87
Figura 15. Representación lineal de los resultados IRI obtenidos en el Carril II. ....	89

## ÍNDICE DE ECUACIONES

Ecuación 1. Unidades de Muestreo .....	21
Ecuación 2. Número mínimo de unidades a evaluar .....	21
Ecuación 3. Intervalo de unidades de muestreo .....	22
Ecuación 4. Número máximo de valores admisibles .....	25
Ecuación 5. Cálculo del PCI .....	26

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>PÁG.</b>
Anexo 01. Matriz de consistencia .....	94
Anexo 02. Curvas de valor deducido ASTM D6433-16 .....	95
Anexo 03. Tipos de Fallas en Pavimentos Flexibles .....	100
Anexo 04. Cálculo del IRI con el rugosímetro de Merlín.....	129
Anexo 05. Panel fotográfico .....	134

## RESUMEN

En la presente investigación de tesis de la avenida Jorge Basadre Grohmann Norte, se determinó la condición funcional del pavimento por el método del PCI (Índice de Condición del Pavimento) con la normativa americana ASTM D6433-16 y con el ensayo del rugosímetro de Merlín.

Se planteó ambas metodologías para una adecuada determinación del estado actual del pavimento, siendo importantes ambas para el diagnóstico de la serviciabilidad de la vía.

Se dividió la vía en dos carriles (I y II) según su dirección; posteriormente se subdividió en muestras según plantilla, para el caso del PCI la longitud a evaluar fue de 32m y para el IRI de 200m. Con estos datos de campo se procedió al trabajo en gabinete para su posterior análisis.

Resuelto por el procedimiento de cada metodología se concluye lo siguiente: para la calzada Oeste – Este se obtuvo un PCI de 40.19 con clasificación de regular y en el calzada Este – Oeste se obtuvo un PCI de 40.78 con clasificación de regular. Usando el procedimiento del IRI para la calzada Oeste – Este se obtuvo un IRI de 4.15 con clasificación de regular, en la calzada Este – Oeste IRI fue de 4.08 con clasificación regular.

Por lo tanto, se observa de acuerdo a los resultados que zona de estudio presenta un nivel de severidad regular, debido al poco mantenimiento que se observa en ambas calzadas. Se debe priorizar su mantenimiento debido a que es una vía importante que rodea, en conjunto a sus similares, nuestra ciudad.

## PALABRAS CLAVE

Calzada, daño, extensión, IRI, PCI, progresiva, severidad, vehículo, vehículo liviano, vehículo pesado.

## ABSTRACT

In the present thesis research of Jorge Basadre Grohmann North Avenue, the functional condition of the pavement was determined by the PCI (Pavement Condition Index) method with the American standard ASTM D6433-16 and with the Merlin rugosimeter test.

Both methodologies were proposed for an adequate evaluation of the current state of the pavement, both being important for the diagnosis of the serviceability of the road.

The road is divided into two lanes (I and II) according to their direction; subsequently, it was subdivided into samples according to the template, in the case of the PCI, the length to be evaluated was 32m and for the IRI 200m. With this field data, work is done in the cabinet for further analysis.

Solved by the procedure of each methodology, the following is concluded: for the West - East roadway, a PCI of 40.19 with regular classification was obtained and in the East - West roadway a PCI of 40.78 with regular classification was obtained. Using the IRI procedure for the West - East road, an IRI of 4.15 with a regular classification was obtained, on the East - West road IRI was 4.08 with a regular classification.

Therefore, it is observed the agreement to the results that the study area has a regular level of severity, due to the little maintenance observed in both roads. Its maintenance must be prioritized because it is an important road that, together with its similar ones, surrounds our city.

## KEYWORDS

Driveway, damage, extension, IRI, PCI, progressive, severity, vehicle, light vehicle, heavy vehicle.

## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación propone determinar la condición funcional de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte en función de la metodología del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y la rugosidad de éste mediante el ensayo de Merlín, con lo cual determinaremos la condición actual del pavimento de la vía en mención.

Actualmente vivimos en un país con poca información de nuestras vías, no siendo la excepción la ciudad de Tacna, siendo esta información muy importante para poder gestionar un sistema eficiente de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos.

Ante esta deficiencia nace el interés de determinar la condición funcional del pavimento en la vía en estudio para que sea de utilidad a la administración pública que le compete el mantenimiento y/o rehabilitación de la vía en mención. Debemos mencionar también el interés de ofrecer el presente estudio al ámbito de la investigación promoviendo un mayor uso de los Métodos PCI e IRI.

En cuanto los objetivos específicos de la presente investigación son identificar las fallas en el pavimento y el estado de rugosidad mediante el método merlin de en la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte.

La presente tesis se encuentra estructurada en los siguientes 5 capítulos:

El Capítulo I, donde se expone el planteamiento del problema, con su respectiva descripción, formulación y justificación del problema; además indica los objetivos y las hipótesis planteadas.

El Capítulo II, donde se desarrolla el marco teórico que abarca: los antecedentes de estudio, bases teóricas y la definición de términos.

El Capítulo III, donde se expone y evalúa el marco metodológico, donde se incluye el tipo y diseño de la investigación, población y muestra de estudio, operacionalización de variables, técnicas e instrumentos para la recolección de datos y por último el procesamiento y análisis de datos.

El Capítulo IV, donde se muestran los resultados obtenidos mediante la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI) y método del rugosímetro de Merlin.

El Capítulo V, se expresa la discusión sobre los resultados obtenidos durante la investigación y se hace alusión a las alternativas de solución al problema.

Como parte final se hacen mención a las conclusiones, recomendaciones y referencias bibliográficas.

## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Descripción del problema

En los últimos 30 años el Perú ha tenido una época de bonanza y esto conllevó a que varias ciudades experimenten un crecimiento abrumador en población, parque automotor, infraestructura, comercio, etc. Enfocándonos en el crecimiento del parque automotor (Tabla N° 1) y crecimiento poblacional (1.3% Tasa de Crecimiento Demográficos según INEI), tenemos como resultado la necesidad de infraestructura vial: carreteras y vías urbanas; con ello a su vez, mantener la condición funcional de éstas en buen estado durante su vida útil.

*Cuadro 1. Tasa de crecimiento Promedio Anual de la Población censada Según Departamento, 1940 – 2017. (Porcentaje)*

Departamento	1940 - 1961	1961 - 1972	1972 - 1981	1981 - 1993	1993 - 2007	2007 - 2017
<b>Total</b>	<b>2.2</b>	<b>2.9</b>	<b>2.5</b>	<b>2.2</b>	<b>1.5</b>	<b>0.7</b>
Amazonas	2.9	4.6	3.0	2.4	0.8	0.1
Ancash	1.5	2.0	1.4	1.2	0.8	0.2
Apurímac	0.5	0.6	0.5	1.4	0.4	0.0
Arequipa	1.9	2.9	3.2	2.2	1.6	1.8
Ayacucho	0.6	1.0	1.1	-0.2	1.5	0.1
Cajamarca	2.0	1.9	1.2	1.7	0.7	-0.3
Prov. Const. Del Callao	4.6	3.8	3.6	3.1	2.2	1.2
Cusco	1.1	1.4	1.7	1.8	0.9	0.3
Huancavelica	1.0	0.8	0.5	0.9	1.2	-2.7
Huánuco	1.6	2.1	1.6	2.7	1.1	-0.6
Ica	2.9	3.1	2.2	2.2	1.6	1.8
Junín	2.1	2.7	2.2	1.6	1.2	0.2
La libertad	2.0	2.8	2.5	2.2	1.7	1.1
Lambayeque	2.8	3.8	3.0	2.6	1.3	0.7
Lima	4.4	5.0	3.5	2.5	2.0	0.2
Loreto	2.8	2.9	2.8	3.0	1.8	-0.1
Madre de Dios	5.4	3.3	4.9	6.1	3.5	2.6
Moquegua	2.0	3.4	3.5	2.0	1.6	0.8
Pasco	2.0	2.3	2.0	0.5	1.5	-1.0
Piura	2.4	2.3	3.1	1.8	1.3	1.0
Puno	1.1	1.1	1.5	1.6	1.1	-0.8
San Matín	2.6	3.0	4.0	4.7	2.0	1.1
Tacna	2.9	3.4	4.5	3.6	2.0	1.3
Tumbes	3.7	2.9	3.4	3.4	1.8	1.2
Ucayali	6.8	5.9	3.4	5.6	2.2	1.4

Fuente: INEI, 2017

El presente estudio tomará como espécimen la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte, con una extensión de 3.89 km por cada sentido de la vía que se extiende por una zona comercial y otra industrial, con un flujo vehicular variado. Evaluaremos la condición funcional aplicando el método del PCI y determinaremos su rugosidad mediante el ensayo de Merlín, aplicando ambos métodos determinaremos el estado actual de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte.

## **1.2. Formulación del problema**

### **1.1.1 Problema general**

- ¿Cuál es la condición funcional mediante el método del PCI y su estado de rugosidad (merlín) de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte?

### **1.1.2 Problemas específicos**

- ¿Cuál es la clase, severidad y extensión de las fallas en el pavimento de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte?
- ¿Cuál es el estado de rugosidad en la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte?

## **1.3. Justificación e importancia**

La ciudad de Tacna cuenta con avenidas importantes como la Av. Bolognesi, Av. Augusto B. Leguía, Av. Municipal, Av. Industrial, Av. Jorge Basadre entre otras, cada una perteneciente a diferentes distritos de la ciudad. Estas avenidas representan las arterias principales en cuanto al tránsito se refiere, el mal estado de algunos metros de estas avenidas conllevaría un aumento del tráfico.

Por ello, en el presente estudio se tomará como espécimen a la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte, que presenta una estructura de pavimento flexible y una de sus particularidades es que está ubicada en la jurisdicción de tres (03) distritos, mostrando buenos estados en algunos tramos y de regular a malo en otros.

Los vehículos que circulan por la Avenida Jorge Basadre Norte son de carácter público y privado, debido a que la avenida se expande sobre una zona comercial y otra industrial, presentando vehículos ligeros, livianos y pesados.



*Figura 1. Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte - Flujo variado.*

*Fuente. Elaboración propia*

La mala condición del pavimento se da en dos puntos de la Avenida Jorge Basadre esta se evidencia debido a la formación de “pequeñas lagunas” que se da en tiempos de lloviznas, que dañan el pavimento y afectan el tránsito vial.



*Figura 2. Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte - Pequeña Laguna.*

*Fuente. Elaboración propia.*

Como aspectos externos, podemos mencionar que en algunos puntos de la Avenida Jorge Basadre Norte se desarrollan actividades comerciales que representan el derrame de sustancias líquidas, aceites, grasas, cúmulos de basura, etc.

A todo lo mencionado y tomando en cuenta la falta de mantenimiento en algunos tramos de la avenida, justifican la necesidad de cualificar la condición funcional de la Avenida Jorge Basadre Norte, siendo de suma importancia mantener un estado óptimo de estas para garantizar la mejora de vida de los ciudadanos; brindando confort, reducir el tiempo de transporte, reducir el tráfico (y los males que este genera) y brindar seguridad a sus usuarios.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1 Objetivo general**

- Evaluación de la condición funcional mediante el método del PCI y su estado de rugosidad (merlín) de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte Prog.0+000 – 3+890 km.

### **1.4.2 Objetivos específicos**

- Determinación de la clase, severidad y extensión de las fallas en el pavimento de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte Prog.0+000 – 3+890 km.
- Evaluación de la rugosidad mediante el método del ensayo de Merlín de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte Prog.0+000 – 3+890 km.

## **1.5. Hipótesis**

### **1.5.1 Hipótesis general**

- La condición funcional determinada mediante el PCI es 65 siendo su estado BUENO y su estado de rugosidad (merlín) presenta un IRI 4.00 siendo esto REGULAR para la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte Prog.0+000 – 3+890 km.

### **1.5.2 Hipótesis específicas**

- Las fallas en el pavimento de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte Prog.0+000 – 3+890 km se clasifican en su mayoría como desprendimiento de agregados, parcheo, huecos, ahuellamientos y piel de cocodrillo.
- El estado de rugosidad en la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte Prog.0+000 – 3+890 km visualmente presenta condiciones inadecuadas que afectan el confort, seguridad de los usuarios y la condición funcional del pavimento.

## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes del estudio

➤ ***Internacional: Loja, Ecuador.***

Armijos C. (2009) presentó en la Universidad Técnica Particular de Loja la tesis denominada: “Evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja” donde se hizo la evaluación superficial de algunas calles de la ciudad de Loja llegando a una conclusión que en una de las avenidas realizando la evaluación del índice de condición presente (PCI) promedio entre los dos lados de la avenida es 51, de esta manera, la calada de la avenida, se encontraba en un estado regular por lo menos con bacheo en las zonas más críticas

➤ ***Internacional: Cuenca, Ecuador.***

Chávez A. (2019) presentó en la Universidad de Cuenca la tesis denominada: “Desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento” donde se hizo el desarrollo de la correlación entre dos indicadores de la condición de la superficie del pavimento.

El estudio abordó la determinación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) en un sector de la Avenida Loja, de la ciudad de Cuenca.

Según los resultados obtenidos del PCI, el 45 y 35% de las secciones presenta una condición excelente y buena, respectivamente, mientras que el 11 y 9% restante tiene una condición aceptable y mala.

➤ ***Internacional: Cuenca, Ecuador.***

Abad L. y Sangurima A. (2019) en la Universidad de Cuenca presentaron la tesis denominada “Análisis de Correlación del Desempeño Estructural y Funcional de la Vía Cuenca - Molleturo – Naranjal, en el Tramo Puente Tamarindo - Jesús María, donde se busca determinar si existe una relación entre las características funcional y estructural del pavimento.

Para la condición funcional se aplicó el método del PCI y para el estructural se utilizó el deflectómetro de impacto FWD PRIMAX 2100.

Donde se obtuvo se obtuvo como resultado una serie de graficas que representan nubes de puntos dispersas, lo cual implica que no existe una relación entre los parámetros estructurales y el PCI (funcional) en este estudio.

➤ **Nacional: Lima, Perú.**

Leguía P. y Pacheco H. (2016) presentaron en la Universidad San Martín de Porres la tesis denominada: “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau (huacho-huaura-lima)” donde se realizó una evaluación superficial del pavimento flexible por el método del PCI en vías, teniendo como objetivos determinar el estado en que se encuentra el pavimento en términos de su integridad estructural y el nivel de servicio que ofrece al usuario.

Al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index, se conoce que el estado de conservación de la Av. Cincuentenario es “Regular” con un PCI de 51.84, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau presenta un estado de conservación “Bueno” con un PCI de 59.29 (Leguía Loarte, 2016).

➤ **Nacional: Cusco, Perú.**

Allende F. (2017) presentó en la Universidad Andina del Cusco la tesis denominada: “Evaluación comparativa de la serviciabilidad de las vías: saphi-Saqsaywaman, Saqsaywaman-abra Ccorao, abra Ccorao-Ccorao y Ccorao-Rayaniyoc; según la determinación del índice de condición del pavimento (pci) y el índice de rugosidad internacional (IRI)” donde se realizó la evaluación comparativa de la serviciabilidad según la determinación del método Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de rugosidad internacional (IRI), teniendo como objetivo determinar cómo varía la serviciabilidad mediante la medición del índice de condición del pavimento (PCI) y el índice de rugosidad (IRI), y determinar cuál será la relación de equivalencia entre ambos resultados numéricos y cualitativos.

Se determinó que la serviciabilidad entre el Índice de condición del pavimento (PCI) y el Índice Internacional de Rugosidad (IRI) varía significativamente, tanto numéricamente como cualitativamente, ya que para

todos los tramos el índice Internacional de Rugosidad (IRI) arroja valores mucho más conservadores que el índice de Condición del Pavimento (PCI).

➤ **Nacional: Trujillo, Perú.**

Cantuarias C. y Watanabe J. (2017) presentaron en la Universidad Privada Antenor Orrego la tesis denominada “Aplicación del método pci para la evaluación superficial del pavimento flexible de la avenida camino real de la urbanización la rinconada del distrito de trujillo” donde se pretendió determinar el estado de conservación.

Donde se determinó que aplicar la Metodología PCI, en la evaluación superficial del pavimento flexible, determina que su estado de conservación es Excelente cuyo valor de PCI es 87.52 a lo largo de sus 3 044.70 m.

➤ **Nacional: Juliaca, Perú.**

Conza D. (2016) presentó en la Universidad Peruana Unión la tesis denominada “Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método pci en la av. circunvalación oeste de juliaca” donde se pretendió determinar las fallas de la carpeta asfáltica aplicando el método PCI.

Donde se determinó mediante la aplicación del método PCI se determina que las fallas recurrentes son los baches siendo el 28% del total de fallas encontradas en el tramo de estudio, piel de cocodrilo 24% y agregado pulido también con un 24% Los demás tipos de fallas se presentan en menor porcentaje

➤ **Regional: Tacna, Perú.**

Guzman M. (2017) presentó en la Universidad Privada DE Tacna la tesis denominada “Evaluación superficial del pavimento flexible de la av. jorge basadre grohmann del distrito de pocollay tramo av. jorge basadre grohmann este – av. basadre y forero, aplicando el método del pci” donde se determinó la condición del pavimento de la avenida en mención mediante el método del PCI.

Donde concluye que el estado de conservación del pavimento flexible del Tramo 01 y Tramo 02 se encuentra en Buena condición sin embargo las Unidades de Muestra N° 09, 20 y 24 del Tramo 01 y N° 05, 07, 10, 12 y 14 del Tramo 02.

➤ **Regional: Tacna, Perú.**

Hiliquín M. (2016) presentó en la Universidad Privada de Tacna la tesis denominada: “Evaluación del estado de conservación del pavimento, utilizando el método pci, en la av. jorge Chávez del distrito de pocollay en el año 2016” donde se evaluó el estado de conservación del pavimento utilizando el método del PCI en base a la normativa ASTM D-6433.

Donde se concluye que el estado actual de dicho pavimento es malo dado que mediante el método del Índice del condición del Pavimento (PCI) tiene un valor de PCI = 34.69.

➤ **Regional: Tacna, Perú.**

Chahuares M. y Farro D. (2018) presentaron en la Universidad Privada DE Tacna la tesis denominada: “Evaluación superficial y de rugosidad del pavimento en la av. circunvalación oeste, tramo ovalo transportes – ovalo cuzco, distrito de Tacna, provincia de Tacna, Tacna – 2017” donde se investigó la similitud de los resultados que existe de la evaluación superficial del pavimento, calculando la rugosidad del pavimento mediante el método del Rugosímetro de MERLIN y la evaluación superficial mediante el método del PCI.

Llegando a la conclusión de que los resultados obtenidos con respecto al Rugosímetro de merlin y la evaluación superficial mediante el PCI nos da un estado “Malo” de ambos carriles.

## 2.2. Bases teóricas

### 2.2.1. Pavimentos

*a. Definición de pavimentos, existen diversos autores que definen los pavimentos, mencionaremos sólo dos:*

- **Provias**, indica que el pavimento es una estructura construida sobre la subrasante de la vía, para resistir y distribuir los esfuerzos originados por los vehículos y mejorar las condiciones de seguridad y comodidad para el tránsito. Por lo general está conformada por las siguientes capas: subbase, base y rodadura (Provias, 2014).
- **AASHTO**, existen dos puntos de vista para definir un pavimento: el de la Ingeniería y el del usuario. De acuerdo a la Ingeniería, el pavimento es un elemento estructural que se encuentra apoyado en toda su superficie sobre el terreno de fundación llamado subrasante.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella.

**b. Clasificación de Pavimentos,** se pueden diferenciar claramente dos tipos de pavimentos de acuerdo a su estructura y un tercero, que es la combinación de ambos.

- **Pavimentos Flexibles.** - al estar conformado por una carpeta asfáltica en la superficie de rodamiento, puede permitir leves deformaciones en sus capas inferiores sin poner en riesgo la estructura.
- **Pavimentos Rígidos.** - conformado por losas de concreto que pueden o no llevar refuerzos de acero. Este tipo de pavimento no permite deformaciones en sus capas inferiores.
- **Pavimentos Híbridos.** - es una combinación de flexible y rígido, compuesto por bloques prefabricados de concreto que sustituyen la carpeta asfáltica o una carpeta asfáltica que reposa sobre una losa de concreto (ver Figura 4. Pavimento flexible, rígido e híbrido). Si se trata de los bloques de concreto, éstos permiten leves deformaciones, no llegando a producir fallas en sus elementos estructurales. Para el caso ser una carpeta asfáltica sobre una losa, esta permite deformaciones sobre la misma capa, llegando hasta la losa, la cual no permite deformaciones en sus capas inferiores

El objeto de los bloques es producir leves vibraciones para que los vehículos reduzcan su velocidad. Su uso es recomendable en zonas urbanas.

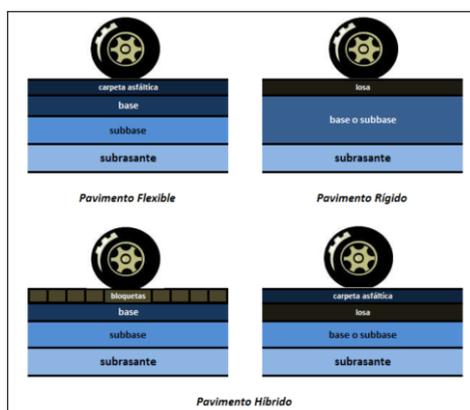


Figura 3. Pavimento flexible, rígido e híbrido.

Fuente. Rodríguez, 2009.

### 2.2.2. Evaluación superficial de pavimentos

La evaluación de un pavimento, corresponde a la acción de calificar y cuantificar las condiciones de fallas de la vía, con la finalidad de obtener información a fin de plantear soluciones a los deterioros encontrados. La observación del deterioro de un camino y su calificación, desde el punto de vista de su estado o condición, permite generalizar en forma estimada el estado del camino a lo largo de su vida útil o período de servicio, nombraremos 5 métodos de evaluación.

#### • Departamento Nacional de Infraestructura de Transportes (DNIT)

Este método adopta el principio de conversión de los volúmenes de tráfico generados a partir de diferentes intensidades de espectros de carga a aquel relacionado con una carga por ejes equivalentes de 8,2 t.

#### • Índice de Condición del Pavimento (PCI)

El PCI es un indicador numérico que valora la condición superficial del pavimento y proporciona una medida de la condición presente del pavimento basada en las fallas observadas en su superficie. El PCI también indica la integridad estructural y condición operacional de la superficie como rugosidad localizada y seguridad. Determina con una base objetiva y racional la necesidad de conservación y reparación y sus prioridades. 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 de cada daño presente

*Cuadro 2. Rango de clasificación PCI.*

<b>100 - 85</b>	Excelente
<b>85 - 70</b>	Muy Bueno
<b>70 - 55</b>	Bueno
<b>55 - 40</b>	Regular
<b>40 - 25</b>	Malo
<b>25 - 10</b>	Muy Malo
<b>10 - 0</b>	Fallado

*Fuente. Velásquez, 2009.*

#### • Programa de asistencia técnica en transporte urbano

Para caracterizar el estado de los pavimentos, el método considera los siguientes parámetros como los más significativos en el

desempeño de los pavimentos y constituye la generación de actividades de mantenimiento/rehabilitación, en el corto y mediano plazo:

D1 - Roturas o baches descubiertos

D2 - Fisuras en bloques o “piel de cocodrilo”

D3 - Otras fisuras

D4 - Defectos de superficie

D5 - Comodidad de manejo.

#### • **Evaluación Superficial y Rango de Pavimento (PASER)**

El método “Pavement Surface Evaluation and Rating” (PASER), desarrollado en el Centro de Información del Transporte de la Universidad de Wisconsin, presenta un catálogo de fallas basado en una escala gráfica con categorías que varían de 1 a 10, donde 10 corresponde a las mejores condiciones de calidad.

#### • **Inspección Visual de Daños en Carreteras (VIZIR)**

El método “Vision Inspection de Zones et Itinéraires Á Risque” (VIZIR) fue desarrollado en Francia a partir de los años 60 para los pavimentos flexibles.

El algoritmo VIZIR para la cuantificación y la calificación de los daños, a partir de las inspecciones visuales, permite calificar la condición del pavimento mediante el índice global de degradación que está directamente vinculado a la tarea de mantenimiento de realizar. Esta metodología se utiliza en por lo menos 20 países del mundo (Morales, 2012).

### **2.2.3. Tipos de fallas en pavimentos flexibles**

Las interacciones de diseño, materiales, construcción, tránsito vehicular y medio ambiente producen el deterioro gradual del pavimento, complicándose más sin el adecuado mantenimiento del carril.

El PCI evalúa dos tipos de fallas, las estructurales y las funcionales, las primeras afectan el comportamiento ante cargas externas y la cohesión entre capas, las segundas afectan la transitabilidad u operabilidad, es decir la estética, calidad de la superficie y la seguridad que brinda.

Para pavimentos flexibles las fallas se pueden agrupar en 4 tipos como: fisuras y grietas, deformaciones superficiales, desprendimientos, y otras fallas; cada sub división se indica en la Figura 4.

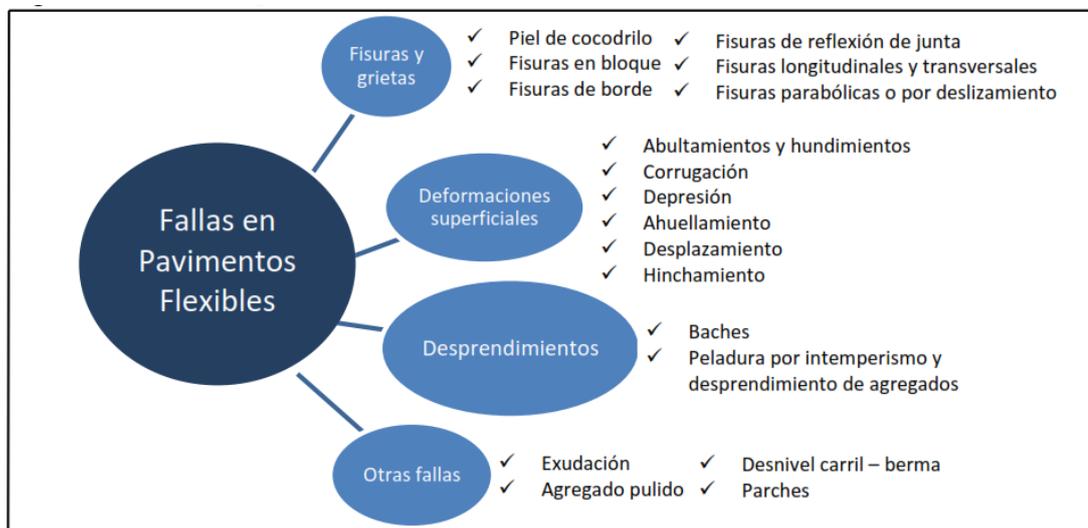


Figura 4. Fallas en pavimentos flexibles.

Fuente. Rodríguez, 2009.

#### 2.2.4. Rugosidad del pavimento

Se define la rugosidad como la desviación de una determinada área respecto a otro plano teórico con dimensiones que afectan la calidad de manejo, dinámica del vehículo y el confort del usuario, estas pueden ser por ejemplo el perfil longitudinal y el perfil transversal, según la norma de ensayo ASTM E867-06 Standard Terminology Relating to Vehicle-Pavement Systems.

A la luz de esta definición, algunos autores prefieren utilizar el término Regularidad, puesto que este concepto se asocia más fácilmente a la definición de Roughness, que el término Rugosidad. De esta manera, puede encontrarse bibliografía que trata indistintamente los conceptos de Regularidad y Rugosidad para referirse a las irregularidades en la superficie del pavimento que afectan adversamente a la calidad del rodado, seguridad y costos de operación del vehículo.

En la década de los 70's, el Banco Mundial financió diferentes programas de investigación a gran escala, entre los cuales se encontraba un proyecto relacionado con la calidad de las vías y los costos a los usuarios, a través del cual se detectó que los datos de regularidad superficial de diferentes partes del mundo no podían ser comparados.

Aún datos de un mismo país no eran confiables, debido a que las mediciones fueron realizadas con equipos y métodos que no eran estables en el tiempo.

Con el objetivo de unificar los parámetros que se utilizaban en diferentes países para determinar la regularidad superficial de las carreteras, se realizó en Brasil en 1982, el proyecto International Road Roughness Experiment (IRRE), promocionado por el Banco Mundial; en el cual participaron equipos de investigación de Brasil, Inglaterra, Francia, Estados Unidos y Bélgica. En este proyecto se realizó la medición controlada de la regularidad superficial de pavimentos para vías bajo diferentes condiciones y con una variedad de instrumentos y métodos. A partir de dicho proyecto, se seleccionó un parámetro de medición de la regularidad superficial denominado Índice de Regularidad Internacional (IRI, International Roughness Index).

De esta manera se definió como: “El IRI resume matemáticamente el perfil longitudinal de la superficie de camino en una huella, representando las vibraciones inducidas por la rugosidad del camino en un auto de pasajeros típico, está definido por el valor de referencia de la pendiente promedio rectificadas (RARS, Reference Average Rectified Slope, razón entre el movimiento acumulado de la suspensión y la distancia recorrida) producto de la simulación del modelo de cuarto de carro, (RQCS, Reference Quarter Car Simulation), para una velocidad de desplazamiento de 80 km/h”.

En términos más sencillos, el IRI es un modelo matemático, el cual calcula el movimiento acumulado en la suspensión de un vehículo de pasajero típico, al recorrer una superficie del camino a una velocidad de 80 km/h (Badilla, 2008).

#### • INDICE DE RUGOSIDAD INTERNACIONAL

El IRI es un indicador estadístico de la regularidad superficial del pavimento, al igual que otros indicadores representa la diferencia entre el perfil longitudinal teórico (recta o parábola continua perfecta  $IRI = 0$ ) y el perfil longitudinal real existente en el instante de la medida.

El IRI se determina mediante un cálculo matemático realizado con las coordenadas o cotas de una línea del perfil longitudinal obtenidas

por cualquier técnica o equipo de medida del perfil longitudinal (Onofre, 2008).

### **2.3. Definición de términos**

- **CALZADA:** Parte central de la calle comprendida entre dos aceras. También se le denota como carril en los formatos del PCI e IRI.
- **DAÑO:** Existen dos tipos de daños, los operacionales que reducen la serviciabilidad y los estructurales que si bien también afectan la serviciabilidad también conducen rápidamente a su pérdida.
- **EXTENSIÓN:** Es la dimensión en la que se encuentra la falla y la cual hace medible para el PCI, esta puede ser en unidades, metros o metros cuadrados.
- **PROGRESIVA:** Indica la distancia en la que se encuentra la vía de un punto inicial.
- **SEVERIDAD:** Este nivel puede ser bajo, medio o alto de la falla, corresponden a la descripción que se tiene para cada tipo según la normativa ASTM.
- **VEHÍCULO:** Cualquier componente del tránsito cuyas ruedas no están confinadas dentro de rieles.
- **VEHÍCULO LIVIANO:** Vehículo automotor de peso bruto hasta 3.5 t.
- **VEHÍCULO PESADO:** Vehículo automotor de peso bruto mayor a 3.5 t, existen de dos categorías: vehículos pesados por pasajeros y vehículos pesados por carga.

## CAPÍTULO III

### MARCO METODOLÓGICO

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

##### a. Tipo de Investigación

La investigación tendrá un enfoque mixto, ya que abarca dos tipos:

- **Descriptivo.** - porque describe hechos reales sin alterarlos; analizando el problema en su estado natural.
- **Explicativo.** - porque explicaremos el comportamiento de la condición funcional de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte (variable independiente), en función de las variables dependientes. De este modo podremos explicar y comprender mejor el tema de investigación.

##### b. Diseño de investigación

Esta tesis corresponde a un **Diseño de campo** debido a que la recolección de información se hará completamente en la intemperie y no existe manipulación de variables.

#### 3.2. Población y/o muestra de estudio

##### a. Población

En la presente investigación se tomará como espécimen la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte, la cual está ubicada dentro de tres (03) distritos, los cuales en conjunto serán nuestra población.

- Distrito de Tacna
- Distrito de Alto de la Alianza
- Distrito de Pocollay

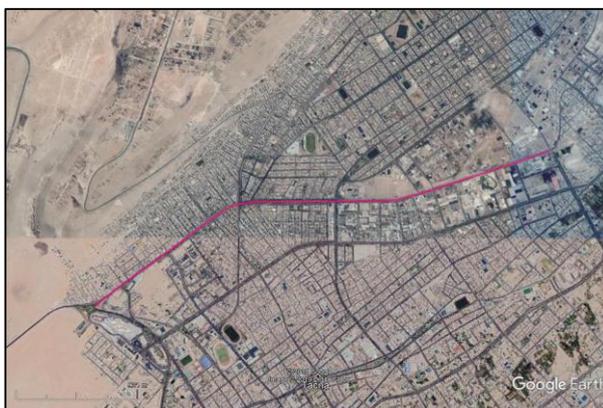


Figura 5. Muestra: Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte.

Fuente. Google Earth Pro.

## b. Muestras

Para el método del PCI tendremos dos (02) tramos y dos (02) carriles (de las cuales posteriormente se tomarán muestras representativas), limitadas por la extensión que tiene la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte siendo sus límites las intersecciones con la Avenida Patricio Meléndez, Avenida Tarata y la Avenida Pinto, estas también se usarán para determinar su Índice de Rugosidad Internacional (IRI) por el ensayo con el rugosímetro de Merlín, se tomarán ambos carriles en su totalidad.

### 3.3. Operacionalización de variables

Identificadas las variables dependientes e independientes se hace una descripción más detallada con el fin de convertir un concepto abstracto en uno empírico que facilite el proceso investigativo de esta tesis.

*Cuadro 3. Operacionalización de las variables*

VARIABLE INDEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	MÉTODO
Condición funcional	Forma como se determina la serviciabilidad de la vía.	Condición operacional de la vía	Estado operacional de la vía en función del PCI (fallado, muy malo, malo, regular, bueno, muy bueno, excelente) e IRI (malo, regular, bueno).	Medición en campo de los parámetros necesarios para la obtención del PCI e IRI.
VARIABLE DEPENDIENTE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	DIMENSIÓN	INDICADOR	MÉTODO
Índice de Condición del Pavimento (PCI)	Forma como se determina la serviciabilidad de la vía con la metodología del PCI (ASTM D6433).	Condición operacional de la vía	- Clase. - Severidad. - Extensión.	Medición en campo de cada tipo de falla.
Rugosidad (IRI)	Forma como se determina la serviciabilidad de la vía con los rangos del IRI.	Condición operacional de la vía	Rugosidad del pavimento.	Medición en campo.

*Fuente. Elaboración propia.*

### 3.4. Técnicas e instrumentos para la recolección de datos

#### 3.4.1. Para la evaluación superficial con el Método del PCI

Se tomaron los instrumentos y materiales necesarios que se describen a continuación:

- **Hojas de registro de campo.** Son plantillas donde se registrarán los parámetros necesarios para la evaluación superficial del pavimento, esta indica la vía, el carril, unidad de muestreo, abscisa inicial y final, área de muestra, y un espacio para dibujar un esquema, también hay

una tabla donde se describe la cantidad para diferentes tipos de daño, así como su severidad.

- **Odómetro manual o wincha de 30m a más.** Se utilizará para las mediciones de longitud de cada muestra.
- **Regla de nivel.** Utilizado para las deformaciones longitudinales y transversales del pavimento.
- **Conos y chalecos de seguridad vial.** Usados como protección personal en el momento de la evaluación.
- **Plano de distribución.** De la vía que será inspeccionada y en el que se puedan identificar a todos los componentes del pavimento.



Figura 6. Herramientas para la evaluación por el método del PCI.

Fuente. Elaboración propia.

### 3.4.2. Para determinar el IRI con el ensayo del rugosímetro de Merlín

Se tomaron los instrumentos y materiales necesarios que se describen a continuación:

- **Hojas de registro de campo.** Son plantillas donde se registrarán los parámetros necesarios para la medición de la rugosidad de la vía, esta contiene datos como: el nombre de la vía, la dirección del carril, la abscisa inicial y final, la fecha, la longitud de muestra y factores importantes para la corrección por pastilla en el cálculo de "D" para la obtención del IRI. En la esquina superior izquierda de esta plantilla se colocarán las lecturas de campo, y automáticamente serán llenadas la tabla derecha y la gráfica con el histograma de frecuencias.

- **El rugosímetro de Merlín.** Es un equipo simple, versátil y económico similar a un perfilómetro estático con gran exactitud en sus resultados.
- **Conos y chalecos de seguridad vial.** Usados como protección personal en el momento de la evaluación.

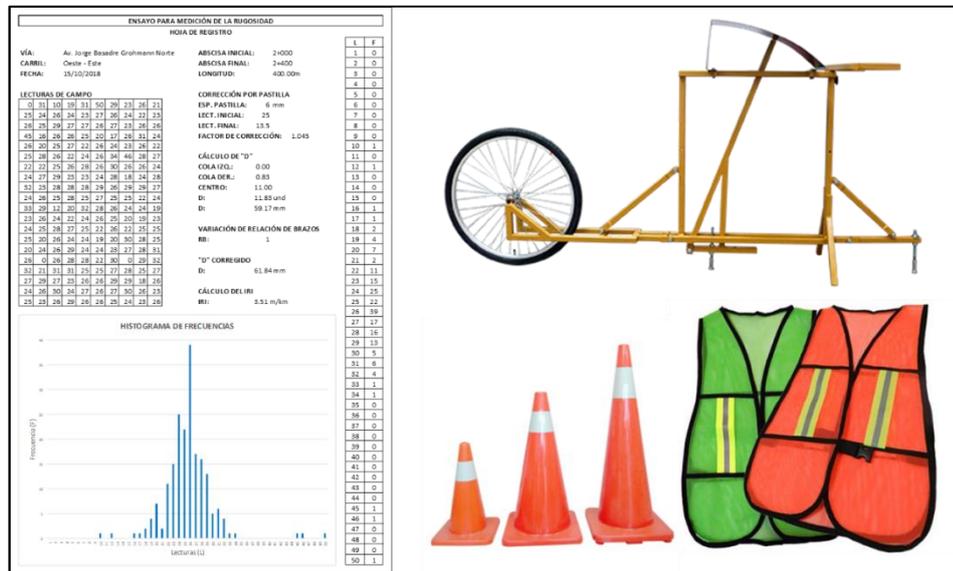


Figura 7. Herramientas para el ensayo con el rugosímetro de Merlín.

Fuente. Elaboración propia.

### 3.5. Procesamiento y análisis de datos

#### 3.5.1. Cálculo de las unidades de muestra para el método del PCI

##### 3.5.1.1. Unidades de Muestra:

Para el caso en estudio y desarrollo tenemos dos tramos, uno de sentido Oeste a Este definido como Tramo 01 y el otro sentido de Este a Oeste, definido como Tramo 02 como se detalla a continuación:

- Tramo 01 = 0+000.00 – 3+890.00 (Oeste a Este; 3.89 km)
- Tramo 02 = 0+000.00 – 3+890.00 (Este a Oeste; 3.89 km)

Los tramos se evaluarán como secciones únicas, debido a que presentan las mismas características, como antigüedad, tráfico y condición actual. Por lo tanto:

- Tramo 01 = Sección 01 (Oeste a Este; 3.89 km)
- Tramo 02 = Sección 02 (Este a Oeste; 3.89 km)

Con las secciones definidas se calculó las unidades de muestra en base al Cuadro 4.

Cuadro 4. Longitud de Muestra

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3	31.5

Fuente. Elaboración propia.

Aplicando interpolación:

$$\text{Longitud de Muestra (Lm)} = 35.4 + \frac{(7.2 - 6.5)(31.5 - 35.4)}{7.3 - 6.5}$$

$$\text{Longitud de Muestra (Lm)} = 31.99 \approx 32 \text{ m}$$

Se trabajó con una longitud de muestra recomendada de 32 m para el ancho de calzada de 7.2 m.

### 3.5.1.2. Cálculo de las unidades de muestra:

Antes calculamos el Número total de unidades de muestreo en la sección a evaluar:

*Ecuación 1. Unidades de Muestreo*

$$N = \frac{Lt}{Lm}$$

Lt: Longitud de tramo = 3.89 km

Lm: Longitud de Muestra = 32 m

$$N = \frac{3890}{32} = 121.56 \approx 122$$

Con lo cual aplicamos:

*Ecuación 2. Número mínimo de unidades a evaluar*

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

e: error admisible en el estimativo del PCI de la sección = 5%

$\sigma$ : desviación estándar del PCI entre las unidades = 10

$$n = \frac{121.56 \times 10^2}{\frac{5^2}{4} \times (121.56 - 1) + 10^2} = 14.24$$

$$n \approx 14$$

Se obtuvo  $n \approx 14$ , como número mínimo de unidades de muestra a evaluar, tanto para el carril I como para el carril II.

### 3.5.1.3. Selección de las unidades de muestra para inspección:

Con los puntos anteriores calculados, ahora necesitamos saber el intervalo de unidades de muestra que serían:

*Ecuación 3. Intervalo de unidades de muestreo*

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

$$i = \frac{122}{14} = 9$$

Se obtuvo:

Sección 01:  $i = 9$  (Oeste a Este; 3.89 km)

Sección 02:  $i = 9$  (Este a Oeste; 3.89 km)

A continuación daremos cuenta resumida de los resultados por carril:

*Cuadro 5. Resumen de valores de la calzada Oeste - Este*

<b>CARRIL I: CALZADA OESTE - ESTE</b>	
<b>DATOS</b>	<b>SECCIÓN 01</b>
Longitud de la Sección	3890
Longitud de Unidad de Muestra	32
Número total de U.M. (N)	122
Número mínimo de U.M. (n)	14
Intervalo de Muestreo (i)	9

*Fuente. Elaboración propia.*

*Cuadro 6. Resumen de valores de la calzada Este - Oeste*

<b>CARRIL II: CALZADA ESTE - OESTE</b>	
<b>DATOS</b>	<b>SECCIÓN 02</b>
Longitud de la Sección	3890
Longitud de Unidad de Muestra	32
Número total de U.M. (N)	122
Número mínimo de U.M. (n)	14
Intervalo de Muestreo (i)	9

*Fuente. Elaboración propia.*

Paso seguido debemos preparar los datos para realizar los cálculos del PCI:

Cuadro 7. Unidades de Muestra Calzada Oeste - Este

<b>CARRIL I: CALZADA OESTE - ESTE</b>						
TRAMO	SECCIÓN	UNIDAD DE MUESTRA	LONGITUD DE MUESTRA(Lm)	ÁREA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL
<b>01</b>	01	1	32.00	230.4	0+000	0+032
		10	32.00	230.4	0+288	0+320
		19	32.00	230.4	0+576	0+608
		28	32.00	230.4	0+864	0+896
		37	32.00	230.4	1+152	1+184
		46	32.00	230.4	1+440	1+472
		55	32.00	230.4	1+728	1+760
		64	32.00	230.4	2+016	2+048
		73	32.00	230.4	2+304	2+336
		82	32.00	230.4	2+592	2+624
		91	32.00	230.4	2+880	2+912
		100	32.00	230.4	3+168	3+200
		109	32.00	230.4	3+456	3+488
		118	32.00	230.4	3+744	3+776
		122	18.00	129.6	3+872	3+890
<b>TOTAL</b>		15				

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 8. Unidades de Muestra Calzada Este - Oeste

<b>CARRIL II: CALZADA ESTE - OESTE</b>						
TRAMO	SECCIÓN	UNIDAD DE MUESTRA	LONGITUD DE MUESTRA(Lm)	ÁREA	PROGRESIVA INICIAL	PROGRESIVA FINAL
<b>02</b>	02	1	32.00	230.4	0+000	0+032
		10	32.00	230.4	0+288	0+320
		19	32.00	230.4	0+576	0+608
		28	32.00	230.4	0+864	0+896
		37	32.00	230.4	1+152	1+184
		46	32.00	230.4	1+440	1+472
		55	32.00	230.4	1+728	1+760
		64	32.00	230.4	2+016	2+048
		73	32.00	230.4	2+304	2+336
		82	32.00	230.4	2+592	2+624
		91	32.00	230.4	2+880	2+912
		100	32.00	230.4	3+168	3+200
		109	32.00	230.4	3+456	3+488
		118	32.00	230.4	3+744	3+776
		122	18.00	129.6	3+872	3+890
<b>TOTAL</b>		15				

Fuente. Elaboración propia.

### 3.5.2. Cálculo del PCI

De manera ilustrativa realizaremos el desarrollo fase a fase de cómo se obtienen los valores y el PCI respectivo, para este caso tomaremos la unidad de Muestra N° 10:

#### • FASE 01: Cálculo de los valores deducidos

Tipo de falla y nivel de severidad

- 1. Piel de Cocodrilo..... - severidad **alta (H)**
- 11. Parcheo..... - severidad **alta (H)**
- 15. Ahuellamiento..... - severidad **media (M)**
- 19. Desprendimiento de Agregados... - severidad **media (M)**

#### Cantidad total de daño y densidad según tipo de falla

<u>Tipo de Falla</u>	<u>Unidad</u>	<u>Cantidad</u>	<u>Densidad</u>
- 1. Piel de Cocodrilo(H)	m <sup>2</sup>	3.00	<b>1.30 %</b>
- 11. Parcheo(H)	m <sup>2</sup>	5.00	<b>2.17 %</b>
- 15. Ahuellamiento(M)	m <sup>2</sup>	6.65	<b>2.89 %</b>
- 19. Desprendimiento de Agregados(M)	m <sup>2</sup>	120.00	<b>52.08%</b>

**Nota: Densidad = Cantidad/Área de Muestra(230.40)**

#### Valores deducidos

Con las densidades y las curvas de “Valor deducido del daño para pavimento flexible” se obtiene:

<u>Tipo de Falla</u>	<u>Valor Deducido</u>
- 1. Piel de Cocodrilo(H)	24.00
- 11. Parcheo(H)	26.00
- 15. Ahuellamiento(M)	18.15
- 19. Desprendimiento de Agregados(M)	33.80

#### Hoja de Registro

Los valores obtenidos hasta este punto, con toda la información complementaria, se deben mostrar en la “Hoja de Registro” por unidad de muestra. A continuación veremos el caso de la Unidad de Muestra N°10:

Figura 8. Hoja de Registro de la U.M. 010

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
VÍA:	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			CALZAD. Oeste - Este			UND. DE MUEST.: 10		
ABSCISA INICIAL:	0+288		ABSCISA FINAL:		0+320		ÁREA (m2): 230.40		
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
11	H	5					5.00	2.17	26.00
1	M	3					3.00	1.30	24.00
19	M	120					120.00	52.08	33.80
15	M	3.5	3.15				6.65	2.89	18.15

Fuente. Elaboración propia.

• **FASE 02: Cálculo del número máximo admisible de valores deducidos**

En vista que en la fase 01 los valores deducidos son mayores que 2, por lo tanto se ordenan de mayor a menor en función de los valores deducidos obtenidos:

<u>Tipo de Falla</u>	<u>Valor Deducido</u>
- 19. Desprendimiento de Agregados(M)	33.80
- <b>11. Parcheo(H)</b>	26.00
- <b>1. Piel de Cocodrilo(H)</b>	24.00
- 15. Ahuellamiento(M)	18.15

Se toma el: Valor deducido más alto (HDV = 33.80), con el cual se obtendrá el "Número máximo de valores admisibles":

*Ecuación 4. Número máximo de valores admisibles*

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

Para la unidad de Muestra 10 tendremos:

$$m_{10} = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - 33.80)$$

$$m_{10} = 6.34$$

• **FASE 03: Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV**

Se realiza el proceso iterativo de calcular el Valor Deducido Total en la curva de “Corrección para Pavimento Flexible” con los siguientes datos:

- sumar todos los valores deducidos individuales
- respectivos valores de **q**, mayores que dos

Los resultados para la muestra 10 serían los siguientes:

*Cuadro 9. Valores deducidos para la U.M.010*

#	VALOR DEDUCIDO				TDV	q	CDV
1	33.80	26.00	24.00	18.15	101.95	4	58.00
2	33.80	26.00	24.00	2.00	85.80	3	54.00
3	33.80	26.00	2.00	2.00	63.80	2	46.70
4	33.80	2.00	2.00	2.00	39.80	1	39.80

Nota:  $CDV_{m\acute{a}x} = 58.00$

• **FASE 04: Cálculo del PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Fase 03.**

*Ecuación 5. Cálculo del PCI*

$$PCI_{10} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{10} = 100 - 58$$

$$PCI_{10} = 42$$

Como resultado de la Fase 04 (fase final), tenemos que el valor del PCI para la Unidad de Muestra 10(Tramo 01) es de 42, lo que significa una que la condición del pavimento es **REGULAR**.

## CAPÍTULO IV

### RESULTADOS

#### 4.1. Resultados del PCI

Se registraron los siguientes resultados:

#### Resultados Carril I – Calzada Oeste - Este

Cuadro 10. . Hoja de registro PCI – UM001

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
VÍA:	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			CALZAD. Oeste - Este			UND. DE MUEST.: 1		
ABSCISA INICIAL:	0+000		ABSCISA FINAL:		0+032		ÁREA (m2): 230.40		
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
11	H	0.8					0.80	0.35	12.00
19	L	138					138.00	59.90	31.00

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 11. Clasificación PCI - UM001

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	31.00	12.00				43.00	2	31.80
2	31.00	2.00				33.00	1	33.00
3								
4								

Fuente. Elaboración propia.

➤  $CDV_{m\acute{a}x} = 33.00$

➤  $PCI_1 = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$

$PCI_1 = 100 - 33$

$PCI_1 = 67$

➤ Clasificación  $PCI_1 = \text{Bueno}$

Cuadro 12. Hoja de registro PCI – UM010.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	10		
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	0+288			<b>ABSCISA FINAL:</b>	0+320			<b>ÁREA (m2):</b>	230.40		
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo					
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque						13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación						15. Ahuellamiento					
6. Depresión						16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
11	H	5					5.00	2.17	26.00		
1	M	3					3.00	1.30	24.00		
19	M	120					120.00	52.08	33.80		
15	M	3.5	3.15				6.65	2.89	18.15		

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 13. Clasificación PCI - UM010.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	33.80	26.00	24.00	18.15		101.95	4	58.00
2	33.80	26.00	24.00	2.00		85.80	3	54.00
3	33.80	26.00	2.00	2.00		63.80	2	46.70
4	33.80	2.00	2.00	2.00		39.80	1	39.80
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 58.00$$

$$\text{➤ } PCI_{10} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{10} = 100 - 58$$

$$PCI_{10} = 42$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{10} = \text{Regular}$$

Cuadro 14. Hoja de registro PCI – UM019

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	19	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	0+576		<b>ABSCISA FINAL:</b>	0+608		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daño</b>				
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo				
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque						13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación						15. Ahuellamiento				
6. Depresión						16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
10	M	20					20.00	2.65	0.60	
19	M	190					190.00	82.47	41.80	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 15. Clasificación PCI - UM019.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	41.80	0.60				42.40	1	42.40
2								
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 42.40$$

$$\text{➤ } PCI_{19} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{19} = 100 - 42.40$$

$$PCI_{19} = 57.60$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{19} = \text{Bueno}$$

Cuadro 16. Hoja de registro PCI – UM028.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	28	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	0+864			<b>ABSCISA FINAL:</b>	0+896			<b>ÁREA (m2):</b>	230.40	
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo					
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque					13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación					15. Ahuellamiento					
6. Depresión					16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
11	M	5.5					5.50	2.39	15.30	
19	H	80					80.00	34.72	62.40	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 17. Clasificación PCI - UM028.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	62.40	15.30				77.70	2	19.30
2	62.40	2.00				64.40	1	64.40
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 64.40$$

$$\text{➤ } PCI_{28} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{28} = 100 - 64.40$$

$$PCI_{28} = 35.60$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{28} = \text{Malo}$$

Cuadro 18. Hoja de registro PCI – UM037.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	37		
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+152			<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+184			<b>ÁREA (m2):</b>	230.40		
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo					
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque						13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación						15. Ahuellamiento					
6. Depresión						16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
19	M	163					163.00	70.75	38.20		

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 19. Clasificación PCI - UM037.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	38.20					38.20	1	38.20
2								
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 38.20$$

$$\text{➤ } PCI_{37} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{37} = 100 - 38.20$$

$$PCI_{37} = 61.80$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{37} = \text{Bueno}$$

Cuadro 20. Hoja de registro PCI – UM046.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	46		
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+440			<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+472			<b>ÁREA (m2):</b>	230.40		
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo					
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque						13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación						15. Ahuellamiento					
6. Depresión						16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
11	L	5.8					5.80	2.52	5.30		
19	H	140					140.00	60.76	70.94		
15	M	2	3	3	2		10.00	4.34	23.20		
5	M	2	2	2	3		9.00	3.91	26.80		

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 21. Clasificación PCI - UM046.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	70.94	26.80	23.20	5.30		126.24	4	74.20
2	70.94	26.80	23.20	2.00		122.94	3	74.38
3	70.94	26.80	2.00	2.00		101.74	2	70.82
4	70.94	2.00	2.00	2.00		76.94	1	76.94
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 76.94$$

$$\text{➤ } PCI_{46} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{46} = 100 - 76.94$$

$$PCI_{46} = 23.06$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{46} = \text{Muy Malo}$$

Cuadro 22. Hoja de registro PCI – UM055.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	55	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+728		<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+760		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo					
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque					13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación					15. Ahuellamiento					
6. Depresión					16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
11	M	4.5					4.50	1.95	13.90	
19	M	195.5					195.50	84.85	41.20	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 23. Clasificación PCI - UM055.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	41.20	13.90				55.10	2	40.02
2	41.20	2.00				43.20	1	43.90
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 43.90$$

$$\text{➤ } PCI_{55} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{55} = 100 - 43.90$$

$$PCI_{55} = 56.10$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{55} = \text{Bueno}$$

Cuadro 24. Hoja de registro PCI – UM064.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	64	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+016		<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+048		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo					
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque					13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación					15. Ahuellamiento					
6. Depresión					16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
19	H	142.4					142.40	61.81	70.84	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 25. Clasificación PCI - UM064.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	70.84					70.84	1	70.84
2								
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

➤  $CDV_{m\acute{a}x} = 70.84$

➤  $PCI_{64} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$

$PCI_{64} = 100 - 70.84$

$PCI_{64} = 29.16$

➤ Clasificación  $PCI_{64} = \text{Malo}$

Cuadro 26. Hoja de registro PCI – UM073.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	73		
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+304		<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+336		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40				
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo					
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque						13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación						15. Ahuellamiento					
6. Depresión						16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
7	H	25					25.00	3.31	13.22		
11	L	1.71					1.71	0.74	2.03		
11	M	2.57					2.57	1.12	10.30		
19	H	107.3					107.30	46.57	66.34		

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 27. Clasificación PCI - UM073.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	66.34	13.22	10.30	2.03		91.89	4	52.02
2	66.34	13.22	10.30	2.00		91.86	3	57.97
3	66.34	13.22	2.00	2.00		83.56	2	60.08
4	66.34	2.00	2.00	2.00		72.34	1	72.34
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 72.34$$

$$\text{➤ } PCI_{73} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{73} = 100 - 72.34$$

$$PCI_{73} = 27.66$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{73} = \text{Malo}$$

Cuadro 28. Hoja de registro PCI – UM082.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte				<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	82	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+592		<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+624		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40				
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>						
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo						
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados						
3. Fisuras en bloque					13. Huecos						
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea						
5. Corrugación					15. Ahuellamiento						
6. Depresión					16. Desplazamiento						
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica						
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento						
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados						
10. Grietas longitudinales y transversales											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
19	M	123.4					123.40	53.56	36.42		
15	M	2	3				5.00	2.17	15.41		
15	L	2	2				4.00	1.74	23.84		

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 29. Hoja de registro PCI – UM082.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	36.42	23.84	15.41			75.67	3	48.02
2	36.42	23.84	2.00			62.26	2	46.41
3	36.42	2.00	2.00			40.42	1	40.42
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 48.02$$

$$\text{➤ } PCI_{82} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{82} = 100 - 48.02$$

$$PCI_{82} = 51.98$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{82} = \text{Regular}$$

Cuadro 30. Hoja de registro PCI – UM091.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
VÍA:	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			CALZAD.	Oeste - Este			UND. DE MUEST.:	91	
ABSCISA INICIAL:	2+880		ABSCISA FINAL:	2+912		ÁREA (m2):	230.40			
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo					
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque					13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación					15. Ahuellamiento					
6. Depresión					16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
11	H	7					7.00	3.04	30.73	
19	H	180					180.00	78.13	74.89	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 31. Clasificación PCI - UM091.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	74.89	30.73				105.62	2	46.00
2	74.89	2.00				76.89	1	78.60
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 78.60$$

$$\text{➤ } PCI_{91} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{91} = 100 - 78.60$$

$$PCI_{91} = 21.40$$

➤ Clasificación  $PCI_{91} = \text{Muy Malo}$

Cuadro 32. Hoja de registro PCI – UM0100.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	100		
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	3+168			<b>ABSCISA FINAL:</b>	3+200			<b>ÁREA (m2):</b>	230.40		
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo					
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque						13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación						15. Ahuellamiento					
6. Depresión						16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
11	L	1.35					1.35	0.59	2.92		
19	M	120.6					120.60	52.34	36.43		
4	M	1	1	3			5.00	0.66	10.12		
5	L	1	2				3.00	1.30	3.20		

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 33. Clasificación PCI - UM0100.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	36.43	10.12	3.20	2.92		52.67	4	27.80
2	36.43	10.12	3.20	2.00		51.75	3	31.70
3	36.43	10.12	2.00	2.00		50.55	2	37.92
4	36.43	2.00	2.00	2.00		42.43	1	42.43
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 42.43$$

$$\text{➤ } PCI_{100} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{100} = 100 - 42.43$$

$$PCI_{100} = 57.57$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{100} = \text{Bueno}$$

Cuadro 34. Hoja de registro PCI – UM0109.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte				<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	109
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	3+456		<b>ABSCISA FINAL:</b>	3+488		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo					
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque					13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación					15. Ahuellamiento					
6. Depresión					16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	H	130.8					130.80	56.77	70.32	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 35. Clasificación PCI - UM0109.

#	VALOR DEDUCIDO						TDV	q	CDV
1	70.32						70.32	1	70.32
2									
3									
4									
5									

Fuente. Elaboración propia.

➤  $CDV_{m\acute{a}x} = 70.32$

➤  $PCI_{109} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$

$PCI_{109} = 100 - 70.32$

$PCI_{109} = 29.68$

➤ Clasificación  $PCI_{109} = \text{Malo}$

Cuadro 36. Hoja de registro PCI – UM0118.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Oeste - Este			<b>UND. DE MUEST.:</b>	118		
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	3+744			<b>ABSCISA FINAL:</b>	3+776			<b>ÁREA (m2):</b>	230.40		
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo					
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque						13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación						15. Ahuellamiento					
6. Depresión						16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales											
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO		
11	M	9					9.00	3.91	19.50		
19	H	185.2					185.20	80.38	75.81		
15	H	3.5	5.4	2.8			11.70	5.08	24.78		

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 37. Clasificación PCI - UM0118.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	75.81	24.78	19.50			120.09	3	73.93
2	75.81	24.78	2.00			102.59	2	71.85
3	75.81	2.00	2.00			79.81	1	79.81
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 79.81$$

$$\text{➤ } PCI_{118} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{118} = 100 - 79.81$$

$$PCI_{118} = 20.19$$

➤ Clasificación  $PCI_{118} = \text{Muy Malo}$

Cuadro 38. Hoja de registro PCI – UM0122.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
VÍA:	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			CALZAD.	Oeste - Este			UND. DE MUEST.:	122	
ABSCISA INICIAL:	3+872		ABSCISA FINAL:	3+890		ÁREA (m2):	129.60			
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>					
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo					
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque					13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación					15. Ahuellamiento					
6. Depresión					16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
11	M	12					12.00	9.26	30.05	
19	H	104					104.00	80.25	75.92	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 39. Clasificación PCI - UM0122.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	75.92	30.05				105.97	2	73.72
2	75.92	2.00				77.92	1	77.92
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

➤  $CDV_{m\acute{a}x} = 77.92$

➤  $PCI_{122} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$

$PCI_{122} = 100 - 77.92$

$PCI_{122} = 22.08$

➤ Clasificación  $PCI_{122} = \text{Muy Malo}$



## Resultados Carril II – Calzada Este - Oeste

Cuadro 42. Hoja de registro PCI – UM001, Carril II.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
VÍA:	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			CALZAD. Este - Oeste			UND. DE MUEST.: 1		
ABSCISA INICIAL:	0+000		ABSCISA FINAL:		0+032		ÁREA (m2): 230.40		
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daño</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	H	180					180.00	78.13	75.60
7	H	45					45.00	5.95	17.88
6	H	1	2	2			5.00	2.17	20.40
6	M	1	1	4			6.00	2.60	12.32

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 43. Clasificación PCI - UM001, Carril II.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	75.60	20.40	17.88	12.32		126.20	4	70.80
2	75.60	20.40	17.88	2.00		115.88	3	71.20
3	75.60	20.40	2.00	2.00		100.00	2	70.40
4	75.60	2.00	2.00	2.00		81.60	1	81.60

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 81.60$$

$$\text{➤ } PCI_{01} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{01} = 100 - 81.60$$

$$PCI_{01} = 18.40$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{01} = \text{Muy Malo}$$

Cuadro 44. Hoja de registro PCI – UM010, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
<b>VÍA:</b>		Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b> Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b> 10	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>		0+288			<b>ABSCISA FINAL:</b>			0+320	
								<b>ÁREA (m2):</b> 230.40	
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									

DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	H	97						97.00	42.10	65.70

*Fuente. Elaboración propia.*

Cuadro 45. Clasificación PCI - UM010, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO						TDV	q	CDV
1	65.70						65.70	1	65.70
2									
3									
4									
5									

*Fuente. Elaboración propia.*

➤  $CDV_{máx} = 65.70$

➤  $PCI_{10} = 100 - CDV_{máx}$

$PCI_{10} = 100 - 65.70$

$PCI_{10} = 34.30$

➤  $Clasificación\ PCI_{10} = Malo$

Cuadro 46. Hoja de registro PCI – UM019, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b>	19	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	0+576		<b>ABSCISA FINAL:</b>	0+608		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo				
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque						13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación						15. Ahuellamiento				
6. Depresión						16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales										
<b>DAÑO</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>CANTIDADES PARCIALES</b>					<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD (%)</b>	<b>VALOR DEDUCIDO</b>	
19	M	116					116.00	50.35	60.08	
15	M	3	3	3	2		11.00	4.77	24.00	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 47. Clasificación PCI - UM019, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	60.08	24.00				84.08	2	60.78
2	24.00	2.00				26.00	1	26.00
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

➤  $CDV_{m\acute{a}x} = 60.78$

➤  $PCI_{19} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$

$PCI_{19} = 100 - 60.78$

$PCI_{19} = 39.22$

➤  $Clasificaci\acute{o}n\ PCI_{19} = Malo$

Cuadro 48. Hoja de registro PCI – UM028, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b> Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b> 28		
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	0+864		<b>ABSCISA FINAL:</b>		0+896		<b>ÁREA (m2):</b> 230.40		
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	M	165					165.00	71.61	38.90
4	M	3	2	2			7.00	0.93	17.10
5	M	1	1				2.00	0.87	14.80

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 49. Clasificación PCI - UM028, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	38.90	17.10	14.80			70.80	3	39.40
2	38.90	11.24	2.00			52.14	2	32.70
3	38.90	2.00	2.00			42.90	1	42.90
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 42.90$$

$$\text{➤ } PCI_{28} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{28} = 100 - 42.90$$

$$PCI_{28} = 57.10$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{28} = \text{Bueno}$$

.Cuadro 50. Hoja de registro PCI – UM037, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b>	37	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+152		<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+184		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daí</b>				
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo				
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque						13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación						15. Ahuellamiento				
6. Depresión						16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
19	H	78					78.00	33.85	62.04	
10	L	3	5				8.00	1.06	0.93	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 51. Clasificación PCI - UM037, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	62.04	0.93				62.97	1	62.97
2								
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 62.97$$

$$\text{➤ } PCI_{37} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{37} = 100 - 62.97$$

$$PCI_{37} = 37.03$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{37} = \text{Malo}$$

Cuadro 52. Hoja de registro PCI – UM046, Carril II.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b>	46	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+440		<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+472		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Daí</b>				
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo				
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque						13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación						15. Ahuellamiento				
6. Depresión						16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
19	M	188					188.00	81.60	41.20	
15	M	2	2	2	2		8.00	3.47	20.9	
6	M	1	1	1			3.00	1.30	9.87	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 53. Clasificación PCI - UM046, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	41.20	20.90	9.87			71.97	3	47.40
2	41.20	20.90	2.00			64.10	2	46.50
3	41.20	2.00	2.00			45.20	1	45.20
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 47.40$$

$$\text{➤ } PCI_{46} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{46} = 100 - 47.40$$

$$PCI_{46} = 52.60$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{46} = \text{Regular}$$

Cuadro 54. Hoja de registro PCI – UM055, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b>	55	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+728		<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+760		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo				
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque						13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación						15. Ahuellamiento				
6. Depresión						16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
19	M	204					204.00	88.54	41.90	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 55 Clasificación PCI - UM055, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	41.90					41.90	1	41.90
2								
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 41.90$$

$$\text{➤ } PCI_{55} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{55} = 100 - 41.90$$

$$PCI_{55} = 58.10$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{55} = \text{Bueno}$$

Cuadro 56. Hoja de registro PCI – UM064, Carril II.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b>	64	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+016		<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+048		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo				
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque						13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación						15. Ahuellamiento				
6. Depresión						16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
19	M	194					194.00	84.20	41.20	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 57. Clasificación PCI - UM064, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	41.20					41.20	1	41.20
2								
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 41.20$$

$$\text{➤ } PCI_{64} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{64} = 100 - 41.20$$

$$PCI_{64} = 58.80$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{64} = \text{Bueno}$$

Cuadro 58 Hoja de registro PCI – UM073, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b> Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b> 73		
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+304		<b>ABSCISA FINAL:</b>		2+336		<b>ÁREA (m2):</b> 230.40		
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	M	168					168.00	72.92	39.40
13	L	3	2	3			8.00	3.47	37.80

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 59. Clasificación PCI - UM073, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	39.40	37.80				77.20	2	56.10
2	39.40	2.00				41.40	1	41.40
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 56.10$$

$$\text{➤ } PCI_{73} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{73} = 100 - 56.10$$

$$PCI_{73} = 43.90$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{73} = \text{Regular}$$

Cuadro 60. Hoja de registro PCI – UM082, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
<b>VÍA:</b>		Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b> Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b> 82	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>		2+592		<b>ABSCISA FINAL:</b>		2+624		<b>ÁREA (m2):</b> 230.40	
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Dai</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	H	120					120.00	52.08	68.40
4	M	2	1				3.00	0.40	14.20
5	M	3	2				5.00	2.17	22.50

*Fuente. Elaboración propia.*

Cuadro 61. Clasificación PCI - UM082, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	68.40	22.50	14.20			105.10	3	66.40
2	68.40	22.50	2.00			92.90	2	65.80
3	68.40	2.00	2.00			72.40	1	72.40
4								
5								

*Fuente. Elaboración propia.*

➤  $CDV_{m\acute{a}x} = 74.40$

➤  $PCI_{82} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$

$PCI_{82} = 100 - 72.40$

$PCI_{82} = 27.60$

➤ *Clasificación  $PCI_{82} = \text{Malo}$*

Cuadro 62. Hoja de registro PCI – UM091, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b>	91	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+880		<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+912		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo				
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque						13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación						15. Ahuellamiento				
6. Depresión						16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
19	H	128					128.00	55.56	69.40	
15	L	3	5				8.00	3.47	11.82	
15	M	3	3				6.00	2.60	21.10	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 63. Clasificación PCI - UM091, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	69.40	21.10	11.82			102.32	3	64.00
2	69.40	21.10	2.00			92.50	2	66.00
3	69.40	2.00	2.00			73.40	1	73.40
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{\text{máx}} = 73.40$$

$$\text{➤ } PCI_{91} = 100 - CDV_{\text{máx}}$$

$$PCI_{91} = 100 - 73.40$$

$$PCI_{91} = 26.60$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{91} = \text{Malo}$$

Cuadro 64. Hoja de registro PCI – UM100, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			<b>CALZAD.</b>	Este - Oeste			<b>UND. DE MUEST.:</b>	100	
<b>ABSCISA INICIAL:</b>	3+168		<b>ABSCISA FINAL:</b>	3+200		<b>ÁREA (m2):</b>	230.40			
<b>Nro. Daño</b>						<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo						11. Parcheo				
2. Exudación						12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque						13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento						14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación						15. Ahuellamiento				
6. Depresión						16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde						17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta						18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma						19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO	
19	M	220					220.00	95.49	42.35	
3	H	20					20.00	8.68	26.90	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 65. Clasificación PCI – UM100, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	42.35	26.90				69.25	2	50.80
2	26.90	2.00				28.90	1	28.90
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

$$\text{➤ } CDV_{m\acute{a}x} = 50.80$$

$$\text{➤ } PCI_{100} = 100 - CDV_{m\acute{a}x}$$

$$PCI_{100} = 100 - 50.80$$

$$PCI_{100} = 49.20$$

$$\text{➤ } \text{Clasificación } PCI_{100} = \text{Regular}$$

Cuadro 66. Hoja de registro PCI – UM109, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE										
HOJA DE REGISTRO										
<b>VÍA:</b> Av. Jorge Basadre Grohmann Norte		<b>CALZAD.</b> Este - Oeste				<b>UND. DE MUEST.:</b> 109				
<b>ABSCISA INICIAL:</b> 3+456		<b>ABSCISA FINAL:</b> 3+488				<b>ÁREA (m2):</b> 230.40				
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Daí</b>					
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo					
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados					
3. Fisuras en bloque					13. Huecos					
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea					
5. Corrugación					15. Ahuellamiento					
6. Depresión					16. Desplazamiento					
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica					
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento					
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados					
10. Grietas longitudinales y transversales										
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	H	174						174.00	75.52	74.20

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 67. Clasificación PCI – UM109, Carril II

#	VALOR DEDUCIDO						TDV	q	CDV
1	74.20						74.20	1	74.20
2									
3									
4									
5									

Fuente. Elaboración propia.

➤  $CDV_{máx} = 74.20$

➤  $PCI_{109} = 100 - CDV_{máx}$

$PCI_{109} = 100 - 74.20$

$PCI_{109} = 25.80$

➤ Clasificación  $PCI_{109} = \text{Malo}$

Cuadro 68. Hoja de registro PCI – UM118, Carril II

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
<b>VÍA:</b> Av. Jorge Basadre Grohmann Norte		<b>CALZAD.</b> Este - Oeste				<b>UND. DE MUEST.:</b> 118			
<b>ABSCISA INICIAL:</b> 3+744		<b>ABSCISA FINAL:</b> 3+776				<b>ÁREA (m2):</b> 230.40			
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Dañ</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	H	145					145.00	62.93	72.09

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 69. Clasificación PCI – UM118, Carril II.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	72.09					72.09	1	72.09
2								
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

- $CDV_{máx} = 72.09$
- $PCI_{118} = 100 - CDV_{máx}$   
 $PCI_{118} = 100 - 72.09$   
 $PCI_{118} = 27.91$
- Clasificación  $PCI_{118} = \text{Malo}$

Cuadro 70. Hoja de registro PCI – UM122, Carril II.

ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE									
HOJA DE REGISTRO									
VÍA:	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte			CALZAD. Este - Oeste	UND. DE MUEST.:	122			
ABSCISA INICIAL:	3+872		ABSCISA FINAL:	3+890		ÁREA (m2):	129.60		
<b>Nro. Daño</b>					<b>Nro. Dai</b>				
1. Piel de cocodrilo					11. Parcheo				
2. Exudación					12. Pulimiento de agregados				
3. Fisuras en bloque					13. Huecos				
4. Abultamiento y hundimiento					14. Cruce de vía férrea				
5. Corrugación					15. Ahuellamiento				
6. Depresión					16. Desplazamiento				
7. Fisuras de borde					17. Grieta parabólica				
8. Fisura reflexión de junta					18. Hinchamiento				
9. Desnivel carril/berma					19. Desprendimiento de agregados				
10. Grietas longitudinales y transversales									
DAÑO	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO
19	M	126					126.00	97.22	42.80
11	L	2	3	3			8.00	6.17	13.8

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 71. Clasificación PCI – UM122, Carril II.

#	VALOR DEDUCIDO					TDV	q	CDV
1	42.80	13.80				56.60	2	41.22
2	42.80	2.00				44.80	1	44.80
3								
4								
5								

Fuente. Elaboración propia.

➤  $CDV_{máx} = 44.80$

➤  $PCI_{122} = 100 - CDV_{máx}$

$PCI_{122} = 100 - 44.80$

$PCI_{122} = 55.20$

➤ Clasificación  $PCI_{122} = \text{Bueno}$



### 4.2. Resultados del IRI con el rugosímetro de Merlín

Se registraron los siguientes resultados:

#### Resultados Carril I – Calzada Oeste - Este

Cuadro 74 Hoja de registro de Rugosidad – UM001, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b> Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b> 0+000					<b>L</b>	<b>F</b>
<b>CARRIL:</b> CARRIL I (Oeste - Este)					<b>ABSCISA FINAL:</b> 0+400					1	0
<b>FECHA:</b> 15/10/2018					<b>LONGITUD:</b> 400.00m					2	0
										3	0
										4	0
										5	0
										6	0
										7	0
										8	0
										9	0
										10	0
										11	0
										12	0
										13	2
										14	3
										15	3
										16	4
										17	5
										18	5
										19	7
										20	11
										21	13
										22	14
										23	19
										24	22
										25	28
										26	25
										27	10
										28	9
										29	6
										30	6
										31	5
										32	3
										33	0
										34	0
										35	0
										36	0
										37	0
										38	0
										39	0
										40	0
										41	0
										42	0
										43	0
										44	0
										45	0
										46	0
										47	0
										48	0
										49	0
										50	0

LECTURAS DE CAMPO									
26	19	23	22	23	23	23	22	23	28
25	24	24	23	27	21	29	24	21	29
26	26	30	24	24	21	23	23	24	30
19	18	25	26	26	25	24	26	23	31
29	27	26	25	21	26	25	20	26	24
22	19	28	26	30	27	27	31	25	25
26	30	26	26	21	23	25	21	30	22
25	15	25	20	22	26	20	24	25	22
31	25	24	19	31	24	26	25	17	24
28	26	22	23	25	27	24	26	14	27
26	25	22	24	26	18	16	23	18	25
25	23	22	23	26	23	18	17	16	24
25	24	19	25	25	17	16	15	18	25
25	28	13	17	16	20	15	25	19	28
29	17	26	27	24	21	14	24	22	23
23	25	32	24	21	24	13	22	26	24
21	19	14	25	20	25	20	28	22	26
31	22	32	22	21	24	27	28	27	28
30	21	26	21	20	32	23	20	28	23
29	21	20	26	20	25	20	27	29	25

CORRECCIÓN POR PASTILLA	
ESP. PASTILLA:	6 mm
LECT. INICIAL:	25
LECT. FINAL:	14
FACTOR DE CORRECCIÓN:	1.091

CÁLCULO DE "D"	
COLA IZQ.:	0.50
COLA DER.:	0.67
CENTRO:	13.00
D:	14.17 und
D:	70.83 mm

VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS	
RB:	1

"D" CORREGIDO	
D:	77.27 mm

CÁLCULO DEL IRI	
IRI:	4.23 m/km

#### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 75. Hoja de registro de Rugosidad – UM002, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b> Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b> 0+400					<b>L</b>	<b>F</b>
<b>CARRIL:</b> CARRIL I (Oeste - Este)					<b>ABSCISA FINAL:</b> 0+700					1	0
<b>FECHA:</b> 15/10/2018					<b>LONGITUD:</b> 300.00m					2	0
										3	0
										4	0
										5	0
										6	0
										7	0
										8	0
										9	0
										10	0
										11	0
										12	0
										13	1
										14	2
										15	3
										16	3
										17	3
										18	3
										19	5
										20	8
										21	10
										22	12
										23	15
										24	15
										25	24
										26	15
										27	11
										28	6
										29	5
										30	4
										31	4
										32	4
										33	4
										34	2
										35	1
										36	0
										37	0
										38	0
										39	0
										40	0
										41	0
										42	0
										43	0
										44	0
										45	0
										46	0
										47	0
										48	0
										49	0
										50	0

LECTURAS DE CAMPO									
21	30	24	27	25	28	23	34	23	24
23	28	26	20	23	24	25	26	25	18
25	25	27	21	25	18	27	24	21	26
24	29	19	26	21	26	28	23	35	14
27	22	24	26	35	14	23	25	27	19
24	26	26	22	27	19	25	25	26	29
25	25	25	26	26	29	26	23	33	21
22	20	23	19	33	21	24	33	21	18
30	15	25	22	21	18	26	27	29	28
22	32	24	25	29	28	25	19	26	22
15	25	21	22	24	22	30	33	21	24
20	14	33	20	23	28	24	21	18	26
22	15	22	20	23	25	26	29	28	25
18	13	26	23	21	22	24	24	22	30
19	25	28	25	27	24	25	23	28	24
20	24	22	30	29	32	23	23	25	26
20	21	23	27	24	23	33	21	22	24
32	25	27	26	25	29	24	27	24	25
27	27	25	20	32	25	23	22	30	24
21	21	34	22	26	25	23	28	24	23

CORRECCIÓN POR PASTILLA	
<b>ESP. PASTILLA:</b>	6 mm
<b>LECT. INICIAL:</b>	25
<b>LECT. FINAL:</b>	14
<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b>	1.091

CÁLCULO DE "D"	
<b>COLA IZQ.:</b>	0.50
<b>COLA DER.:</b>	0.88
<b>CENTRO:</b>	13.00
<b>D:</b>	14.38 und
<b>D:</b>	71.88 mm

VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS	
<b>RB:</b>	1

"D" CORREGIDO	
<b>D:</b>	78.41 mm

CÁLCULO DEL IRI	
<b>IRI:</b>	4.29 m/km

**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 76. Hoja de registro de Rugosidad – UM003, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD													
HOJA DE REGISTRO													
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>	0+700				<b>L</b>	<b>F</b>	
<b>CARRIL:</b>	CARRIL I (Oeste - Este)					<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+100				1	0	
<b>FECHA:</b>	15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>	400.00m				2	0	
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>											3	0	
22	26	30	27	29	25	29	25	22	21	<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>		4	0
23	24	27	27	25	26	25	26	31	29	<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm		5	0
24	32	16	27	25	29	19	32	28	25	<b>LECT. INICIAL:</b> 25		6	0
21	30	25	28	28	30	29	22	28	27	<b>LECT. FINAL:</b> 14		7	0
26	26	25	27	27	28	28	27	24	24	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091		8	0
30	23	24	20	25	29	26	26	25	26	<b>CÁLCULO DE "D"</b>		9	0
25	30	25	19	25	29	25	24	28	23	<b>COLA IZQ.:</b> 0.60		10	0
28	18	24	26	24	31	25	22	24	27	<b>COLA DER.:</b> 0.43		11	0
26	26	26	26	26	24	25	30	26	23	<b>CENTRO:</b> 10.00		12	0
29	20	22	27	18	26	26	27	23	22	<b>D:</b> 11.03 und		13	0
25	25	29	28	29	21	20	28	25	28	<b>D:</b> 55.14 mm		14	0
29	25	27	29	24	28	31	25	27	31	<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>		15	1
28	24	25	29	21	25	30	22	28	33	<b>RB:</b> 1		16	1
22	21	31	27	32	29	33	29	30	28	<b>"D" CORREGIDO</b>		17	0
25	28	27	24	25	25	26	26	25	22	<b>D:</b> 60.16 mm		18	3
24	30	31	31	25	29	27	23	23	26	<b>CÁLCULO DEL IRI</b>		19	3
19	28	26	25	27	15	21	18	20	23	<b>IRI:</b> 3.43 m/km		20	5
20	24	21	26	25	25	25	27	30	28	21	7		
25	23	25	30	24	27	28	30	26	25	22	11		
22	32	23	28	25	27	23	22	23	25	23	12		
<p style="text-align: center;"><b>HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS</b></p>											24	16	
											25	37	
											26	23	
											27	20	
											28	20	
											29	16	
											30	12	
											31	7	
											32	4	
											33	2	
											34	0	
											35	0	
											36	0	
											37	0	
											38	0	
											39	0	
											40	0	
											41	0	
											42	0	
											43	0	
											44	0	
											45	0	
											46	0	
											47	0	
											48	0	
											49	0	
											50	0	

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 77. Hoja de registro de Rugosidad – UM004, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+100				
<b>CARRIL:</b>	CARRIL I (Oeste - Este)					<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+350				
<b>FECHA:</b>	15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>	250.00m				
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>						<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>					
29	28	21	27	17	26	27	20	22	27	<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm	
23	25	24	26	25	23	25	26	17	16	<b>LECT. INICIAL:</b> 25	
28	25	17	25	23	20	18	19	25	33	<b>LECT. FINAL:</b> 14	
18	20	30	20	22	25	23	21	21	26	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091	
22	29	20	29	27	25	23	26	23	15	<b>CÁLCULO DE "D"</b>	
22	28	25	26	26	17	21	27	17	21	<b>COLA IZQ.:</b> 0.55	
24	19	24	21	31	21	24	26	25	26	<b>COLA DER.:</b> 0.58	
19	22	24	26	24	25	17	25	23	22	<b>CENTRO:</b> 12.00	
18	24	23	20	27	21	30	20	22	27	<b>D:</b> 13.13 und	
22	30	26	25	22	21	20	29	27	26	<b>D:</b> 65.67 mm	
19	20	22	27	29	15	25	26	26	31	<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>	
24	26	17	16	27	17	24	21	31	24	<b>RB:</b> 1	
26	19	25	33	25	26	24	26	24	31	<b>"D" CORREGIDO</b>	
20	21	21	26	18	26	25	28	25	17	<b>D:</b> 71.64 mm	
27	26	23	15	16	21	20	18	20	30	<b>CÁLCULO DEL IRI</b>	
24	25	24	28	18	25	29	22	29	20	<b>IRI:</b> 3.97 m/km	
25	18	25	19	32	22	26	22	28	25	1	0
21	32	25	23	30	24	21	24	19	24	2	0
20	19	28	22	22	23	26	19	22	24	3	0
31	25	19	20	24	23	20	18	24	23	4	0
										5	0
										6	0
										7	0
										8	0
										9	0
										10	0
										11	0
										12	0
										13	0
										14	0
										15	2
										16	2
										17	5
										18	6
										19	7
										20	9
										21	9
										22	10
										23	10
										24	11
										25	18
										26	12
										27	7
										28	5
										29	4
										30	3
										31	2
										32	2
										33	1
										34	0
										35	0
										36	0
										37	0
										38	0
										39	0
										40	0
										41	0
										42	0
										43	0
										44	0
										45	0
										46	0
										47	0
										48	0
										49	0
										50	0

**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

The histogram displays the frequency of roughness readings (L) across 50 measurements. The x-axis is labeled 'Lecturas (L)' and ranges from 1 to 50. The y-axis is labeled 'Frecuencia (F)' and ranges from 0 to 40. The bars show a peak at L=25 with a frequency of 18, and the distribution tapers off towards both ends, with most readings between 15 and 35.

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 78. Hoja de registro de Rugosidad – UM005, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte				<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+350				<b>L</b>	<b>F</b>
<b>CARRIL:</b>	CARRIL I (Oeste - Este)				<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+750				1	0
<b>FECHA:</b>	15/10/2018				<b>LONGITUD:</b>	400.00m				2	0
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>										3	0
23	25	28	26	27	22	29	20	29	24	4	0
30	27	20	27	20	25	29	21	25	21	5	0
27	23	26	23	27	20	24	30	22	22	6	0
21	22	27	26	24	28	19	22	28	25	7	0
30	27	30	24	19	30	29	26	24	19	8	0
19	24	28	24	29	27	25	22	21	24	9	0
23	27	21	23	28	28	18	26	27	24	10	0
23	22	31	20	29	22	19	26	25	26	11	0
24	20	31	25	20	27	24	29	19	31	12	0
26	23	23	13	15	25	26	19	25	16	13	1
20	23	23	26	26	25	29	28	27	31	14	0
22	21	25	22	21	23	29	24	27	28	15	1
18	31	19	24	25	28	23	28	24	21	16	3
21	26	21	25	27	21	24	32	18	23	17	0
30	27	25	23	24	19	16	18	22	21	18	4
23	28	25	20	26	23	25	23	27	28	19	10
21	26	31	34	35	31	24	22	22	16	20	12
30	21	26	23	20	25	29	26	19	28	21	15
24	24	24	30	22	31	23	24	26	32	22	16
29	25	20	22	22	20	21	24	24	30	23	19
<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>										24	23
<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm										25	18
<b>LECT. INICIAL:</b> 25										26	17
<b>LECT. FINAL:</b> 14										27	16
<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091										28	13
<b>CÁLCULO DE "D"</b>										29	11
<b>COLA IZQ.:</b> 0.90										30	9
<b>COLA DER.:</b> 0.25										31	8
<b>CENTRO:</b> 11.00										32	2
<b>D:</b> 12.15 und										33	0
<b>D:</b> 60.75 mm										34	1
<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>										35	1
<b>RB:</b> 1										36	0
<b>"D" CORREGIDO</b>										37	0
<b>D:</b> 66.27 mm										38	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										39	0
<b>IRI:</b> 3.71 m/km										40	0
<b>HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS</b>										41	0
										42	0
										43	0
										44	0
										45	0
										46	0
										47	0
										48	0
										49	0
										50	0

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 79. Hoja de registro de Rugosidad – UM006, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte				<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+750				<b>L</b>	<b>F</b>
<b>CARRIL:</b>	CARRIL I (Oeste - Este)				<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+125				0	0
<b>FECHA:</b>	15/10/2018				<b>LONGITUD:</b>	375.00m				1	0
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>										2	0
24	25	29	25	27	24	29	28	21	20	3	0
24	29	27	28	28	32	23	26	24	27	4	0
25	29	24	24	25	23	23	23	35	22	5	0
24	24	23	25	29	29	34	25	20	26	6	0
25	24	26	20	26	28	27	27	28	28	7	0
30	22	22	25	20	19	27	25	24	24	8	0
22	24	22	23	27	22	22	21	30	25	9	0
23	24	28	27	28	26	33	28	26	28	10	0
30	21	24	23	20	24	23	24	26	29	11	0
25	26	23	26	23	24	22	29	18	26	12	0
23	24	26	21	25	22	26	30	17	24	13	0
21	22	27	27	28	25	22	21	26	29	14	0
30	20	26	25	19	29	30	26	19	24	15	0
25	26	24	23	18	29	24	18	21	22	16	2
22	25	20	28	16	19	26	23	17	25	17	2
28	24	21	23	27	22	19	25	16	23	18	4
31	25	21	20	29	24	19	24	26	22	19	6
18	30	21	29	27	31	23	28	26	26	20	8
27	26	30	28	25	32	30	27	29	24	21	11
27	36	21	24	24	31	23	27	25	26	22	13
										23	17
<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>										24	25
<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm										25	20
<b>LECT. INICIAL:</b> 25										26	19
<b>LECT. FINAL:</b> 14										27	16
<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091										28	15
<b>CÁLCULO DE "D"</b>										29	12
<b>COLA IZQ.:</b> 0.77										30	9
<b>COLA DER.:</b> 0.96										31	3
<b>CENTRO:</b> 10.00										32	2
<b>D:</b> 11.72 und										33	1
<b>D:</b> 58.61 mm										34	1
<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>										35	1
<b>RB:</b> 1										36	1
<b>"D" CORREGIDO</b>										37	0
<b>D:</b> 63.94 mm										38	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										39	0
<b>IRI:</b> 3.60 m/km										40	0
										41	0
										42	0
										43	0
										44	0
										45	0
										46	0
										47	0
										48	0
										49	0
										50	0

**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

The histogram displays the frequency of roughness readings (L) across 50 measurement points. The x-axis represents the reading value (L) from 1 to 50, and the y-axis represents the frequency (F) from 0 to 40. The data shows a peak frequency of 25 at a reading of 34, with most readings falling between 15 and 35.

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 80. Hoja de registro de Rugosidad – UM007, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+125			<b>L</b>	<b>F</b>
<b>CARRIL:</b>	CARRIL I (Oeste - Este)					<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+525			0	0
<b>FECHA:</b>	15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>	400.00m			1	0
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>										2	0
28	23	22	21	26	26	22	31	23	26	3	0
22	24	19	21	28	32	30	31	31	20	4	0
19	22	28	25	19	24	32	29	26	28	5	0
23	23	23	18	22	20	32	23	27	31	6	0
27	27	25	26	21	30	27	23	28	26	7	0
24	28	20	20	25	26	27	17	28	20	8	0
18	29	28	19	23	30	29	31	19	21	9	0
21	23	18	26	24	30	23	30	27	33	10	0
20	23	24	32	21	29	27	24	25	20	11	0
25	27	27	21	18	22	23	29	24	28	12	0
25	26	23	20	16	22	16	27	22	24	13	0
25	25	25	25	27	27	25	18	21	18	14	0
19	26	23	28	18	17	25	21	33	25	15	0
24	29	22	24	34	26	25	20	28	19	16	2
23	26	22	28	25	26	28	24	24	24	17	5
21	21	29	32	27	17	18	25	27	22	18	9
31	30	33	17	23	19	18	25	25	20	19	10
22	25	24	17	21	19	26	21	25	24	20	11
26	25	26	34	30	35	22	26	22	20	21	13
25	25	24	23	24	24	25	25	19	29	22	14
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>										23	17
<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>										24	18
<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm										25	25
<b>LECT. INICIAL:</b> 25										26	17
<b>LECT. FINAL:</b> 14										27	14
<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091										28	13
<b>CÁLCULO DE "D"</b>										29	8
<b>COLA IZQ.:</b> 0.67										30	7
<b>COLA DER.:</b> 0.20										31	6
<b>CENTRO:</b> 13.00										32	5
<b>D:</b> 13.87 und										33	3
<b>D:</b> 69.33 mm										34	2
<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>										35	1
<b>RB:</b> 1										36	0
<b>"D" CORREGIDO</b>										37	0
<b>D:</b> 75.64 mm										38	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										39	0
<b>IRI:</b> 4.16 m/km										40	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										41	0
<b>IRI:</b> 4.16 m/km										42	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										43	0
<b>IRI:</b> 4.16 m/km										44	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										45	0
<b>IRI:</b> 4.16 m/km										46	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										47	0
<b>IRI:</b> 4.16 m/km										48	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										49	0
<b>IRI:</b> 4.16 m/km										50	0

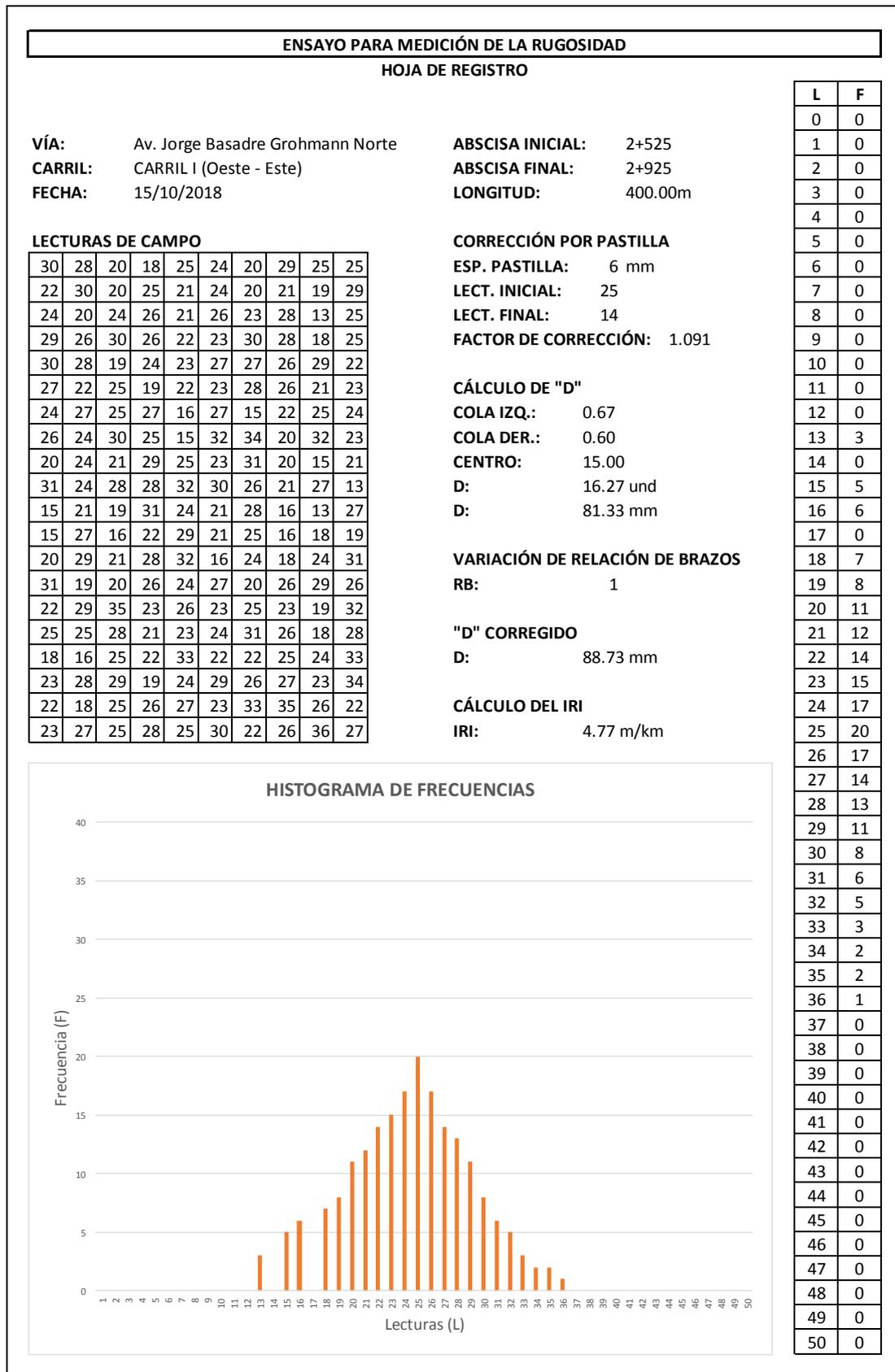
  

**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

L	F
0	0
1	0
2	0
3	0
4	0
5	0
6	0
7	0
8	0
9	0
10	0
11	0
12	0
13	0
14	0
15	0
16	2
17	5
18	9
19	10
20	11
21	13
22	14
23	17
24	18
25	25
26	17
27	14
28	13
29	8
30	7
31	6
32	5
33	3
34	2
35	1
36	0
37	0
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0

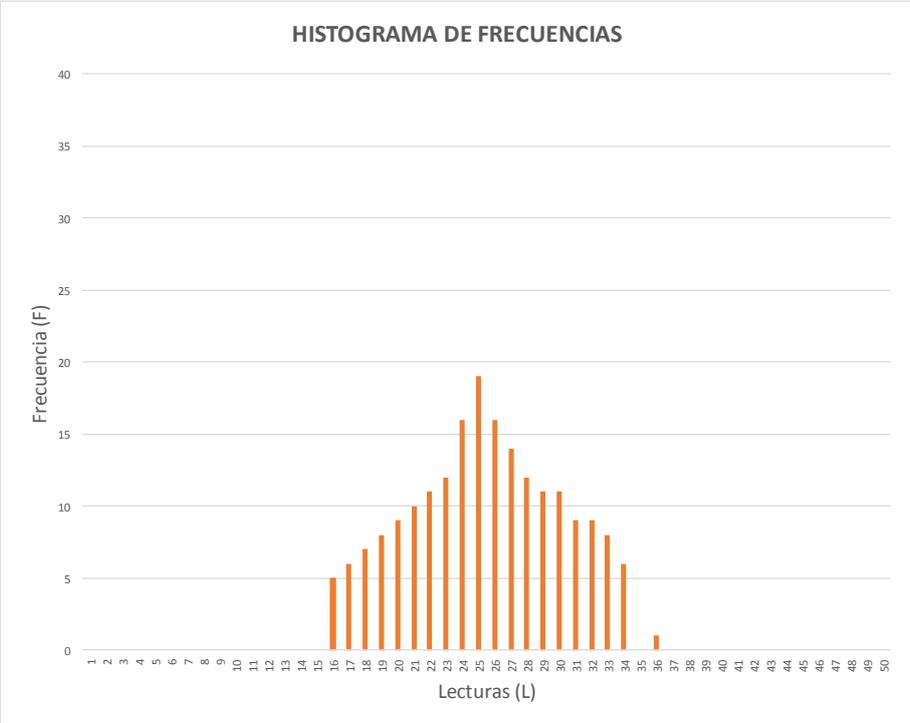
Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 81. Hoja de registro de Rugosidad – UM008, Carril I.



Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 82. Hoja de registro de Rugosidad – UM009, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD																																																												
HOJA DE REGISTRO																																																												
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+925																																																					
<b>CARRIL:</b>	CARRIL I (Oeste - Este)					<b>ABSCISA FINAL:</b>	3+325																																																					
<b>FECHA:</b>	15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>	400.00m																																																					
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>						<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>																																																						
29	29	25	20	19	29	26	30	25	30	<b>ESP. PASTILLA:</b>	6 mm																																																	
30	23	33	24	17	31	34	28	32	18	<b>LECT. INICIAL:</b>	25																																																	
20	23	31	24	16	23	29	34	29	28	<b>LECT. FINAL:</b>	14																																																	
24	30	17	26	25	27	19	26	20	17	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b>	1.091																																																	
21	19	28	27	23	25	26	18	18	24	<b>CÁLCULO DE "D"</b>																																																		
22	23	18	29	27	34	24	29	18	19	<b>COLA IZQ.:</b>	0.17																																																	
32	25	28	32	25	16	26	19	21	32	<b>COLA DER.:</b>	0.63																																																	
28	32	25	30	27	29	24	24	29	29	<b>CENTRO:</b>	15.00																																																	
30	31	27	26	23	23	20	30	32	27	<b>D:</b>	15.79 und																																																	
21	33	28	19	25	34	34	22	22	26	<b>D:</b>	78.96 mm																																																	
31	28	26	21	20	21	22	23	20	23	<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>																																																		
18	20	27	25	26	28	20	16	33	33	<b>RB:</b>	1																																																	
28	33	29	30	17	21	24	25	24	32	<b>"D" CORREGIDO</b>																																																		
27	25	24	33	36	26	28	34	24	24	<b>D:</b>	86.14 mm																																																	
31	26	30	19	24	22	22	25	24	19	<b>CÁLCULO DEL IRI</b>																																																		
30	26	23	26	26	27	22	24	22	24	<b>IRI:</b>	4.65 m/km																																																	
22	27	18	17	25	20	27	21	28	31	<b>HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS</b>																																																		
31	21	31	25	25	30	26	25	16	21																																																			
23	32	27	22	23	16	27	31	25	25	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50
28	26	33	17	22	33	21	27	32	25	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50					

Fuente. Elaboración propia.



Cuadro 84. Hoja de registro de Rugosidad – UM011, Carril I.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD												
HOJA DE REGISTRO												
<b>VÍA:</b>		Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>		3+725		<b>L</b>	<b>F</b>
<b>CARRIL:</b>		CARRIL I (Oeste - Este)					<b>ABSCISA FINAL:</b>		3+850		0	0
<b>FECHA:</b>		15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>		125.00m		1	0
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>												
19	28	21	20	18	21	18	21	27	18	2	0	
24	24	19	22	27	22	27	22	21	27	3	0	
19	30	26	25	18	17	18	17	23	18	4	0	
27	18	21	27	18	21	18	21	27	18	5	0	
21	27	22	21	27	22	27	22	21	27	6	0	
23	18	17	23	18	17	18	17	23	18	7	0	
22	19	32	22	19	32	19	32	22	19	8	0	
21	26	23	21	26	23	26	23	21	26	9	0	
20	23	31	20	23	31	23	31	20	23	10	0	
24	22	21	24	22	21	22	21	24	22	11	0	
26	22	16	26	22	16	22	16	26	22	12	0	
22	21	21	22	21	21	21	21	22	21	13	0	
24	21	24	24	21	24	21	24	24	21	14	1	
21	22	20	21	22	20	22	20	21	22	15	1	
20	26	15	20	26	15	26	15	20	26	16	1	
25	22	23	25	22	23	22	23	25	22	17	1	
23	25	14	23	25	14	25	14	23	25	18	3	
19	21	23	19	21	23	21	23	19	21	19	5	
23	20	25	23	20	25	20	25	23	20	20	6	
18	20	29	18	20	29	20	29	18	20	21	10	
<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>												
<b>ESP. PASTILLA:</b>		6 mm					<b>CÁLCULO DE "D"</b>				22	8
<b>LECT. INICIAL:</b>		25					<b>COLA IZQ.:</b>		0.85		23	7
<b>LECT. FINAL:</b>		14					<b>COLA DER.:</b>		0.85		24	5
<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b>		1.091					<b>CENTRO:</b>		11.00		25	4
							<b>D:</b>		12.70 und		26	4
							<b>D:</b>		63.50 mm		27	2
<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>												
<b>RB:</b>		1					<b>"D" CORREGIDO</b>				28	1
							<b>D:</b>		69.27 mm		29	1
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>												
<b>IRI:</b>		3.86 m/km									30	1
											31	1
											32	1
											33	0
											34	0
											35	0
											36	0
											37	0
											38	0
											39	0
											40	0
											41	0
											42	0
											43	0
											44	0
											45	0
											46	0
											47	0
											48	0
											49	0
											50	0

### HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS

Lecturas (L)	Frecuencia (F)
14	1
15	1
16	1
17	1
18	3
19	5
20	6
21	10
22	8
23	7
24	5
25	4
26	4
27	2
28	1
29	1
30	1
31	1
32	1

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 85. Resumen Carril I.

CARRIL	UNIDAD DE MUESTRA	IRI	CALIFICACIÓN	IRI (PROMEDIO)
I	1	4.23	REGULAR	4.15
	2	4.29	REGULAR	
	3	3.43	REGULAR	
	4	3.97	REGULAR	
	5	3.71	REGULAR	
	6	3.60	REGULAR	
	7	4.16	REGULAR	
	8	4.77	MALO	
	9	4.65	REGULAR	
	10	4.96	MALO	
	11	3.86	REGULAR	

Fuente. Elaboración propia.



Cuadro 87. Hoja de registro de Rugosidad – UM013, Carril II.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte				<b>ABSCISA INICIAL:</b>	0+400				<b>L</b>	<b>F</b>
<b>CARRIL:</b>	CARRIL II (Este - Oeste)				<b>ABSCISA FINAL:</b>	0+800				1	0
<b>FECHA:</b>	15/10/2018				<b>LONGITUD:</b>	400.00m				2	0
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>										3	0
21	30	24	27	25	28	23	34	25	21	4	0
23	28	26	20	23	24	25	26	29	23	5	0
25	22	27	21	25	18	27	24	22	25	6	0
24	29	19	26	21	26	28	23	26	21	7	0
27	22	24	26	35	14	23	25	25	24	8	0
24	26	26	22	27	19	21	25	16	25	9	0
25	25	25	26	26	29	26	23	24	23	10	0
22	16	23	19	33	21	24	18	26	27	11	0
30	15	25	22	21	18	26	27	25	25	12	0
22	32	24	25	29	28	25	19	30	30	13	2
15	25	21	22	24	22	30	15	24	27	14	2
20	14	33	20	23	28	24	23	26	26	15	3
22	19	22	31	23	25	26	25	21	20	16	3
18	13	26	23	21	22	24	26	25	27	17	0
19	21	28	25	27	24	22	26	20	28	18	4
20	24	22	31	29	32	23	22	24	21	19	6
20	21	23	27	24	23	33	26	23	20	20	9
32	25	27	26	25	29	24	20	28	24	21	16
27	27	25	31	32	22	23	22	31	26	22	18
21	21	34	22	26	25	23	28	13	16	23	19
<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>										24	20
<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm										25	27
<b>LECT. INICIAL:</b> 25										26	23
<b>LECT. FINAL:</b> 14										27	14
<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091										28	9
<b>CÁLCULO DE "D"</b>										29	6
<b>COLA IZQ.:</b> 1.00										30	5
<b>COLA DER.:</b> 1.00										31	4
<b>CENTRO:</b> 12.00										32	4
<b>D:</b> 14.00 und										33	3
<b>D:</b> 70.00 mm										34	2
<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>										35	1
<b>RB:</b> 1										36	0
<b>"D" CORREGIDO</b>										37	0
<b>D:</b> 76.36 mm										38	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										39	0
<b>IRI:</b> 4.19 m/km										40	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										41	0
<b>IRI:</b> 4.19 m/km										42	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										43	0
<b>IRI:</b> 4.19 m/km										44	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										45	0
<b>IRI:</b> 4.19 m/km										46	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										47	0
<b>IRI:</b> 4.19 m/km										48	0
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										49	0
<b>IRI:</b> 4.19 m/km										50	0

**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

Lectura (L)	Frecuencia (F)
13	2
14	2
15	3
16	3
18	4
19	6
20	9
21	16
22	18
23	19
24	20
25	27
26	23
27	14
28	9
29	6
30	5
31	4
32	4
33	3
34	2
35	1

26	23
27	14
28	9
29	6
30	5
31	4
32	4
33	3
34	2
35	1
36	0
37	0
38	0
39	0
40	0
41	0
42	0
43	0
44	0
45	0
46	0
47	0
48	0
49	0
50	0

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 88. Hoja de registro de Rugosidad – UM014, Carril II.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD																																																																																																																	
HOJA DE REGISTRO																																																																																																																	
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte				<b>ABSCISA INICIAL:</b>	0+800				<b>L</b>	<b>F</b>																																																																																																						
<b>CARRIL:</b>	CARRIL II (Este - Oeste)				<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+200				1	0																																																																																																						
<b>FECHA:</b>	15/10/2018				<b>LONGITUD:</b>	400.00m				2	0																																																																																																						
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>										3	0																																																																																																						
22	26	30	27	29	25	29	24	28	21	4	0																																																																																																						
26	24	27	27	25	26	26	26	31	29	5	0																																																																																																						
24	32	16	27	27	29	19	32	28	25	6	0																																																																																																						
21	28	25	28	28	30	29	22	28	27	7	0																																																																																																						
26	26	26	27	27	28	28	21	24	24	8	0																																																																																																						
30	23	24	20	25	29	26	26	25	26	9	0																																																																																																						
25	30	25	19	25	29	25	24	28	23	10	0																																																																																																						
28	18	24	26	24	31	25	22	24	27	11	0																																																																																																						
26	26	26	26	26	24	28	30	26	23	12	0																																																																																																						
29	20	22	27	18	26	26	27	23	22	13	0																																																																																																						
25	27	29	28	29	21	20	28	27	28	14	0																																																																																																						
29	25	27	29	24	28	31	26	27	31	15	1																																																																																																						
28	24	25	29	21	25	30	22	28	24	16	1																																																																																																						
22	21	31	27	32	29	33	29	30	30	17	0																																																																																																						
25	28	27	24	25	25	26	26	22	22	18	3																																																																																																						
33	30	31	31	26	29	27	23	23	26	19	3																																																																																																						
19	28	26	29	27	15	21	18	20	23	20	5																																																																																																						
20	24	27	26	25	25	25	27	30	28	21	7																																																																																																						
25	23	25	28	24	27	28	30	23	25	22	11																																																																																																						
22	32	23	30	24	27	23	22	23	25	23	12																																																																																																						
<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>										24	18																																																																																																						
<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm										25	25																																																																																																						
<b>LECT. INICIAL:</b> 25										26	27																																																																																																						
<b>LECT. FINAL:</b> 14										27	23																																																																																																						
<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091										28	22																																																																																																						
<b>CÁLCULO DE "D"</b>										29	17																																																																																																						
<b>COLA IZQ.:</b> 0.60										30	12																																																																																																						
<b>COLA DER.:</b> 0.43										31	7																																																																																																						
<b>CENTRO:</b> 10.00										32	4																																																																																																						
<b>D:</b> 11.03 und										33	2																																																																																																						
<b>D:</b> 55.14 mm										34	0																																																																																																						
<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>										35	0																																																																																																						
<b>RB:</b> 1										36	0																																																																																																						
<b>"D" CORREGIDO</b>										37	0																																																																																																						
<b>D:</b> 60.16 mm										38	0																																																																																																						
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										39	0																																																																																																						
<b>IRI:</b> 3.43 m/km										40	0																																																																																																						
<b>HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS</b>										41	0																																																																																																						
										42	0																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th>L</th> <th>F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>0</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>0</td></tr><tr><td>8</td><td>0</td></tr><tr><td>9</td><td>0</td></tr><tr><td>10</td><td>0</td></tr><tr><td>11</td><td>0</td></tr><tr><td>12</td><td>0</td></tr><tr><td>13</td><td>0</td></tr><tr><td>14</td><td>0</td></tr><tr><td>15</td><td>1</td></tr><tr><td>16</td><td>1</td></tr><tr><td>17</td><td>0</td></tr><tr><td>18</td><td>3</td></tr><tr><td>19</td><td>3</td></tr><tr><td>20</td><td>5</td></tr><tr><td>21</td><td>7</td></tr><tr><td>22</td><td>11</td></tr><tr><td>23</td><td>12</td></tr><tr><td>24</td><td>18</td></tr><tr><td>25</td><td>25</td></tr><tr><td>26</td><td>27</td></tr><tr><td>27</td><td>23</td></tr><tr><td>28</td><td>22</td></tr><tr><td>29</td><td>17</td></tr><tr><td>30</td><td>12</td></tr><tr><td>31</td><td>7</td></tr><tr><td>32</td><td>4</td></tr><tr><td>33</td><td>2</td></tr><tr><td>34</td><td>0</td></tr><tr><td>35</td><td>0</td></tr><tr><td>36</td><td>0</td></tr><tr><td>37</td><td>0</td></tr><tr><td>38</td><td>0</td></tr><tr><td>39</td><td>0</td></tr><tr><td>40</td><td>0</td></tr><tr><td>41</td><td>0</td></tr><tr><td>42</td><td>0</td></tr><tr><td>43</td><td>0</td></tr><tr><td>44</td><td>0</td></tr><tr><td>45</td><td>0</td></tr><tr><td>46</td><td>0</td></tr><tr><td>47</td><td>0</td></tr><tr><td>48</td><td>0</td></tr><tr><td>49</td><td>0</td></tr><tr><td>50</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>										L	F	1	0	2	0	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	0	9	0	10	0	11	0	12	0	13	0	14	0	15	1	16	1	17	0	18	3	19	3	20	5	21	7	22	11	23	12	24	18	25	25	26	27	27	23	28	22	29	17	30	12	31	7	32	4	33	2	34	0	35	0	36	0	37	0	38	0	39	0	40	0	41	0	42	0	43	0	44	0	45	0	46	0	47	0	48	0	49	0	50	0	43	0
L	F																																																																																																																
1	0																																																																																																																
2	0																																																																																																																
3	0																																																																																																																
4	0																																																																																																																
5	0																																																																																																																
6	0																																																																																																																
7	0																																																																																																																
8	0																																																																																																																
9	0																																																																																																																
10	0																																																																																																																
11	0																																																																																																																
12	0																																																																																																																
13	0																																																																																																																
14	0																																																																																																																
15	1																																																																																																																
16	1																																																																																																																
17	0																																																																																																																
18	3																																																																																																																
19	3																																																																																																																
20	5																																																																																																																
21	7																																																																																																																
22	11																																																																																																																
23	12																																																																																																																
24	18																																																																																																																
25	25																																																																																																																
26	27																																																																																																																
27	23																																																																																																																
28	22																																																																																																																
29	17																																																																																																																
30	12																																																																																																																
31	7																																																																																																																
32	4																																																																																																																
33	2																																																																																																																
34	0																																																																																																																
35	0																																																																																																																
36	0																																																																																																																
37	0																																																																																																																
38	0																																																																																																																
39	0																																																																																																																
40	0																																																																																																																
41	0																																																																																																																
42	0																																																																																																																
43	0																																																																																																																
44	0																																																																																																																
45	0																																																																																																																
46	0																																																																																																																
47	0																																																																																																																
48	0																																																																																																																
49	0																																																																																																																
50	0																																																																																																																
										44	0																																																																																																						
										45	0																																																																																																						
										46	0																																																																																																						
										47	0																																																																																																						
										48	0																																																																																																						
										49	0																																																																																																						
										50	0																																																																																																						

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 89. Hoja de registro de Rugosidad – UM015, Carril II.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+200				
<b>CARRIL:</b>	CARRIL II (Este - Oeste)					<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+600				
<b>FECHA:</b>	15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>	400.00m				
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>											
29	28	21	27	17	26	19	28	20	22		
23	25	24	26	25	23	26	18	17	29		
28	25	17	25	23	19	25	22	31	27		
18	20	30	27	22	25	25	22	26	25		
22	29	20	29	27	23	24	24	21	18		
22	25	25	25	26	22	24	19	25	31		
24	19	24	24	31	27	23	18	32	24		
19	21	24	24	24	26	26	25	17	20		
18	25	23	23	27	26	22	23	25	26		
22	21	26	26	22	21	27	22	24	23		
19	20	22	22	29	25	20	27	22	26		
24	26	27	16	27	32	30	26	29	26		
26	23	25	33	25	18	20	25	27	21		
20	26	21	26	20	25	31	24	25	24		
27	26	23	15	23	19	24	24	18	21		
24	21	24	28	23	20	25	23	23	25		
25	25	25	17	24	24	25	26	23	23		
21	32	25	23	30	23	28	22	23	22		
28	18	28	22	22	21	19	27	24	27		
21	25	19	20	24	22	17	17	30	26		
						<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>					
						ESP. PASTILLA: 6 mm					
						LECT. INICIAL: 25					
						LECT. FINAL: 14					
						FACTOR DE CORRECCIÓN: 1.091					
						<b>CÁLCULO DE "D"</b>					
						COLA IZQ.: 0.88					
						COLA DER.: 0.50					
						CENTRO: 11.00					
						D: 12.38 und					
						D: 61.88 mm					
						<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>					
						RB: 1					
						<b>"D" CORREGIDO</b>					
						D: 67.50 mm					
						<b>CÁLCULO DEL IRI</b>					
						IRI: 3.77 m/km					
<b>HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS</b>											
										<b>L</b>	<b>F</b>
										1	0
										2	0
										3	0
										4	0
										5	0
										6	0
										7	0
										8	0
										9	0
										10	0
										11	0
										12	0
										13	0
										14	0
										15	1
										16	1
										17	7
										18	8
										19	9
										20	11
										21	12
										22	19
										23	20
										24	23
										25	29
										26	21
										27	14
										28	7
										29	6
										30	4
										31	4
										32	3
										33	1
										34	0
										35	0
										36	0
										37	0
										38	0
										39	0
										40	0
										41	0
										42	0
										43	0
										44	0
										45	0
										46	0
										47	0
										48	0
										49	0
										50	0

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 90. Hoja de registro de Rugosidad – UM016, Carril II.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD																																																																																																																	
HOJA DE REGISTRO																																																																																																																	
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte				<b>ABSCISA INICIAL:</b>	1+600				<b>L</b>	<b>F</b>																																																																																																						
<b>CARRIL:</b>	CARRIL II (Este - Oeste)				<b>ABSCISA FINAL:</b>	1+745				1	0																																																																																																						
<b>FECHA:</b>	15/10/2018				<b>LONGITUD:</b>	145.00m				2	0																																																																																																						
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>										3	0																																																																																																						
23	25	29	20	29	26	27	26	26	27	4	0																																																																																																						
30	24	24	26	24	29	28	29	24	25	5	0																																																																																																						
27	24	26	24	26	23	26	27	21	25	6	0																																																																																																						
23	26	24	25	26	24	29	28	23	29	7	0																																																																																																						
23	26	26	27	24	25	27	21	31	8	8	1																																																																																																						
24	29	24	25	26	27	28	23	31	24	9	0																																																																																																						
25	27	21	25	24	25	21	23	20	32	10	0																																																																																																						
22	28	23	29	21	25	23	21	24	24	11	0																																																																																																						
28	21	31	8	23	29	23	24	23	20	12	0																																																																																																						
24	23	31	24	21	31	21	24	21	24	13	1																																																																																																						
21	23	20	32	23	31	24	28	21	31	14	0																																																																																																						
27	21	24	24	23	20	25	25	23	31	15	0																																																																																																						
23	24	28	24	21	24	23	29	23	20	16	1																																																																																																						
22	25	25	26	27	24	31	8	21	24	17	0																																																																																																						
30	23	30	24	25	28	31	24	24	28	18	0																																																																																																						
27	20	22	21	25	25	26	27	25	25	19	0																																																																																																						
13	34	25	23	29	30	29	28	24	25	20	3																																																																																																						
26	28	24	31	8	22	31	24	32	30	21	4																																																																																																						
22	24	24	25	23	25	25	25	8	22	22	5																																																																																																						
29	25	22	24	31	24	29	30	23	25	23	8																																																																																																						
<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>										24	15																																																																																																						
<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm										25	9																																																																																																						
<b>LECT. INICIAL:</b> 25										26	6																																																																																																						
<b>LECT. FINAL:</b> 14										27	5																																																																																																						
<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091										28	4																																																																																																						
<b>CÁLCULO DE "D"</b>										29	4																																																																																																						
<b>COLA IZQ.:</b> 0.78										30	3																																																																																																						
<b>COLA DER.:</b> 0.18										31	2																																																																																																						
<b>CENTRO:</b> 10.00										32	1																																																																																																						
<b>D:</b> 10.96 und										33	0																																																																																																						
<b>D:</b> 54.79 mm										34	1																																																																																																						
<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>										35	0																																																																																																						
<b>RB:</b> 1										36	0																																																																																																						
<b>"D" CORREGIDO</b>										37	0																																																																																																						
<b>D:</b> 59.77 mm										38	0																																																																																																						
<b>CÁLCULO DEL IRI</b>										39	0																																																																																																						
<b>IRI:</b> 3.41 m/km										40	0																																																																																																						
<b>HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS</b>										41	0																																																																																																						
										42	0																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <caption>Data for Histograma de Frecuencias</caption> <thead> <tr> <th>Lectura (L)</th> <th>Frecuencia (F)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>1</td><td>0</td></tr><tr><td>2</td><td>0</td></tr><tr><td>3</td><td>0</td></tr><tr><td>4</td><td>0</td></tr><tr><td>5</td><td>0</td></tr><tr><td>6</td><td>0</td></tr><tr><td>7</td><td>0</td></tr><tr><td>8</td><td>1</td></tr><tr><td>9</td><td>0</td></tr><tr><td>10</td><td>0</td></tr><tr><td>11</td><td>0</td></tr><tr><td>12</td><td>0</td></tr><tr><td>13</td><td>1</td></tr><tr><td>14</td><td>0</td></tr><tr><td>15</td><td>0</td></tr><tr><td>16</td><td>1</td></tr><tr><td>17</td><td>0</td></tr><tr><td>18</td><td>0</td></tr><tr><td>19</td><td>0</td></tr><tr><td>20</td><td>3</td></tr><tr><td>21</td><td>4</td></tr><tr><td>22</td><td>5</td></tr><tr><td>23</td><td>8</td></tr><tr><td>24</td><td>15</td></tr><tr><td>25</td><td>9</td></tr><tr><td>26</td><td>6</td></tr><tr><td>27</td><td>5</td></tr><tr><td>28</td><td>4</td></tr><tr><td>29</td><td>3</td></tr><tr><td>30</td><td>2</td></tr><tr><td>31</td><td>1</td></tr><tr><td>32</td><td>1</td></tr><tr><td>33</td><td>0</td></tr><tr><td>34</td><td>1</td></tr><tr><td>35</td><td>0</td></tr><tr><td>36</td><td>0</td></tr><tr><td>37</td><td>0</td></tr><tr><td>38</td><td>0</td></tr><tr><td>39</td><td>0</td></tr><tr><td>40</td><td>0</td></tr><tr><td>41</td><td>0</td></tr><tr><td>42</td><td>0</td></tr><tr><td>43</td><td>0</td></tr><tr><td>44</td><td>0</td></tr><tr><td>45</td><td>0</td></tr><tr><td>46</td><td>0</td></tr><tr><td>47</td><td>0</td></tr><tr><td>48</td><td>0</td></tr><tr><td>49</td><td>0</td></tr><tr><td>50</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>										Lectura (L)	Frecuencia (F)	1	0	2	0	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	1	9	0	10	0	11	0	12	0	13	1	14	0	15	0	16	1	17	0	18	0	19	0	20	3	21	4	22	5	23	8	24	15	25	9	26	6	27	5	28	4	29	3	30	2	31	1	32	1	33	0	34	1	35	0	36	0	37	0	38	0	39	0	40	0	41	0	42	0	43	0	44	0	45	0	46	0	47	0	48	0	49	0	50	0	43	0
Lectura (L)	Frecuencia (F)																																																																																																																
1	0																																																																																																																
2	0																																																																																																																
3	0																																																																																																																
4	0																																																																																																																
5	0																																																																																																																
6	0																																																																																																																
7	0																																																																																																																
8	1																																																																																																																
9	0																																																																																																																
10	0																																																																																																																
11	0																																																																																																																
12	0																																																																																																																
13	1																																																																																																																
14	0																																																																																																																
15	0																																																																																																																
16	1																																																																																																																
17	0																																																																																																																
18	0																																																																																																																
19	0																																																																																																																
20	3																																																																																																																
21	4																																																																																																																
22	5																																																																																																																
23	8																																																																																																																
24	15																																																																																																																
25	9																																																																																																																
26	6																																																																																																																
27	5																																																																																																																
28	4																																																																																																																
29	3																																																																																																																
30	2																																																																																																																
31	1																																																																																																																
32	1																																																																																																																
33	0																																																																																																																
34	1																																																																																																																
35	0																																																																																																																
36	0																																																																																																																
37	0																																																																																																																
38	0																																																																																																																
39	0																																																																																																																
40	0																																																																																																																
41	0																																																																																																																
42	0																																																																																																																
43	0																																																																																																																
44	0																																																																																																																
45	0																																																																																																																
46	0																																																																																																																
47	0																																																																																																																
48	0																																																																																																																
49	0																																																																																																																
50	0																																																																																																																
										44	0																																																																																																						
										45	0																																																																																																						
										46	0																																																																																																						
										47	0																																																																																																						
										48	0																																																																																																						
										49	0																																																																																																						
										50	0																																																																																																						

Fuente. Elaboración propia.



Cuadro 92. Hoja de registro de Rugosidad – UM018, Carril II.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD																																																																																																																			
HOJA DE REGISTRO																																																																																																																			
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+145																																																																																																												
<b>CARRIL:</b>	CARRIL II (Este - Oeste)					<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+495																																																																																																												
<b>FECHA:</b>	15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>	350.00m																																																																																																												
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>						<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>																																																																																																													
28	23	22	21	26	26	22	31	23	31	<b>ESP. PASTILLA:</b>	6 mm																																																																																																								
22	24	19	21	28	20	20	31	31	29	<b>LECT. INICIAL:</b>	25																																																																																																								
19	22	28	25	19	24	32	29	26	23	<b>LECT. FINAL:</b>	14																																																																																																								
23	23	23	18	22	20	32	23	27	26	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b>	1.091																																																																																																								
27	27	25	26	28	30	27	23	28	23	<b>CÁLCULO DE "D"</b>																																																																																																									
24	28	20	20	24	26	27	17	28	27	<b>COLA IZQ.:</b>	0.78																																																																																																								
18	29	28	19	23	30	29	31	19	17	<b>COLA DER.:</b>	0.06																																																																																																								
21	23	18	26	20	30	23	20	27	23	<b>CENTRO:</b>	13.00																																																																																																								
20	23	24	32	21	29	27	24	25	17	<b>D:</b>	13.84 und																																																																																																								
25	27	27	21	18	22	23	29	24	31	<b>D:</b>	69.22 mm																																																																																																								
25	26	23	20	16	22	16	27	22	20	<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>																																																																																																									
25	25	21	25	27	27	25	18	21	32	<b>RB:</b>	1																																																																																																								
19	26	23	28	18	17	25	21	33	21	<b>"D" CORREGIDO</b>																																																																																																									
24	29	22	24	34	26	25	20	28	20	<b>D:</b>	75.51 mm																																																																																																								
23	26	22	30	21	26	28	24	28	25	<b>CÁLCULO DEL IRI</b>																																																																																																									
27	25	29	32	22	17	18	24	23	28	<b>IRI:</b>	4.15 m/km																																																																																																								
31	30	33	17	19	19	18	25	25	20	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">L</th> <th style="width: 5%;">F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>11</td><td>0</td></tr> <tr><td>12</td><td>0</td></tr> <tr><td>13</td><td>0</td></tr> <tr><td>14</td><td>0</td></tr> <tr><td>15</td><td>0</td></tr> <tr><td>16</td><td>2</td></tr> <tr><td>17</td><td>5</td></tr> <tr><td>18</td><td>8</td></tr> <tr><td>19</td><td>9</td></tr> <tr><td>20</td><td>10</td></tr> <tr><td>21</td><td>11</td></tr> <tr><td>22</td><td>13</td></tr> <tr><td>23</td><td>16</td></tr> <tr><td>24</td><td>19</td></tr> <tr><td>25</td><td>16</td></tr> <tr><td>26</td><td>15</td></tr> <tr><td>27</td><td>13</td></tr> <tr><td>28</td><td>11</td></tr> <tr><td>29</td><td>7</td></tr> <tr><td>30</td><td>6</td></tr> <tr><td>31</td><td>5</td></tr> <tr><td>32</td><td>4</td></tr> <tr><td>33</td><td>2</td></tr> <tr><td>34</td><td>2</td></tr> <tr><td>35</td><td>1</td></tr> <tr><td>36</td><td>0</td></tr> <tr><td>37</td><td>0</td></tr> <tr><td>38</td><td>0</td></tr> <tr><td>39</td><td>0</td></tr> <tr><td>40</td><td>0</td></tr> <tr><td>41</td><td>0</td></tr> <tr><td>42</td><td>0</td></tr> <tr><td>43</td><td>0</td></tr> <tr><td>44</td><td>0</td></tr> <tr><td>45</td><td>0</td></tr> <tr><td>46</td><td>0</td></tr> <tr><td>47</td><td>0</td></tr> <tr><td>48</td><td>0</td></tr> <tr><td>49</td><td>0</td></tr> <tr><td>50</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>		L	F	0	0	1	0	2	0	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	0	9	0	10	0	11	0	12	0	13	0	14	0	15	0	16	2	17	5	18	8	19	9	20	10	21	11	22	13	23	16	24	19	25	16	26	15	27	13	28	11	29	7	30	6	31	5	32	4	33	2	34	2	35	1	36	0	37	0	38	0	39	0	40	0	41	0	42	0	43	0	44	0	45	0	46	0	47	0	48	0	49	0	50	0
L	F																																																																																																																		
0	0																																																																																																																		
1	0																																																																																																																		
2	0																																																																																																																		
3	0																																																																																																																		
4	0																																																																																																																		
5	0																																																																																																																		
6	0																																																																																																																		
7	0																																																																																																																		
8	0																																																																																																																		
9	0																																																																																																																		
10	0																																																																																																																		
11	0																																																																																																																		
12	0																																																																																																																		
13	0																																																																																																																		
14	0																																																																																																																		
15	0																																																																																																																		
16	2																																																																																																																		
17	5																																																																																																																		
18	8																																																																																																																		
19	9																																																																																																																		
20	10																																																																																																																		
21	11																																																																																																																		
22	13																																																																																																																		
23	16																																																																																																																		
24	19																																																																																																																		
25	16																																																																																																																		
26	15																																																																																																																		
27	13																																																																																																																		
28	11																																																																																																																		
29	7																																																																																																																		
30	6																																																																																																																		
31	5																																																																																																																		
32	4																																																																																																																		
33	2																																																																																																																		
34	2																																																																																																																		
35	1																																																																																																																		
36	0																																																																																																																		
37	0																																																																																																																		
38	0																																																																																																																		
39	0																																																																																																																		
40	0																																																																																																																		
41	0																																																																																																																		
42	0																																																																																																																		
43	0																																																																																																																		
44	0																																																																																																																		
45	0																																																																																																																		
46	0																																																																																																																		
47	0																																																																																																																		
48	0																																																																																																																		
49	0																																																																																																																		
50	0																																																																																																																		
22	24	24	17	21	19	26	21	21	19																																																																																																										
26	25	26	34	30	35	22	26	18	26																																																																																																										
25	24	24	23	24	24	25	24	16	32																																																																																																										

**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 93. Hoja de registro de Rugosidad – UM019, Carril II.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD											
HOJA DE REGISTRO											
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte				<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+495				<b>L</b>	<b>F</b>
<b>CARRIL:</b>	CARRIL II (Este - Oeste)				<b>ABSCISA FINAL:</b>	2+895				0	0
<b>FECHA:</b>	15/10/2018				<b>LONGITUD:</b>	400.00m				1	0
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>										2	0
22	28	20	18	25	24	20	25	25	25	3	0
22	30	20	25	21	24	20	21	19	29	4	0
24	20	24	26	21	26	23	28	13	25	5	0
29	26	30	26	22	23	30	28	27	25	6	0
13	28	19	24	23	27	27	26	29	22	7	0
27	22	26	19	22	23	28	26	21	23	8	0
24	27	25	27	16	27	15	22	25	24	9	0
26	24	30	25	15	32	34	20	32	23	10	0
20	24	21	29	25	23	31	20	15	21	11	0
31	24	28	28	32	30	26	21	27	30	12	0
15	21	19	31	24	21	28	16	13	27	13	3
15	27	16	22	29	21	25	16	18	19	14	0
20	29	21	28	32	16	24	18	24	31	15	5
31	19	20	26	24	27	20	26	29	26	16	6
22	29	35	23	26	23	25	23	19	32	17	0
25	25	28	21	23	24	31	26	18	28	18	7
18	16	25	22	33	22	22	25	24	33	19	8
23	28	29	19	24	29	26	27	23	34	20	11
22	18	29	26	27	23	33	35	26	30	21	12
23	18	26	28	25	30	22	26	36	27	22	14
										23	15
										24	17
										25	18
										26	19
										27	14
										28	13
										29	11
										30	8
										31	6
										32	5
										33	3
										34	2
										35	2
										36	1
										37	0
										38	0
										39	0
										40	0
										41	0
										42	0
										43	0
										44	0
										45	0
										46	0
										47	0
										48	0
										49	0
										50	0

<b>LECTURAS DE CAMPO</b>	<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>
	<b>ESP. PASTILLA:</b> 6 mm
	<b>LECT. INICIAL:</b> 25
	<b>LECT. FINAL:</b> 14
	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b> 1.091
	<b>CÁLCULO DE "D"</b>
	<b>COLA IZQ.:</b> 0.67
	<b>COLA DER.:</b> 0.60
	<b>CENTRO:</b> 15.00
	<b>D:</b> 16.27 und
	<b>D:</b> 81.33 mm
	<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>
	<b>RB:</b> 1
	<b>"D" CORREGIDO</b>
	<b>D:</b> 88.73 mm
	<b>CÁLCULO DEL IRI</b>
	<b>IRI:</b> 4.77 m/km

**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 94. Hoja de registro de Rugosidad – UM020, Carril II.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD																																																																																																																				
HOJA DE REGISTRO																																																																																																																				
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>	2+895																																																																																																													
<b>CARRIL:</b>	CARRIL II (Este - Oeste)					<b>ABSCISA FINAL:</b>	3+195																																																																																																													
<b>FECHA:</b>	15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>	300.00m																																																																																																													
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>						<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>																																																																																																														
29	29	25	20	19	29	30	30	29	27	<b>ESP. PASTILLA:</b>	6 mm																																																																																																									
22	23	33	24	17	31	34	32	31	29	<b>LECT. INICIAL:</b>	25																																																																																																									
20	23	31	24	16	23	29	29	23	23	<b>LECT. FINAL:</b>	14																																																																																																									
24	30	17	26	25	27	19	20	27	30	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b>	1.091																																																																																																									
21	19	28	27	23	25	26	18	18	19	<b>CÁLCULO DE "D"</b>																																																																																																										
22	23	18	29	27	25	24	28	25	23	<b>COLA IZQ.:</b>	0.70																																																																																																									
32	25	28	32	25	18	26	21	23	18	<b>COLA DER.:</b>	0.30																																																																																																									
28	24	25	26	27	29	24	29	25	28	<b>CENTRO:</b>	14.00																																																																																																									
30	31	27	26	23	32	31	24	24	25	<b>D:</b>	15.00 und																																																																																																									
21	33	28	26	25	34	34	22	25	27	<b>D:</b>	75.00 mm																																																																																																									
31	28	26	21	20	21	22	25	27	25	<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>																																																																																																										
27	32	28	25	26	28	20	27	23	27	<b>RB:</b>	1																																																																																																									
28	29	17	30	23	21	24	23	26	23	<b>"D" CORREGIDO</b>																																																																																																										
27	20	24	33	36	26	28	17	26	25	<b>D:</b>	81.82 mm																																																																																																									
20	24	19	19	24	22	22	28	21	20	<b>CÁLCULO DEL IRI</b>																																																																																																										
30	18	25	26	26	27	22	22	25	26	<b>IRI:</b>	4.45 m/km																																																																																																									
20	21	18	23	25	20	27	29	30	23	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">L</th> <th style="width: 5%;">F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>11</td><td>0</td></tr> <tr><td>12</td><td>0</td></tr> <tr><td>13</td><td>0</td></tr> <tr><td>14</td><td>0</td></tr> <tr><td>15</td><td>0</td></tr> <tr><td>16</td><td>2</td></tr> <tr><td>17</td><td>4</td></tr> <tr><td>18</td><td>5</td></tr> <tr><td>19</td><td>6</td></tr> <tr><td>20</td><td>9</td></tr> <tr><td>21</td><td>9</td></tr> <tr><td>22</td><td>9</td></tr> <tr><td>23</td><td>10</td></tr> <tr><td>24</td><td>11</td></tr> <tr><td>25</td><td>13</td></tr> <tr><td>26</td><td>12</td></tr> <tr><td>27</td><td>11</td></tr> <tr><td>28</td><td>11</td></tr> <tr><td>29</td><td>9</td></tr> <tr><td>30</td><td>7</td></tr> <tr><td>31</td><td>7</td></tr> <tr><td>32</td><td>6</td></tr> <tr><td>33</td><td>5</td></tr> <tr><td>34</td><td>3</td></tr> <tr><td>35</td><td>0</td></tr> <tr><td>36</td><td>1</td></tr> <tr><td>37</td><td>0</td></tr> <tr><td>38</td><td>0</td></tr> <tr><td>39</td><td>0</td></tr> <tr><td>40</td><td>0</td></tr> <tr><td>41</td><td>0</td></tr> <tr><td>42</td><td>0</td></tr> <tr><td>43</td><td>0</td></tr> <tr><td>44</td><td>0</td></tr> <tr><td>45</td><td>0</td></tr> <tr><td>46</td><td>0</td></tr> <tr><td>47</td><td>0</td></tr> <tr><td>48</td><td>0</td></tr> <tr><td>49</td><td>0</td></tr> <tr><td>50</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>			L	F	0	0	1	0	2	0	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	0	9	0	10	0	11	0	12	0	13	0	14	0	15	0	16	2	17	4	18	5	19	6	20	9	21	9	22	9	23	10	24	11	25	13	26	12	27	11	28	11	29	9	30	7	31	7	32	6	33	5	34	3	35	0	36	1	37	0	38	0	39	0	40	0	41	0	42	0	43	0	44	0	45	0	46	0	47	0	48	0	49	0	50	0
L	F																																																																																																																			
0	0																																																																																																																			
1	0																																																																																																																			
2	0																																																																																																																			
3	0																																																																																																																			
4	0																																																																																																																			
5	0																																																																																																																			
6	0																																																																																																																			
7	0																																																																																																																			
8	0																																																																																																																			
9	0																																																																																																																			
10	0																																																																																																																			
11	0																																																																																																																			
12	0																																																																																																																			
13	0																																																																																																																			
14	0																																																																																																																			
15	0																																																																																																																			
16	2																																																																																																																			
17	4																																																																																																																			
18	5																																																																																																																			
19	6																																																																																																																			
20	9																																																																																																																			
21	9																																																																																																																			
22	9																																																																																																																			
23	10																																																																																																																			
24	11																																																																																																																			
25	13																																																																																																																			
26	12																																																																																																																			
27	11																																																																																																																			
28	11																																																																																																																			
29	9																																																																																																																			
30	7																																																																																																																			
31	7																																																																																																																			
32	6																																																																																																																			
33	5																																																																																																																			
34	3																																																																																																																			
35	0																																																																																																																			
36	1																																																																																																																			
37	0																																																																																																																			
38	0																																																																																																																			
39	0																																																																																																																			
40	0																																																																																																																			
41	0																																																																																																																			
42	0																																																																																																																			
43	0																																																																																																																			
44	0																																																																																																																			
45	0																																																																																																																			
46	0																																																																																																																			
47	0																																																																																																																			
48	0																																																																																																																			
49	0																																																																																																																			
50	0																																																																																																																			
31	21	31	25	25	30	26	31	33	36																																																																																																											
23	32	27	22	23	16	27	23	19	24																																																																																																											
28	19	33	17	22	33	21	27	26	26																																																																																																											



Fuente. Elaboración propia.

Cuadro 95. Hoja de registro de Rugosidad – UM021, Carril II.

ENSAYO PARA MEDICIÓN DE LA RUGOSIDAD																																																																																																																					
HOJA DE REGISTRO																																																																																																																					
<b>VÍA:</b>	Av. Jorge Basadre Grohmann Norte					<b>ABSCISA INICIAL:</b>	3+195																																																																																																														
<b>CARRIL:</b>	CARRIL II (Este - Oeste)					<b>ABSCISA FINAL:</b>	3+595																																																																																																														
<b>FECHA:</b>	15/10/2018					<b>LONGITUD:</b>	400.00m																																																																																																														
<b>LECTURAS DE CAMPO</b>						<b>CORRECCIÓN POR PASTILLA</b>																																																																																																															
24	25	27	30	29	26	22	27	26	21	<b>ESP. PASTILLA:</b>	6 mm																																																																																																										
22	31	26	26	16	28	24	28	19	18	<b>LECT. INICIAL:</b>	25																																																																																																										
20	29	32	28	26	28	28	23	26	32	<b>LECT. FINAL:</b>	14																																																																																																										
20	24	24	23	30	29	13	17	17	32	<b>FACTOR DE CORRECCIÓN:</b>	1.091																																																																																																										
22	26	26	21	24	24	21	30	25	30	<b>CÁLCULO DE "D"</b>																																																																																																											
30	27	22	31	27	33	20	28	27	23	<b>COLA IZQ.:</b>	0.25																																																																																																										
24	28	26	21	13	25	19	31	24	25	<b>COLA DER.:</b>	0.75																																																																																																										
28	27	24	27	20	19	24	31	29	20	<b>CENTRO:</b>	16.00																																																																																																										
20	23	29	29	22	23	15	25	17	14	<b>D:</b>	17.00 und																																																																																																										
22	15	19	20	31	25	27	22	21	31	<b>D:</b>	85.00 mm																																																																																																										
24	22	15	25	21	17	21	18	25	30	<b>VARIACIÓN DE RELACIÓN DE BRAZOS</b>																																																																																																											
13	28	21	21	33	16	21	27	23	20	<b>RB:</b>	1																																																																																																										
34	14	18	28	27	22	23	25	24	23	<b>"D" CORREGIDO</b>																																																																																																											
25	22	24	16	28	24	19	12	34	19	<b>D:</b>	92.73 mm																																																																																																										
22	29	24	23	27	27	15	30	35	26	<b>CÁLCULO DEL IRI</b>																																																																																																											
34	14	24	29	25	29	31	22	36	20	<b>IRI:</b>	4.96 m/km																																																																																																										
32	23	33	22	23	17	16	23	26	23	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th style="width: 5%;">L</th> <th style="width: 5%;">F</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>0</td><td>0</td></tr> <tr><td>1</td><td>0</td></tr> <tr><td>2</td><td>0</td></tr> <tr><td>3</td><td>0</td></tr> <tr><td>4</td><td>0</td></tr> <tr><td>5</td><td>0</td></tr> <tr><td>6</td><td>0</td></tr> <tr><td>7</td><td>0</td></tr> <tr><td>8</td><td>0</td></tr> <tr><td>9</td><td>0</td></tr> <tr><td>10</td><td>0</td></tr> <tr><td>11</td><td>0</td></tr> <tr><td>12</td><td>1</td></tr> <tr><td>13</td><td>3</td></tr> <tr><td>14</td><td>3</td></tr> <tr><td>15</td><td>4</td></tr> <tr><td>16</td><td>5</td></tr> <tr><td>17</td><td>5</td></tr> <tr><td>18</td><td>6</td></tr> <tr><td>19</td><td>8</td></tr> <tr><td>20</td><td>11</td></tr> <tr><td>21</td><td>12</td></tr> <tr><td>22</td><td>14</td></tr> <tr><td>23</td><td>15</td></tr> <tr><td>24</td><td>18</td></tr> <tr><td>25</td><td>16</td></tr> <tr><td>26</td><td>14</td></tr> <tr><td>27</td><td>14</td></tr> <tr><td>28</td><td>12</td></tr> <tr><td>29</td><td>11</td></tr> <tr><td>30</td><td>8</td></tr> <tr><td>31</td><td>7</td></tr> <tr><td>32</td><td>4</td></tr> <tr><td>33</td><td>3</td></tr> <tr><td>34</td><td>3</td></tr> <tr><td>35</td><td>2</td></tr> <tr><td>36</td><td>1</td></tr> <tr><td>37</td><td>0</td></tr> <tr><td>38</td><td>0</td></tr> <tr><td>39</td><td>0</td></tr> <tr><td>40</td><td>0</td></tr> <tr><td>41</td><td>0</td></tr> <tr><td>42</td><td>0</td></tr> <tr><td>43</td><td>0</td></tr> <tr><td>44</td><td>0</td></tr> <tr><td>45</td><td>0</td></tr> <tr><td>46</td><td>0</td></tr> <tr><td>47</td><td>0</td></tr> <tr><td>48</td><td>0</td></tr> <tr><td>49</td><td>0</td></tr> <tr><td>50</td><td>0</td></tr> </tbody> </table>				L	F	0	0	1	0	2	0	3	0	4	0	5	0	6	0	7	0	8	0	9	0	10	0	11	0	12	1	13	3	14	3	15	4	16	5	17	5	18	6	19	8	20	11	21	12	22	14	23	15	24	18	25	16	26	14	27	14	28	12	29	11	30	8	31	7	32	4	33	3	34	3	35	2	36	1	37	0	38	0	39	0	40	0	41	0	42	0	43	0	44	0	45	0	46	0	47	0	48	0	49	0	50	0
L	F																																																																																																																				
0	0																																																																																																																				
1	0																																																																																																																				
2	0																																																																																																																				
3	0																																																																																																																				
4	0																																																																																																																				
5	0																																																																																																																				
6	0																																																																																																																				
7	0																																																																																																																				
8	0																																																																																																																				
9	0																																																																																																																				
10	0																																																																																																																				
11	0																																																																																																																				
12	1																																																																																																																				
13	3																																																																																																																				
14	3																																																																																																																				
15	4																																																																																																																				
16	5																																																																																																																				
17	5																																																																																																																				
18	6																																																																																																																				
19	8																																																																																																																				
20	11																																																																																																																				
21	12																																																																																																																				
22	14																																																																																																																				
23	15																																																																																																																				
24	18																																																																																																																				
25	16																																																																																																																				
26	14																																																																																																																				
27	14																																																																																																																				
28	12																																																																																																																				
29	11																																																																																																																				
30	8																																																																																																																				
31	7																																																																																																																				
32	4																																																																																																																				
33	3																																																																																																																				
34	3																																																																																																																				
35	2																																																																																																																				
36	1																																																																																																																				
37	0																																																																																																																				
38	0																																																																																																																				
39	0																																																																																																																				
40	0																																																																																																																				
41	0																																																																																																																				
42	0																																																																																																																				
43	0																																																																																																																				
44	0																																																																																																																				
45	0																																																																																																																				
46	0																																																																																																																				
47	0																																																																																																																				
48	0																																																																																																																				
49	0																																																																																																																				
50	0																																																																																																																				
29	20	26	35	23	20	25	21	25	23																																																																																																												
28	18	24	18	24	25	16	29	18	26																																																																																																												
19	27	22	26	27	19	25	30	21	25																																																																																																												

**HISTOGRAMA DE FRECUENCIAS**

Fuente. Elaboración propia.



Cuadro 97. Resumen Carril II.

CARRIL	UNIDAD DE MUESTRA	IRI	CALIFICACIÓN	IRI (PROMEDIO)
II	12	4.28	REGULAR	4.08
	13	4.19	REGULAR	
	14	3.43	REGULAR	
	15	3.77	REGULAR	
	16	3.41	REGULAR	
	17	3.64	REGULAR	
	18	4.15	REGULAR	
	19	4.77	MALO	
	20	4.45	REGULAR	
	21	4.96	MALO	
	22	3.79	REGULAR	

Fuente. Elaboración propia.

## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos de la evaluación superficial del pavimento para la obtención de la condición funcional por el método del PCI y el ensayo del rugosímetro de Merlín se analizarán por carril y tramos, según la distribución planteada inicialmente en el capítulo 3 “Marco metodológico”.

#### 5.1. Discusión de resultados Carril I

A continuación, se describirá en términos generales los datos obtenidos en los resúmenes de forma gráfica del carril I.

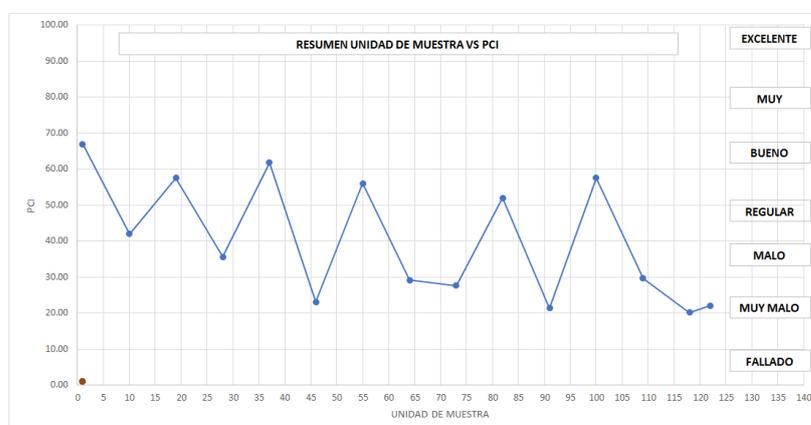


Figura 9 Representación visual lineal de los PCI obtenidos por cada muestra en el carril I.

Fuente. Elaboración propia.

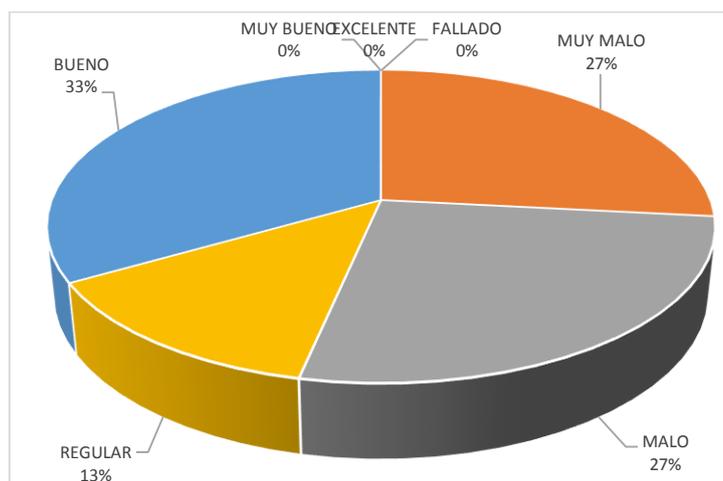


Figura 10. PCI en porcentaje del carril I.

Fuente. Elaboración propia.

Como se observa en la gráfica anterior el 0% de los datos obtenidos presenta un pavimento en estado excelente y muy bueno; así mismo un 0% de Fallado, un 33% en bueno, un 13% en regular, un 27% en malo y 27% muy malo.

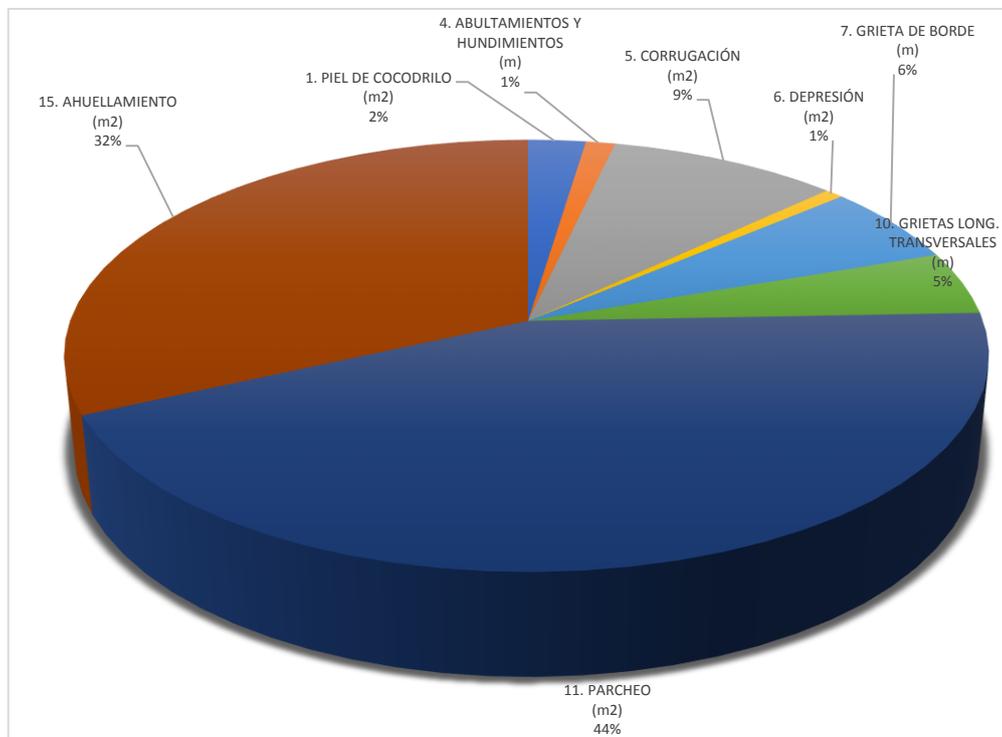


Figura 11. Tipos de fallas en porcentaje del Carril I sin incluir la falla por desprendimiento de agregados.

Fuente. Elaboración propia.

El tipo de falla que presenta mayor porcentaje (o densidad) es el desprendimiento de agregados, esta se presenta en mayor medida en todo el carril I solo con variaciones de severidad Media, Alta y muy Alta.

Por ende, en la gráfica no se indica este tipo de falla, por lo que se describirán las demás, para la falla por parcheo se presenta un 44%, ahuellamiento un 32%, piel de cocodrilo un 2%, depresión un 1%, grietas longitudinales y transversales 5%, corrugación en un 9%, grietas de borde un 2%, abultamientos y hundimientos un 1%, y con un 0% las fallas de restantes.

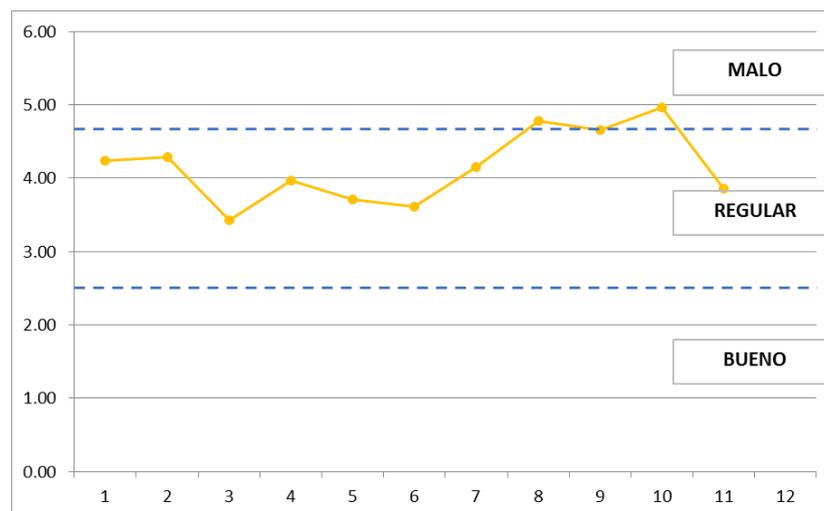
A continuación, se indica en la siguiente tabla la medida (m, m2 o und) encontrada por cada tipo de falla.

Cuadro 98. Cantidades totales por falla en el Carril I.

TIPO DE FALLA	CANTIDAD
1. PIEL DE COCODRILO (m2)	3.00
2. EXUDACIÓN (m2)	0.00
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	0.00
4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m)	5.00
5. CORRUGACIÓN (m2)	12.00
6. DEPRESIÓN (m2)	0.96
7. GRIETA DE BORDE (m)	25.00
8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (m)	0.00
9. DESNIVEL CARRIL / BERMA (m)	0.00
10. GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES (m)	20.00
11. PARCHEO (m2)	55.94
12. PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	0.00
13. HUECOS (und)	0.00
14. CRUCE DE VÍA FÉRREA (m2)	0.00
15. AHUELLAMIENTO (m2)	40.78
16. DESPLAZAMIENTO (m2)	0.00
17. GRIETA PARABÓLICA (m2)	0.00
18. HINCHAMIENTO (m2)	0.00
19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	2,120.20

*Fuente. Elaboración propia.*

Los resultados del IRI por el ensayo con el rugosímetro de Merlín coinciden en la parte final del tramo con lo obtenido del PCI con valores que llegan entre Regular y Malo, esta zona corresponde después de la Avenida Pinto, por la zona industrial, y donde existe un pequeño terminal de transportes, por lo que el tránsito común es de vehículos pesados.



*Figura 1. Representación lineal de los resultados IRI obtenidos en el Carril I.*

*Fuente. Elaboración propia.*

Como se observa en la tabla siguiente la clasificación PCI para la primera calzada de sentido Oeste – Este es de 40.19 correspondiendo a una calificación Regular y un IRI de 4.15 que corresponde a un promedio regular.

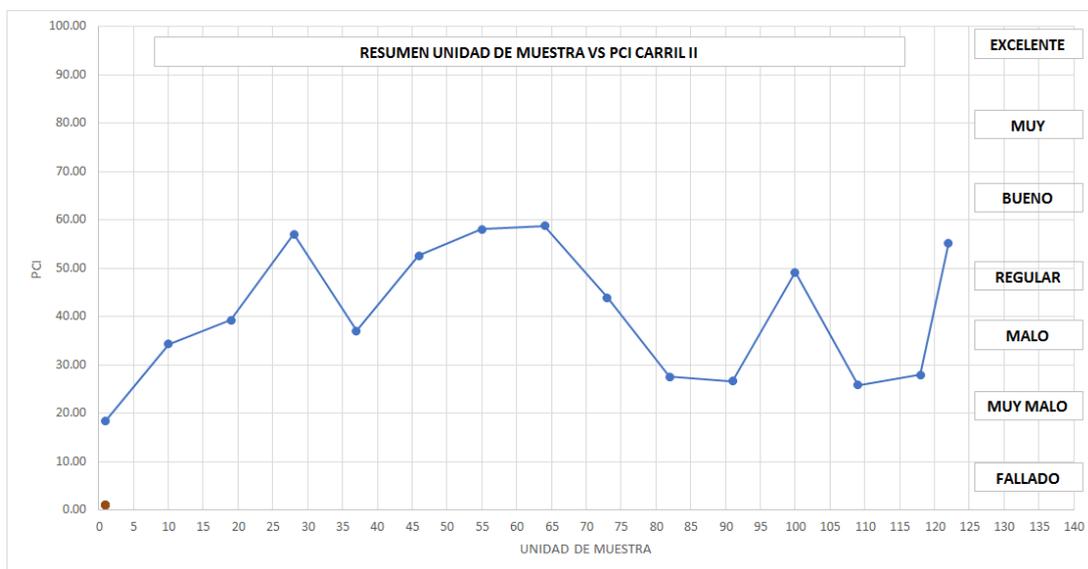
*Cuadro 99. Clasificación PCI e IRI del Carril I.*

CARRIL	CALIFICACIÓN	
	PCI	IRI
Carril I Oeste - Este	40.19	4.15
	Regular	Regular

*Fuente. Elaboración propia.*

## 5.2. Discusión de resultados Carril II

A continuación, se describirá en términos generales los datos obtenidos en los resúmenes de forma gráfica del carril II.



*Figura 12. Representación visual lineal de los PCI obtenidos por cada muestra en el carril II.*

*Fuente. Elaboración propia.*

Como se observa en la gráfica lineal la presente calzada presenta mayores valores negativos en comparación a su símil anterior, esto se ve reflejado al poco mantenimiento que ésta tiene actualmente.

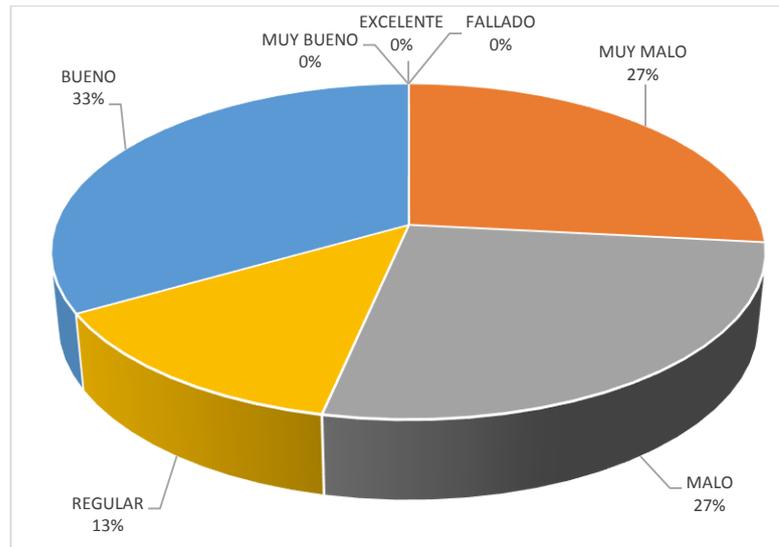


Figura 13. . PCI en porcentaje del carril II.

Fuente. Elaboración propia.

En general se presenta en este tramo los siguientes porcentajes según su clasificación, excelente un 0%, muy bueno un 0%, bueno un 33%, regular un 13%, malo un 27%, muy malo 27%, y fallado un 0%.

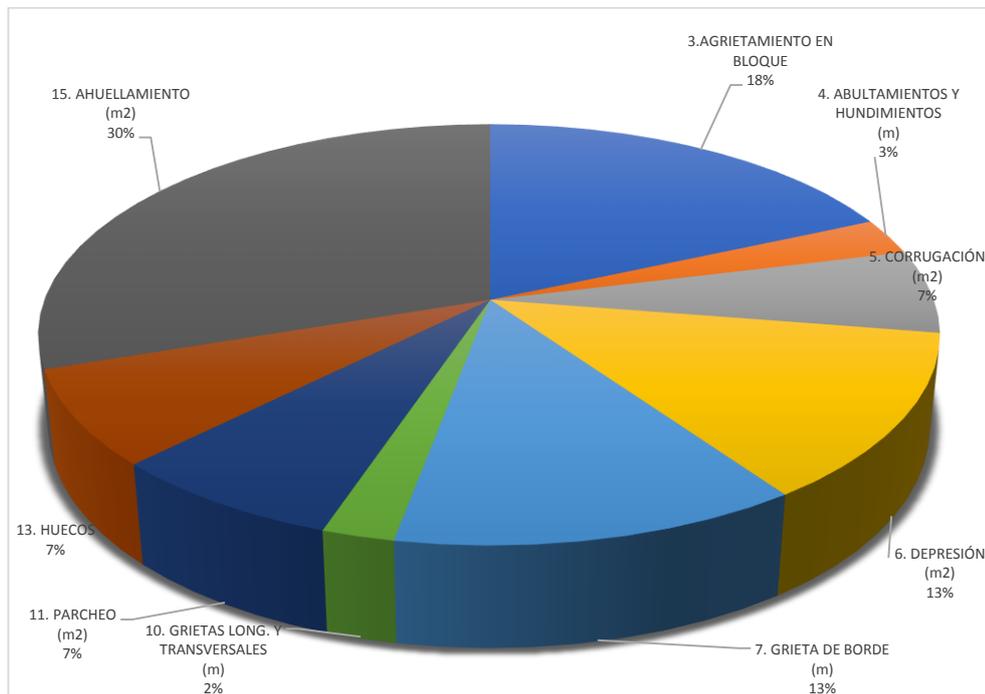


Figura 14. Tipos de fallas en porcentaje del Carril II sin incluir la falla por desprendimiento de agregados.

Fuente. Elaboración propia.

Por cada tipo de falla se tiene lo siguiente, sin contar con el porcentaje de desprendimiento de agregados, un 30% de ahuellamiento, un 7% de parcheo, un 18% de agrietamiento en bloque, un 7% de huecos, un 13% de depresión, un 4% de grietas longitudinales y transversales un 2% y corrugación 7%, de grietas de borde un 13%, abultamientos y hundimientos un 13% y 0 % de piel de cocodrilo, exudación, desnivel carril/berma, grieta de reflexión de junta, cruce de vía férrea, grietas parabólicas, desplazamientos e hinchamientos. A continuación se detallan las cantidades por cada tipo de falla presente.

*Cuadro 100. Cantidades totales por falla en el Carril II.*

<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>CANTIDAD</b>
1. PIEL DE COCODRILO (m2)	0.00
2. EXUDACIÓN (m2)	0.00
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	20.00
4. ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS (m)	10.00
5. CORRUGACIÓN (m2)	7.00
6. DEPRESIÓN (m2)	14.00
7. GRIETA DE BORDE (m)	45.00
8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (m)	0.00
9. DESNIVEL CARRIL / BERMA (m)	0.00
10. GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES (m)	8.00
11. PARCHEO (m2)	8.00
12. PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	0.00
13. HUECOS (und)	8.00
14. CRUCE DE VÍA FÉRREA (m2)	0.00
15. AHUELLAMIENTO (m2)	33.00
16. DESPLAZAMIENTO (m2)	0.00
17. GRIETA PARABÓLICA (m2)	0.00
18. HINCHAMIENTO (m2)	0.00
19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	2,303.00

*Fuente. Elaboración propia.*

Con respecto al IRI que se obtuvo del Merlín, este presenta un mayor índice de rugosidad con clasificación de malo, debido a la mayor transitabilidad de vehículos pesados y livianos, como microbuses. La zona afectada es la zona comercial de la intersección con la Avenida Patricio Meléndez.

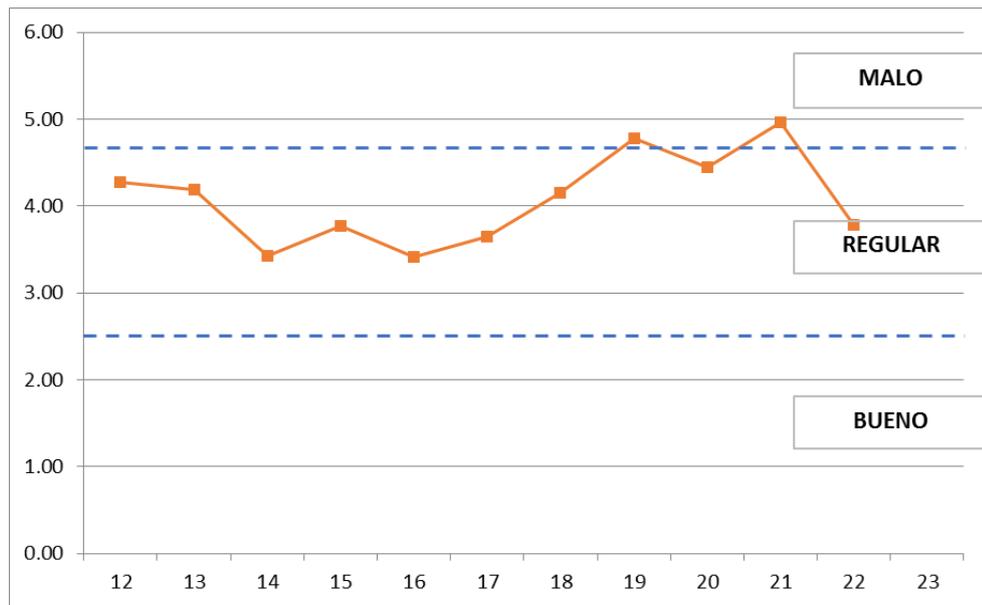


Figura 15. Representación lineal de los resultados IRI obtenidos en el Carril II.

Fuente. Elaboración propia.

Como se observa en la tabla siguiente la clasificación PCI para la segunda calzada de sentido Este – Oeste es de 40.78 correspondiendo a una calificación Regular y un IRI de 4.08 que corresponde a un promedio regular.

Cuadro 101. Clasificación PCI e IRI del Carril II.

CARRIL	CALIFICACIÓN	
	PCI	IRI
	40.78	4.08
Carril II	Regular	Regular

Fuente. Elaboración propia.

## CONCLUSIONES

- Se evaluó la condición funcional mediante el método del PCI, donde el Índice de Condición Presente (PCI) de la calzada Oeste – Este de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte Prog.0+000 – 3+890 km tuvo un promedio de 40.19, lo que indica un estado regular. Además al aplicar el método de merlín se determinó que su Índice de Rugosidad Internacional (IRI) fue de 4.15 que cabe rango de rugosidad regular.
- Se evaluó la condición funcional mediante el método del PCI, donde el Índice de Condición Presente (PCI) de la calzada Este – Oeste de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte Prog.0+000 – 3+890 km tuvo un promedio de 40.78, lo que indica un estado regular. Además al aplicar el método de merlín se determinó que su Índice de Rugosidad Internacional (IRI) fue de 4.08 que cabe rango de rugosidad regular.
- Se determinaron las fallas de la calzada Oeste – Este de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte en las unidades de muestra inspeccionadas que fueron desprendimiento de agregados con 2,120.20 m<sup>2</sup>, parcheo con 55.94 m<sup>2</sup>, grietas longitudinales y transversales 20.00 m<sup>2</sup>, grietas de borde 25.00 m, corrugación 12.00 m<sup>2</sup>, piel de cocodrilo con 3.00 m<sup>2</sup>, depresión 0.96 m<sup>2</sup> y abultamientos y hundimientos 5.00 m; el estado de severidad de las fallas varían entre medio y alto lo que demuestra el poco mantenimiento que tiene esta calzada,
- Se determinaron las fallas de la calzada Este – Oeste de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte en las unidades de muestra inspeccionadas que fueron desprendimiento de agregados con 2,303.00 m<sup>2</sup>, ahuellamiento 33.00 m<sup>2</sup>, agrietamiento en bloque 20.00 m<sup>2</sup>, depresión 14.00 m<sup>2</sup>, parcheo con 8.00 m<sup>2</sup>, grietas longitudinales y transversales 8.00 m<sup>2</sup>, corrugación 7.00 m<sup>2</sup>, grietas de borde 45.00 m, abultamientos y hundimientos 10.00 m y huecos 8 und; el estado de severidad de las fallas varían entre medio y alto lo que demuestra el poco mantenimiento que tiene esta calzada,

## RECOMENDACIONES

Se recomienda a las entidades e instituciones responsables del mantenimiento de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte, Provias y la Municipalidad Provincial de Tacna, realizar un mayor énfasis en el mantenimiento periódico con acciones como el recapeo asfáltico y también llevar un mejor control y supervisión ante y durante la elaboración y ejecución en una obra de pavimentación.

Se recomienda a la Municipalidad Provincial de Tacna realizar estudios de tráfico en la intersección de las avenidas Jorge Basadre Grohmann Norte y Avenida Tarata, además de realizar un mantenimiento de las señalizaciones de tránsito existentes, debido a su mal estado y la existencia de mucho desorden vehicular.

Se recomienda a las universidades realizar mayores trabajos de investigación de las vías para poder crear material justificativo del estado de las vías de nuestra ciudad, para que de este modo las instituciones encargadas del mantenimiento de las vías puedan contar con una base fiable de información.

Para futuras investigaciones de vías, se recomienda realizar ensayos que combinen la condición funcional de las vías y su condición estructural, para que de este modo puedan ver los dos aspectos más importantes de su conservación.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abad, L., & Sangurima, A. (2018). *Análisis de Correlación de Desempeño Estructural y Funcional de la Vía Cuenca – Molleturo – Naranjal, en el Tramo Puente Tamarindo – Jesús María*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Allende, G. (2017). *Evaluación comparativa de la Serviciabilidad de las Vías: Saphi-Saqsaywaman, Saqsaywaman-abra Ccorao, Abra Ccorao-Ccorao y Ccorao-Rayaniyoc; Según la Determinación del Índice de Condición del Pavimento (PCI) y el Índice de Rugosidad Internacional (IRI)*. Universidad Andina del Cusco, Cusco, Perú.
- Armijos, C. (2009). *Evaluación Superficial de Algunas Calles de la Ciudad de Loja*. Loja.
- Calderón, J. (2008). *Determinación del Índice de rugosidad Internacional de Pavimento Usando el Perfilómetro Romdas z-250*. San salvador.
- Cantuarias, L., & Watanabe, JD. (2017). *Aplicación del Método PCI para la Evaluación Superficial del Pavimento Flexible de la Avenida Camino Real de la Urbanización la Rinconada del Distrito de Trujillo*. Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú.
- Chávez, A., & Peñarreta, L. (2019). *Desarrollo de la Correlación entre dos Indicadores de la Condición de la Superficie del Pavimento*. Universidad de Cuenca, Cuenca, Ecuador.
- Comunicaciones, M. D. (2013). *Manual de Carreteras Especificaciones Técnicas Generales para Construcción eg-2013 tomo I*. Lima.
- Conza, D. (2016). *Evaluación de las Fallas de la Carpeta Asfáltica Mediante el Método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca*. Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú.
- Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos. (1990). *Identificación de Fallas en Pavimentos y Técnicas de Reparación*. República Dominicana, do.: Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones. Recuperado de <http://www.mopc.gob.do/>

- Detención, Parada y Estacionamiento. (s.f.). *Detención, Parada y Estacionamiento. Obtenido de detención, parada y estacionamiento.* Recuperado de: <https://practicatest.com/temario/permiso-b/detencion-parada-y-estacionamiento/69>
- Guzman, M. (2017). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible de la Av. Jorge Basadre Grohmann del Distrito de Pocollay Tramo av. Jorge Basadre Grohmann Este – av. Basadre y Forero, Aplicando el Método del PCI.* Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Hiliquín, M. (2016). *Evaluación del Estado de Conservación del Pavimento, Utilizando el Método Pci, en la Av. Jorge Chávez del Distrito de Pocollay en el Año 2016.* Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Leguía, P. (2016). *Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método PCI en las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colon y Miguel Grau.* Lima.
- Medina, R., & Farro, D. (2018). *Evaluación Superficial y de Rugosidad del Pavimento en la Av. Circunvalación Oeste, Tramo Ovalo Transportes – Ovalo Cuzco, Distrito de Tacna, Provincia de Tacna, Tacna – 2017.* Universidad Privada de Tacna, Tacna, Perú.
- Morales, E. (2012). *Innovación del Método Vizir en Estrategias de Conservación y Mantenimiento de Carreteras con Bajo Volumen de Tránsito.* Lima.
- Normativas de Tránsito. (s.f.). *Normativas de Tránsito. Obtenido de Normativas de Tránsito,* Recuperado de: [www.normativasdetransito.com](http://www.normativasdetransito.com)
- Zevallos, R. (2018). *Identificación y Evaluación de las Fallas Superficiales en los Pavimentos Flexibles de Algunas Vías de la Ciudad de Barranca – 2017 (tesis de posgrado).* Universidad César Vallejo, Lima, Perú.

## ANEXOS

### Anexo 01. Matriz de consistencia

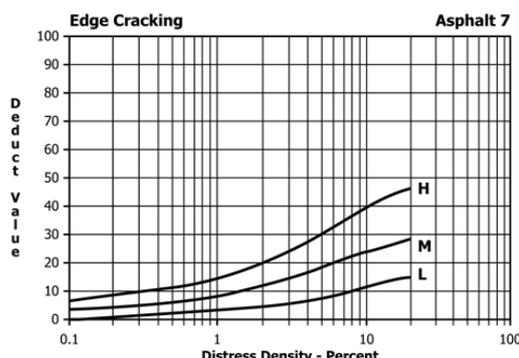
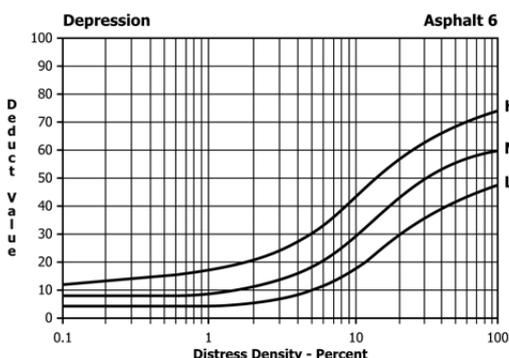
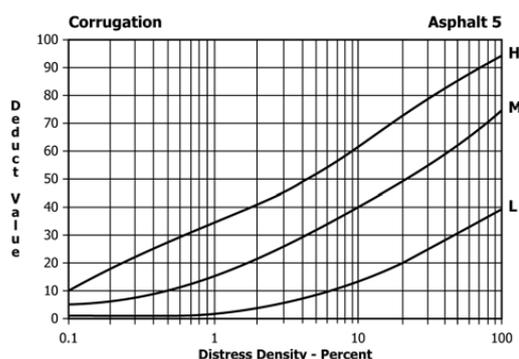
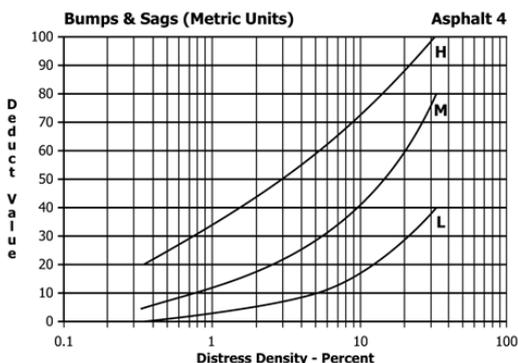
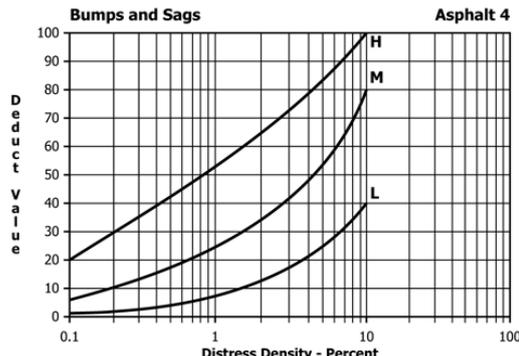
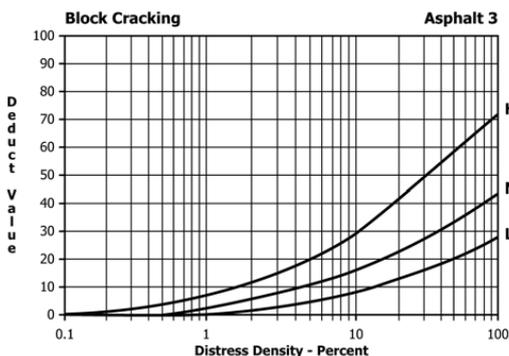
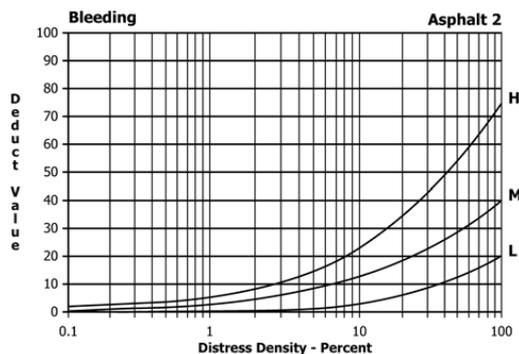
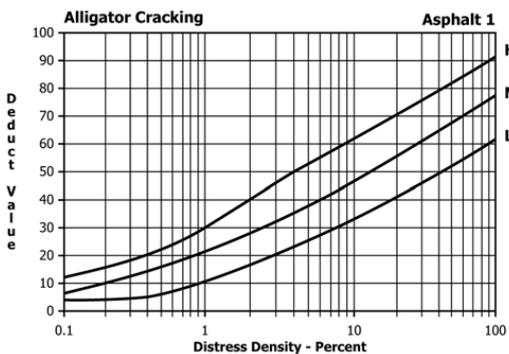
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	HIPÓTESIS	OBJETIVO	VARIABLE	INDICADOR	MÉTODO
<b>Problema general</b>	<b>Hipótesis general</b>	<b>Objetivo general</b>	<b>Variable Independiente</b>	Estado operacional de la vía en función del PCI (fallado, muy malo, malo, regular, bueno, muy bueno, excelente) e IRI (malo, regular, bueno).	Medición en campo de los parámetros necesarios para la obtención del PCI e IRI.
¿Cuál es la condición funcional mediante el método del PCI y su estado de rugosidad (merlín) de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte?	La condición funcional determinada mediante el PCI y su estado de rugosidad (merlín), presenta un rango regular en la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte.	Evaluar la condición funcional mediante el método del PCI y su estado de rugosidad (merlín) de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte.	Condición funcional		
<b>Problemas específicos</b>	<b>Hipótesis específicas</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Variable Dependiente</b>	- Clase. - Severidad. - Extensión.	Medición en campo de cada tipo de falla.
¿Cuál es la clase, severidad y extensión de las fallas en el pavimento de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte?	Las fallas en el pavimento de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte se encuentran en un muy mal estado.	Determinar la clase, severidad y extensión de las fallas en el pavimento de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte.	Índice de Condición del Pavimento (PCI)		
¿Cuál es el estado de rugosidad en la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte?	El estado de rugosidad en la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte presenta condiciones inadecuadas que afectan el confort, seguridad de los usuarios y la condición funcional del pavimento.	Evaluar la rugosidad mediante el método del ensayo de Merlín de la Avenida Jorge Basadre Grohmann Norte.	Rugosidad (IRI)	Rugosidad del pavimento.	Medición en campo.

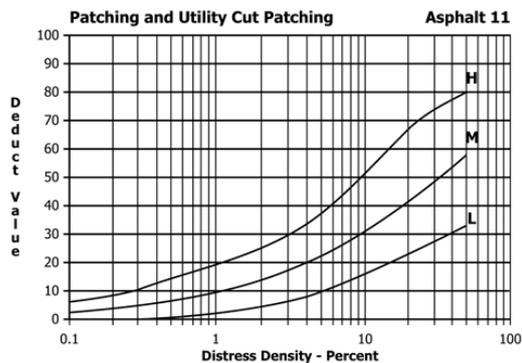
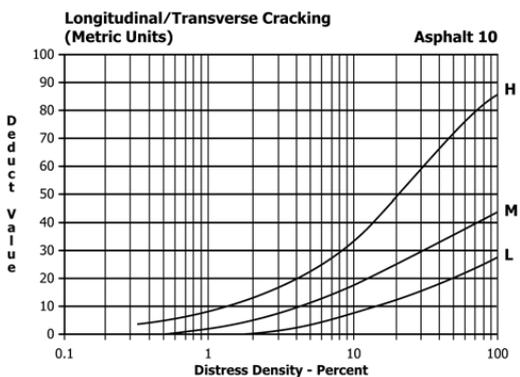
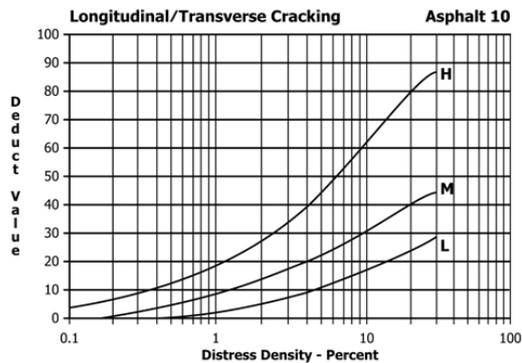
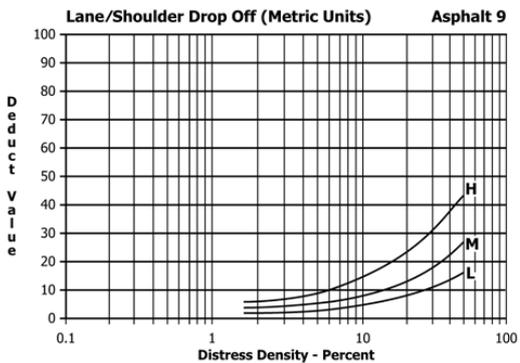
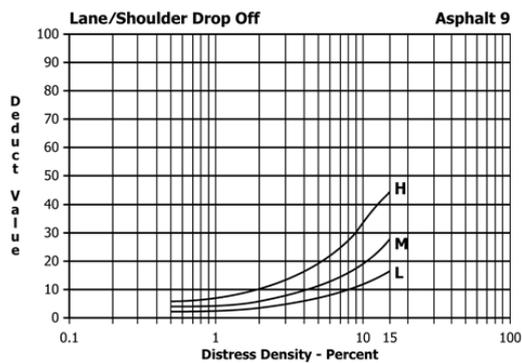
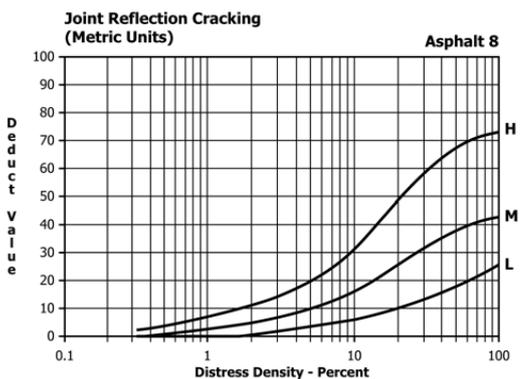
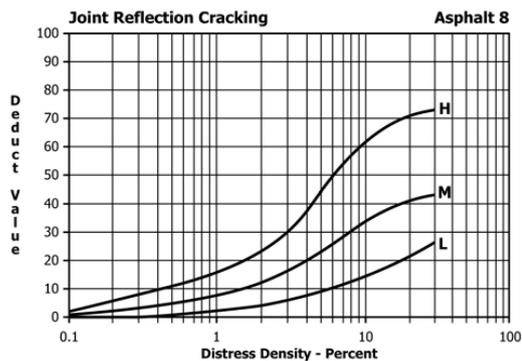
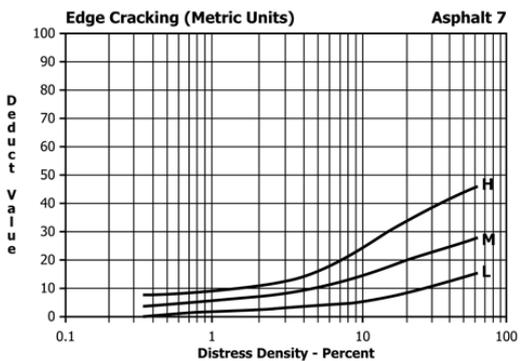
*Fuente. Elaboración propia.*

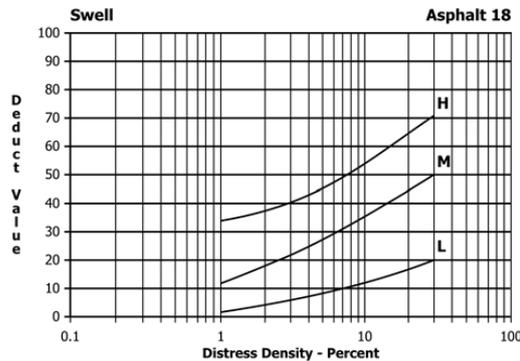
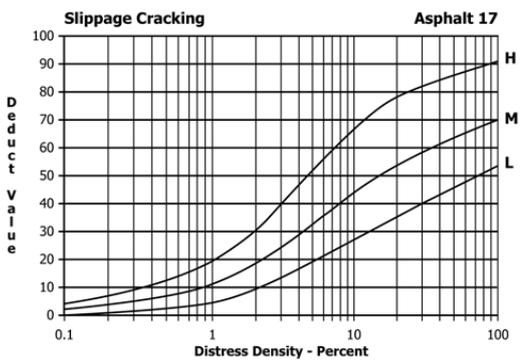
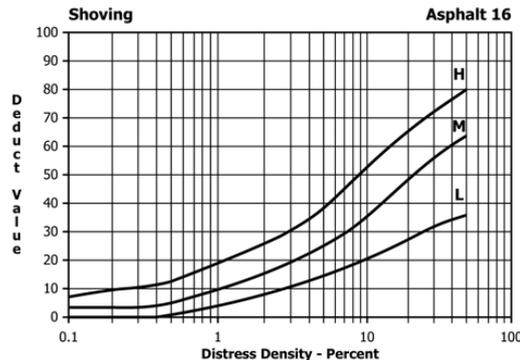
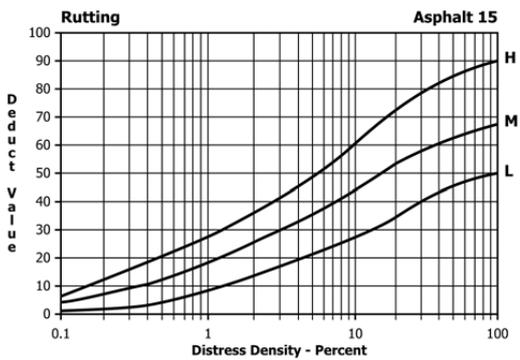
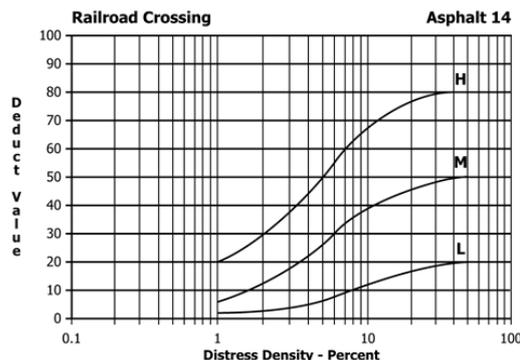
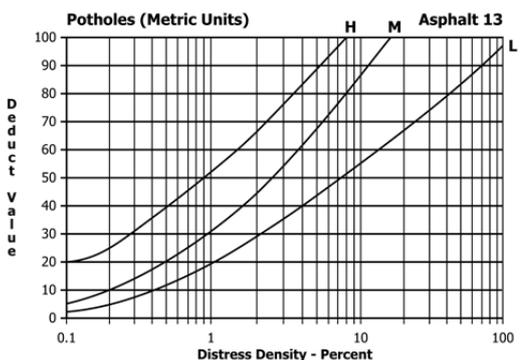
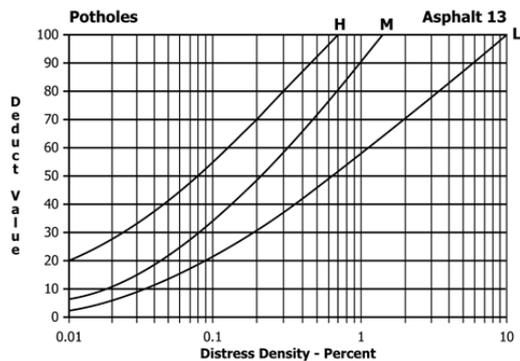
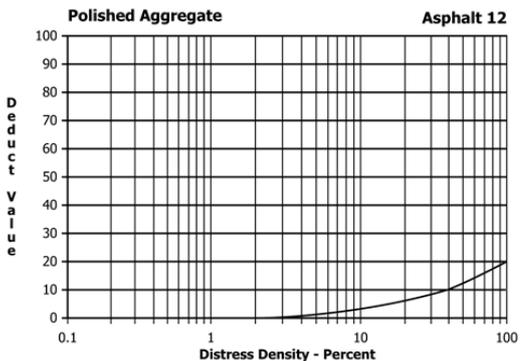
## Anexo 02. Curvas de valor deducido ASTM D6433-16

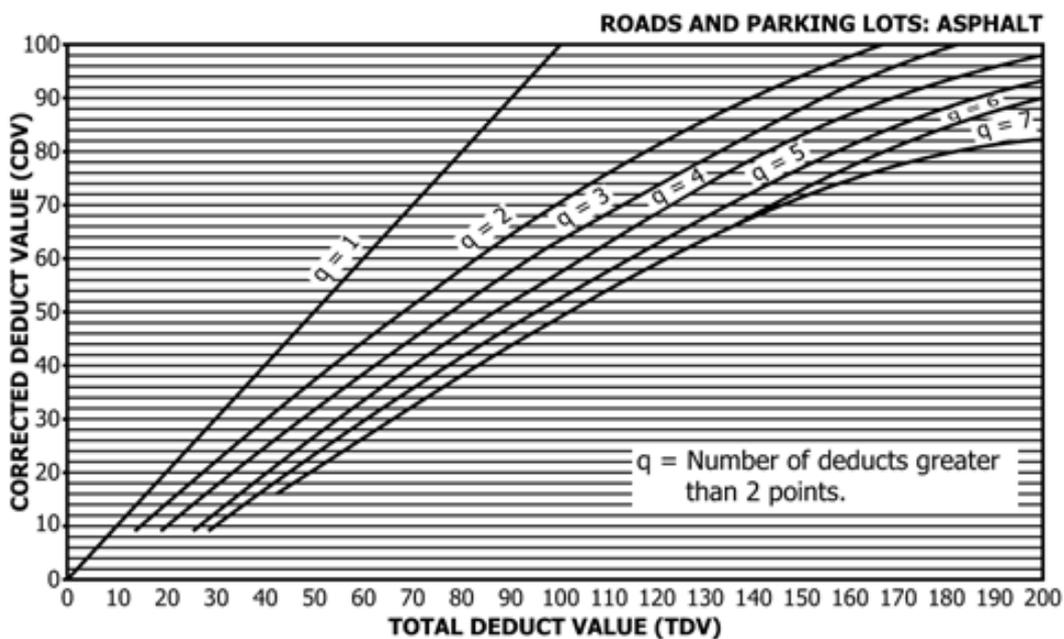
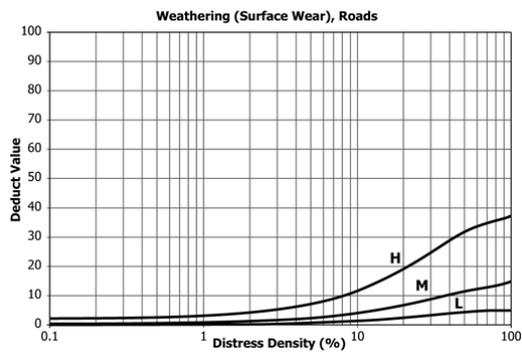
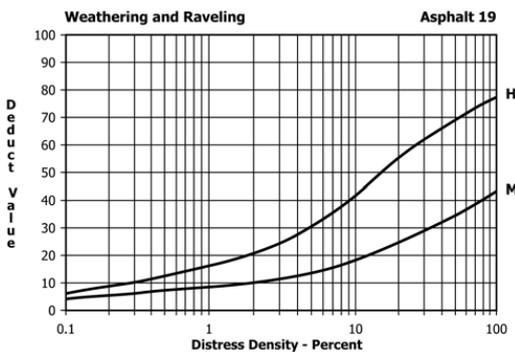
### Glosario inglés – español de los tipos de daños en pavimentos flexibles.

1	Alligator cracking	Piel de cocodrilo
2	Bleeding	Exudación
3	Block cracking	Agrietamiento en bloque
4	Bumps and sags	Abultamientos y hundimientos
5	Corrugation	Corrugación
6	Depression	Depresión
7	Edge cracking	Grieta de borde
8	Joint reflection cracking	Grieta de reflexión de junta
9	Lane / Shoulder drop off	Desnivel carril / berma
10	Longitudinal / transverse cracking	Grietas longitudinales y transversales
11	Patching and utility cut patching	Parqueo y acometidas de servicios
12	Polished aggregate	Pulimiento de agregados
13	Potholes	Huecos
14	Railroad crossing	Cruce de vía férrea
15	Rutting	Ahuellamiento
16	Shoving	Desplazamiento
17	Slippage cracking	Grietas parabólicas o por deslizamiento
18	Swell	Hinchamiento
19	Weathering / Raveling	Meteorización / Desprendimiento de agregados









## Anexo 03. Tipos de Fallas en Pavimentos Flexibles

### 1. Piel de cocodrilo

**Descripción:** Son una serie de grietas enlazadas entre las mismas, de esta forma crean formas geométricas de formas irregulares con esquinas anormales sobre el pavimento (superficie) siendo su tamaño mayor a 0.60 m. Su origen es debido normalmente a la repetitividad de cargas (falla por fatiga), ocurriendo únicamente en áreas expuestas a las actividades del tránsito, estas se inician en la base asfáltica lugar en que deformaciones y esfuerzos unitarios a causa de tensión se clasifican como mayores bajo la carga de la rueda; por ello, extrañamente tapan el total de del área pavimentada. Esta falla es considerada como daño estructural importante, algunas veces es acompañada por la falla de ahuellamiento.

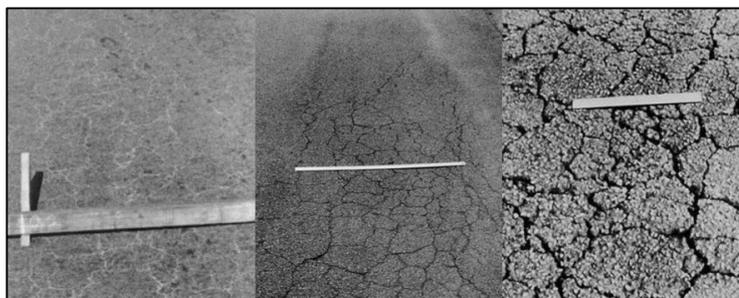
**Posibles causas:** Ocasionadas por fatiga sobre la carpeta asfáltica que presenta cargas repetidas. Iniciándose a fisurar por debajo de la mezcla asfáltica, lugar en que las deformaciones y tensiones por tracción llegan a presentar su máximo valor, si cargamos el pavimento, las grietas se expanden llegando hacia el área inicial con presencia de una o varias grietas paralelas; si presentase solicitudes repetitivas de carga, progresan enlazándose, dando forma a una malla cerrada con similitud a una piel de cocodrilo.

#### Opciones para la reparación:

L: No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta.

M: Parcheo parcial o en toda la profundidad (Full Depth).  
Sobrecarpeta. Reconstrucción.

H: Parcheo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta. Reconstrucción.



*Fig. 03-1 Piel de cocodrilo de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

## **2. Exudación**

**Descripción:** Es una película o film continuo de ligante (ligantes + finos) de material bituminoso que se forma en la superficie del pavimento, en consecuencia, adquiere un tono brillante, cambiando a reflectante. Este proceso es irreversible.

**Posibles causas:**

- Exceso de asfalto en la mezcla o tratamiento;
- Insuficiente contenido de espacios vacíos dentro de la mezcla;
- Exceso en la cantidad de asfalto para el riego de lira;
- Asfalto en exceso blando para servicio de tránsito pesado y/o en altas temperaturas;

**Nivel de severidad:** tres niveles de severidad (bajo, moderado y alto)

- L(low) Su superficie muestra coloración debido a que porciones de asfalto se removieron o trasladaron su área a otra superficie.
- M(medium) Su superficie presenta asfalto en formas de películas lineales canalizadas por el tránsito, notando una superficie adhesiva al tránsito peatonal y vehicular.
- H(high) Su superficie muestra una coloración negra intensa, siendo esta pegajosa. Esto debido a la gran cantidad de asfalto libre dentro de la superficie, notando una envoltura húmeda.

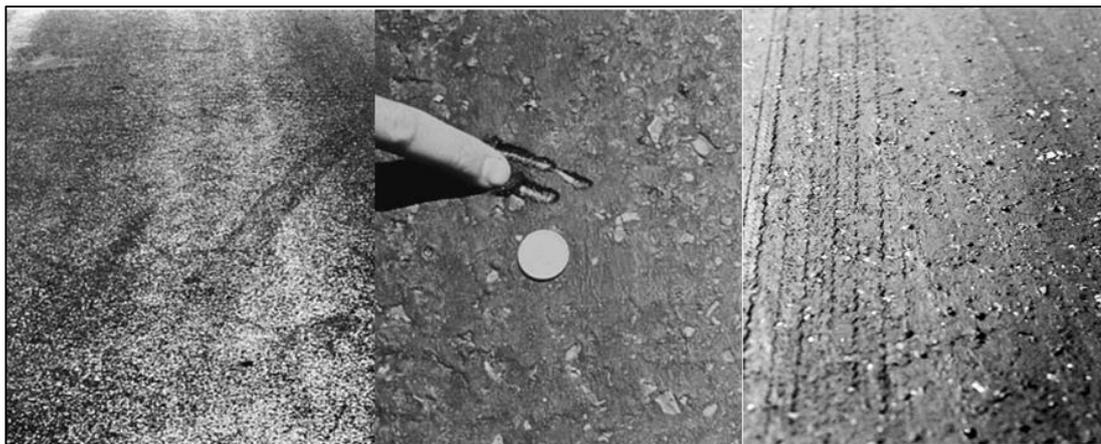
**Medición:** ésta se mide en m<sup>2</sup> de superficie perjudicada, debe registrarse separada dado el nivel de severidad que presente.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: Se aplica arena / agregados y cilindrado.

H: Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentando si fuera necesario).



*Fig. 03-2 Exudación de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

### **3. Agrietamiento en bloque**

**Descripción:** Son fisuras y grietas interconectadas que dividen la superficie del pavimento en pedazos próximas a formas rectangulares. Con rangos de tamaño alrededor de 0.30m x 0.30m hasta un máximo de 3.00m x 3.00m. En caso los bloques sean de mayor tamaño se identifican en su mayoría como fisuras transversales y longitudinales. Este fenómeno no es asociado a cargas de tránsito y se desarrollan en cualquier parte del pavimento, a menudo abarcan una área amplia; otras veces sólo se da en unas áreas no transitadas.

#### **Causas Frecuentes**

- Por caso de variación de temperatura y/o humedad de la mezcla asfáltica, que genera dilataciones o contracciones.
- Por caso de mala manipulación y producción de la mezcla asfáltica que provoca que éste se endurezca o caso de estar expuesto demasiado tiempo y dar paso a su oxidación temprana.
- Por caso de continuidad de grietas originadas en superficies de pavimento viejos parchados.
- Por caso que capas inferiores se vean afectadas por la saturación de los materiales, generando un debilitamiento brusco en ellas.

**Niveles de severidad:** Se presentan los siguientes casos: bajo, medio y alto.

- L(Low) Cuando el área presenta de manera predominante fisuras longitudinales y transversales con una severidad baja.
- M(medium) Los bloques están definidos predominantemente por longitudinales y transversales media severidad.
- H Los bloques están definidos predominantemente por fisuras longitudinales y transversales alta severidad.

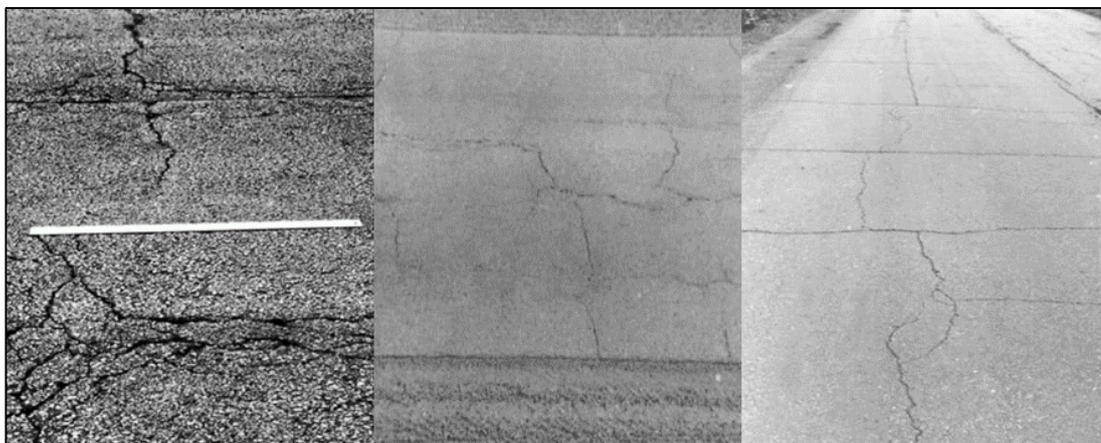
**Medición:** se miden en M2 de área afectada. Si presenta diversos niveles de severidad, las superficies diferentes deben medirse y registrarse por separado.

#### **Opciones de reparación:**

L: Se sellan las grietas de ancho superior a 3.0 mm.

M: Se extrae las grietas medianas y se sellan con escarificado en caliente con una sobrecarpeta.

H: Se extrae las grietas grandes y se sellan con escarificado en caliente con una sobrecarpeta.



*Fig. 03-3 Resquebrajadura en bloque de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

#### **4. Abultamientos y hundimientos**

**Descripción:** Los abultamientos son pequeños desplazamientos hacia arriba localizados en la superficie del pavimento, en cambio, los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento.

Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes superficies del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones” (hinchamiento).

**Posibles causas:** Se diferencian de los desplazamientos, pues estos últimos son causados por pavimentos inestables. Los abultamientos, por otra parte, pueden ser causados por varios factores, que incluyen:

- Expansión por congelación (crecimiento de lentes de hielo).
- Infiltración y elevación del material en una grieta en combinación con las cargas del tránsito (algunas veces denominado “tenting”).

**Niveles de severidad:**

L: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de baja severidad.

M: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

H: Los abultamientos o hundimientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

**Medición:** Se miden en metros lineales. Si aparecen en un patrón perpendicular al flujo del tránsito y están espaciadas a menos de 3.0 m, la falla se llama corrugación. Si existiese una grieta dentro del área de este daño, ésta también se registra.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: Reciclado en frío. Parcheo profundo o parcial.

H: Reciclado (fresado) en frío. Parcheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.



*Fig. 03-4 Abultamientos y hundimientos de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

## 5. Corrugación

**Descripción:** Es un movimiento plástico que se describe como la ondulación de la superficie del pavimento, formando una serie de cimas y depresiones perpendiculares a la dirección del tránsito que continúan próximas entre sí. Comúnmente presenta una separación menor a 3.00m entre cimas, entre un rango de 0.60m a 0.90m.

**Posibles causas:** Se originan por las solitudes que presenta la acción del tránsito, cuando se dan situaciones como:

- Se da en zonas donde se generan mayores esfuerzos horizontales o tangenciales provocados por los vehículos a la carpeta asfáltica.
- Las altas temperaturas en la mezcla asfáltica reducen su estabilidad;
- Debido a deficiencias en el proceso constructivo.
- La desmedida humedad en las capas de la estructura del pavimento que producen asentamientos diferenciales.

**Niveles de severidad:** En base de una evaluación cualitativa se definen como baja, media o alta nivel de severidad esta depende en el efecto que produce a la comodidad de conducción (vehículo). Si el daño se percibe de manera localizada, debe optarse por una inspección visual, ligándola al posible efecto sobre la comodidad de conducción.

- L No llega a generar incomodidad, solo se percibe una leve vibración en el vehículo.
- M genera cierta incomodidad, se percibe una significativa vibración en el vehículo.
- H Llega a generar una gran incomodidad y/o riesgo, se percibe una excesiva vibración en el vehículo, optándose por disminuir la velocidad por motivos de comodidad de conducción.

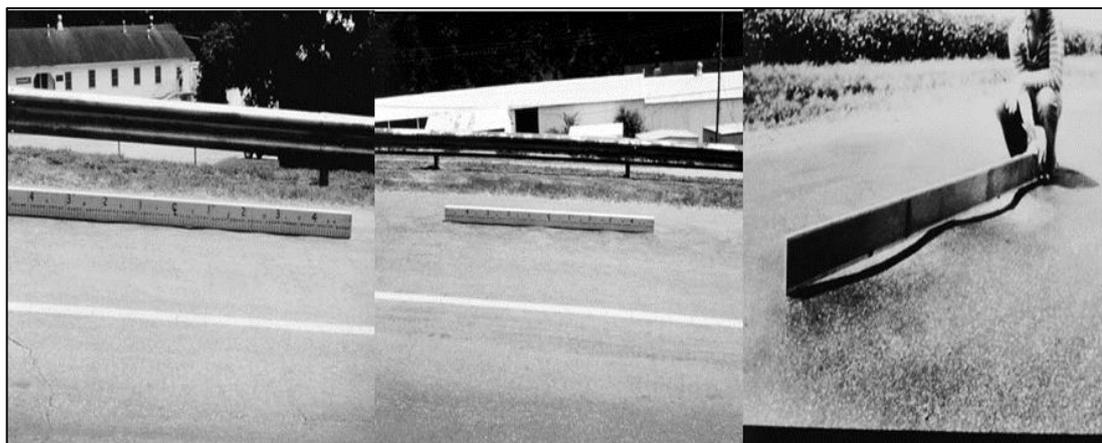
**Medición:** se mide por área en M<sup>2</sup>, debe registrarse de manera separada con relación a la severidad del área afectada de la muestra o porción de pavimento.

### Opciones de reparación:

L: No se toman medidas.

M: Por seguridad se debe reconstruir.

H: Por seguridad se debe reconstruir.



*Fig. 03-5 Corrugación de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

## **6. Depresión**

**Descripción:** Son superficies localizadas del pavimento con niveles ligeramente más bajos, pueden ocurrir en cualquier parte de la calzada (bordes o internamente). Usualmente son difíciles de detectar, aunque esta puede percibirse mejor durante o luego de una lluvia formando un “baño de pájaros” (bird bath), aunque también genera distorsiones perceptibles que presentan gran longitud de onda. Cuando están llenas de agua pueden causar hidroplaneo.

### **Posibles causas:**

- El asentamiento dentro de los estratos del cimiento del pavimento que den cabida a la compresión de sus capas, dando gran longitud de onda;
- Defectuoso proceso constructivo, como mala nivelación y/o heterogenización de la base y sub-bases;
- Reducción de la estabilidad a causa del aumento de humedad en las capas de la estructura del pavimento o cimentación;
- Escaso confinamiento lateral de las bermas (depresión de borde).

### **Niveles de severidad:**

- L(low) La depresión causa de manera suave un contoneo en el vehículo. Profundidad deprimida máxima entre 13 a 25 mm.

- M(medium) La depresión causa un contoneo molesto, que puede tolerarse. Profundidad deprimida máxima entre 25 a 50 mm.
- H(high) La depresión causa un contoneo brusco y anormal, afectando grandemente la comodidad de conducción, generando peligro al vehículo. Profundidad deprimida máxima mayor a 50mm.

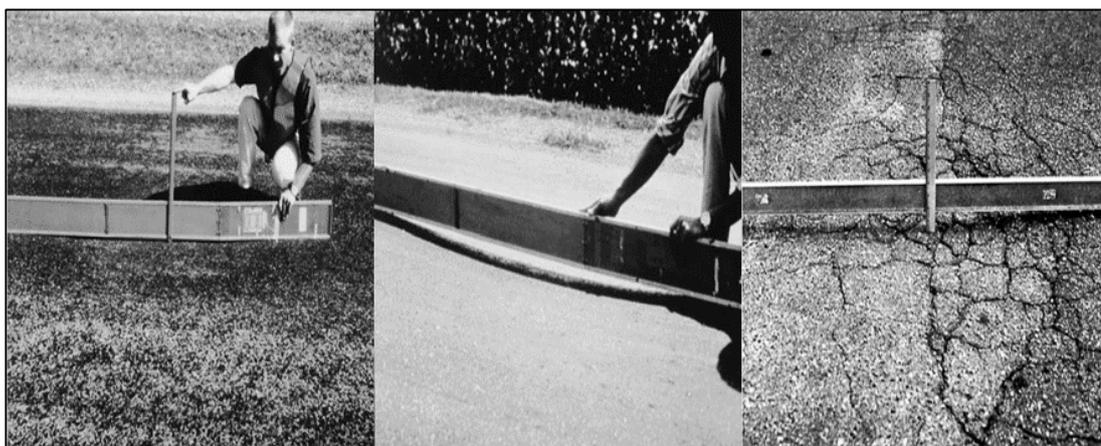
**Medición:** medida en áreas de M2, debe registrarse de manera separada con relación a la severidad del área afectada o sección del pavimento.

#### **Opciones de reparación:**

L: No se toman medidas.

M: Rehabilitación según lo requiera (superficial, parcial o profundo)

H: Rehabilitación según lo requiera (superficial, parcial o profundo)



*Fig. 03-6 Depresión de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

#### **7. Grieta de borde**

**Descripción:** grietas paralelas en bordes de pista presentando fallas en su alineamiento horizontal que reducen el ancho efectivo, en casos dejan a la vista parte de la estructura de la base del pavimento. Se ubican a 0.30m y 0.60m del borde exterior, pueden relacionarse también con otros daños como agrietamientos, hundimientos, o desprendimientos.

**Posibles causas:** Se debe al efecto causado por el tránsito que da solicitudes de carga sobre el borde del pavimento o calzada (abrasión),

que usualmente es más débil que el resto. Estas se producen por las siguientes causas:

- Calzada muy estrecha;
- Ineficiente compactación;
- Ineficiente confinamiento lateral (falta de bermas);
- Deficiente drenaje, que provoca retención de líquidos en bermas y bordes de calzada;
- Desgaste del borde por la acción de ascenso y descenso de vehículos por el lado de la berma no pavimentada;
- Presencia de partículas angulares que con la acción de los vehículos que acceden por la calzada, aumentan la abrasión de los neumáticos.

**Niveles de severidad:** Definido por el estado de los 60 cm del pavimento contiguos al borde:

L(low) El borde se conserva en buen estado, aunque se observan fisuras delgadas e interconectadas entre sí, alternativamente de que ocurran desprendimientos severos.

M(medium) Empiezan a aparecer daños (piel de cocodrilo baja a alta);

H(high) El daño en el borde de calzada a llegado a la desintegración de estos, removiéndose trozos de éste por el tránsito produciendo un borde serpenteante y un ancho de calzada reducido.

**Medición:** Las grietas de borde se miden por longitud (m), debe registrarse de manera separada con relación a la severidad de la longitud afectada.

#### **Opciones de reparación:**

L: Grietas con ancho mayor a 3mm deben sellarse.

M: Debe sellarse las grietas y evaluarse un parcheo parcial y profundo.

H: Parchar la zona afectada de manera profunda.



*Fig. 03-7 Grieta de borde de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

**8. Grieta de reflexión de junta.** Departamento de Administración y Evaluación de Pavimentos (1990), nos dice:

**“Descripción:** Esta falla se presenta en pavimentos mixtos, que son mezclas asfálticas que se apoyan sobre losas de hormigón, estos se dan como una fisura ascendente a la superficie superior de las juntas del hormigón produciendo grietas en la superficie, se identificarán como fisuras transversales, longitudinales o en bloques.

**Posibles causas:** El movimiento horizontal o vertical que producen las juntas de las losas de hormigón subyacentes, transmiten esos esfuerzos a la capa asfáltica superior adherida con la misma rapidez que se propagan las fisuras. estas están determinadas por:

- La amplitud de los ciclos de apertura y cierre de las juntas, que tiene como efecto variaciones térmicas y de contenido de humedad en las losas de hormigón.
- Si bien las cargas del tráfico no desencadenan el fenómeno, las mayores deflexiones que se producen en las juntas como consecuencia de cargas más pesadas, aceleran el proceso.
- El espesor de la capa asfáltica superficial y/o la existencia de otros elementos de refuerzo o retardares de la propagación de las grietas (refuerzo o aditivos en la mezcla, geotextiles, etc.

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base al ancho o abertura promedio y el grado de multiplicidad o ramificación con que se desarrollan en el pavimento:

- L Existe alguna de las condiciones siguientes:

Fisura simple, sin sellar, de ancho promedio inferior a 5mm; no hay signos de descascaramiento ni desnivel alrededor de sus bordes;

Fisura sellada, de cualquier ancho, con material de sello en condición satisfactoria (no permite ingreso de agua);

- M Existen algunas de las condiciones siguientes:

Fisuras sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descaramiento o este muy leve;

Fisuras selladas o no de cualquier ancho con material de sello en condición insatisfactoria (permite ingreso del agua);

Fisura sellada o no de cualquier ancho, que evidencian alguno de los siguientes signos de degradación: moderado descaramiento o desportillamiento alrededor de sus bordes; ramificaciones en forma de fisura erráticas finas (baja severidad), próximas a la fisura o intersecándolas; la fisura produce golpeteo al vehículo, al circular sobre ella (bordes levemente desnivelado).

- H Existe alguna de las condiciones siguientes:

Fisura de bordes severamente desportillados o descarados;

Fisura múltiple, ramificada o acompañada de fisuras paralelas de severidad media a alta;

La fisura causa un fuerte balanceo o golpeteo al vehículo, al circular sobre ella (bordes significativamente desnivelados).

**Medición:** Las fisuras longitudinales se miden en metros lineales. Se identifica la longitud severidad de cada fisura; si la fisura se presenta en el mismo nivel de severidad en toda su extensión, debe registrarse separadamente cada porción con diferente grado de severidad. Se totaliza el número de metros lineales- correspondientes a cada uno de los tres niveles de severidad- observados en la sección de pavimento evaluada.”

#### **Opciones de reparación:**

L: Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.

M: Sellado de grietas. Parcheo de profundidad parcial.

H: Parcheo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.



*Fig. 03-8 Grieta de reflexión de junta de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

### **9. Desnivel carril / berma**

**Descripción:** Diferencia de nivel o elevación entre el pavimento que conforma la calzada de rodamiento y el paseo, originando una situación de riesgo para el tránsito usuario. Ocurre con frecuencia en pavimentos rehabilitados (recapados). El borde interior de las curvas horizontales es un lugar particularmente susceptible para la formación de desniveles, como consecuencia de la mayor frecuencia con que las ruedas de los vehículos más grandes actúan sobre paseos.

**Posibles causas:** Las causas siguientes pueden dar lugar a un desnivel entre borde pavimento/paseo:

- Acción directa o indirecta del tránsito sobre un material granular muy disgregable o inestable (erosión superficial);
- Asentamiento del paseo;
- Prácticas de mantenimiento inapropiadas;
- Construcción de recapados u otras obras de rehabilitación sin ajustar el nivel de las bermas.

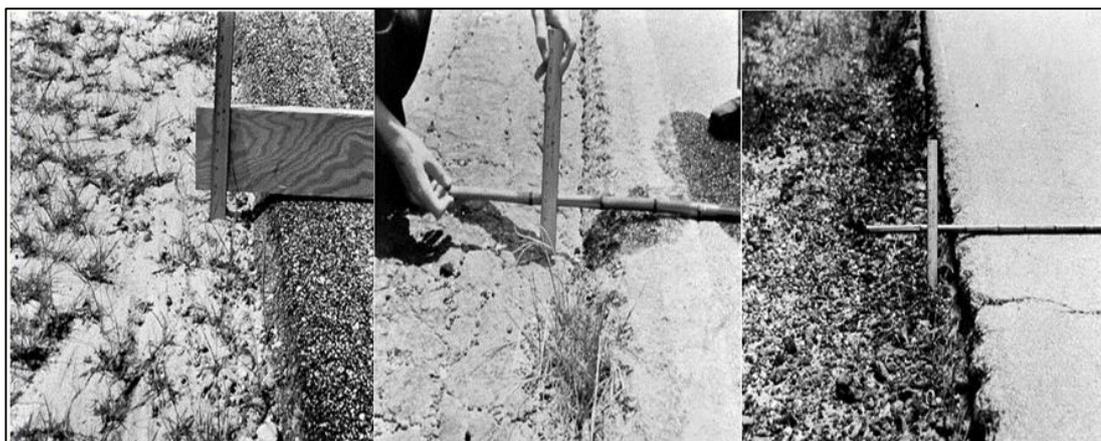
**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en función de la magnitud del desnivel prevaleciente observado; el grado de peligrosidad depende no solo de la altura del desnivel sino también de la velocidad de operación promedio del tránsito usuario;

- L La diferencia de nivel entre el borde del pavimento y el paseo se encuentra entre 25 y 50 mm; la probabilidad de recuperación del control del vehículo, en maniobras de emergencia es satisfactoria.
- M La diferencia de nivel es de 50 a 100 mm; la probabilidad de recuperación del control del vehículo sin invadir el carril contrario es aceptable si la velocidad de operación es reducida (menor de 60 km/h).
- H La diferencia de nivel es mayor de 100mm; recuperar el control del vehículo es prácticamente imposible a cualquier velocidad.

**Medición:** Se miden en kilómetros o metros lineales, clasificando estos según el nivel de severidad correspondiente.

#### **Opciones de reparación:**

L, M, H: Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.



*Fig. 03-9 Desnivel carril berma de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

#### **10. Grietas longitudinales y transversales**

**Descripción:** Fracturamiento que se extiende a través de la superficie del pavimento paralelamente o perpendicularmente al eje de la calzada. Las longitudinales pueden localizarse en las huellas de canalización del tránsito, próximos a los bordes en el eje o en correspondencia con los anchos de distribución de las mezclas asfálticas; con frecuencia su ubicación es indicativa de la causa o mecanismo más probable que la original, y por ende debe ser tomada en cuenta durante la evaluación; las transversales, pueden afectar todo el carril o ancho de calzada como

limitarse a los 0.60m próximos al borde. A veces las fisuras transversales se distribuyen a intervalos más o menos regulares, con espaciamiento variables entre 5 y 20m.

En sus instancias iniciales suele presentarse como una fisura simple, pero a medida que avanza el deterioro del pavimento, desarrolla ramificaciones laterales y fisura paralelas, aspecto al que suele referirse como “multiplicidad”.

Se excluyen de este grupo las fisuras provenientes de la reflexión de juntas, características de pavimentos mixtos en los que existe una losa de hormigón bajo la capa asfáltica.

**Posibles causas:** Son diversas las causas que pueden desarrollar fisuras longitudinales –y, por consiguiente– variables también sus consecuencias para el futuro comportamiento del pavimento:

- Fatiga de la mezcla asfáltica sometida a repeticiones de carga que provocan deflexiones recuperables importantes (pavimento débil): ocurren en las huellas de canalización del tránsito;
- Acción del tránsito sobre el área del pavimento próxima al borde, donde se encuentra debilitado por efecto de deficiente confinamiento lateral (falta de paseo), constructivos (falta sobrecarga base) o ingreso de agua lateral (deficiente drenaje): ocurren típicamente entre 0.30 y 0.60 m del borde de la calzada;
- Deficiente proceso constructivo de las juntas longitudinales durante la colocación de la mezcla asfáltica: ocurren típicamente en el eje de la vía y/o en coincidencia con los carriles de distribución;
- Reflexión de fisura localizadas en una capa subyacente (recapados delgados sobre pavimentos antiguos muy agrietados, eventualmente grietas por retracción de bases estabilizadas) o de juntas originadas en la construcción de ensanches (particularmente cuando es diferente la rigidez entre materiales del antiguo y nuevo pavimento);
- Contracción de mezcla asfáltica por excesivo endurecimiento (oxidación) del bitumen;
- Contracción por desecación de los terraplenes o asentamiento de estos y/o de su fundación.

Las siguientes causas pueden dar origen a fisuras transversales:

- Insuficiente espesor del pavimento frente a las cargas del tránsito (infradiseño estructural);
- Falta de sobreancho y/o contaminación de las capas inferiores en la proximidad de los bordes del pavimento, o deficiente contención lateral (fisuras de bordes);
- Retracción de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler, envejecimiento (oxidación) del asfalto, etc., particularmente ante gradientes térmicos frecuentes;
- Reflexión de grietas que acompañan movimientos de la base, particularmente la retracción de bases estabilizadas con ligante hidráulicos (cemento) y grietas en losa de hormigón;
- Apertura de juntas de construcción defectuosamente ejecutadas;
- Contracción por desecación de los terraplenes o asentamiento de esto y/o su fundación.

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base al ancho o abertura promedio y el grado de multiplicidad o ramificación con que se desarrollan en el pavimento:

- L Existen algunas condiciones siguientes:

Fisura simple, sin sellar, de ancho promedio inferior a 5mm; no hay signos de descascaramiento ni desnivel alrededor de sus bordes.

Fisura sellada, de cualquier ancho, con material de sello en condición satisfactoria (no permite ingreso de agua).

- M Existe alguna de las condiciones siguientes:

Fisura sin sellar, de ancho promedio mayor de 5mm; no hay signos de descascaramiento o este muy leve.

Fisura sellada de cualquier ancho material de sello en condición insatisfactoria (permite ingreso del agua).

Fisura sellada o no, de cualquier ancho, que evidencian algunos de los siguientes signos de degradación: moderado descascaramiento o desportillamiento alrededor de sus bordes; ramificación en forma de

fisura erráticas finas (baja severidad), próximas a la fisura o intersecándolas; la fisura produce golpeteo y al vehículo al circular sobre ella (bordes levemente desnivelados).

- H Existe algunas de las condiciones siguientes:

Fisura de bordes severamente desportillados o descascarados.

Fisura múltiple, ramificada o acompañada de fisuras paralelas de severidad media a alta.

La fisura causa un fuerte balanceo o golpeteo al vehículo, al circular sobre ella (bordes significativamente desnivelados).

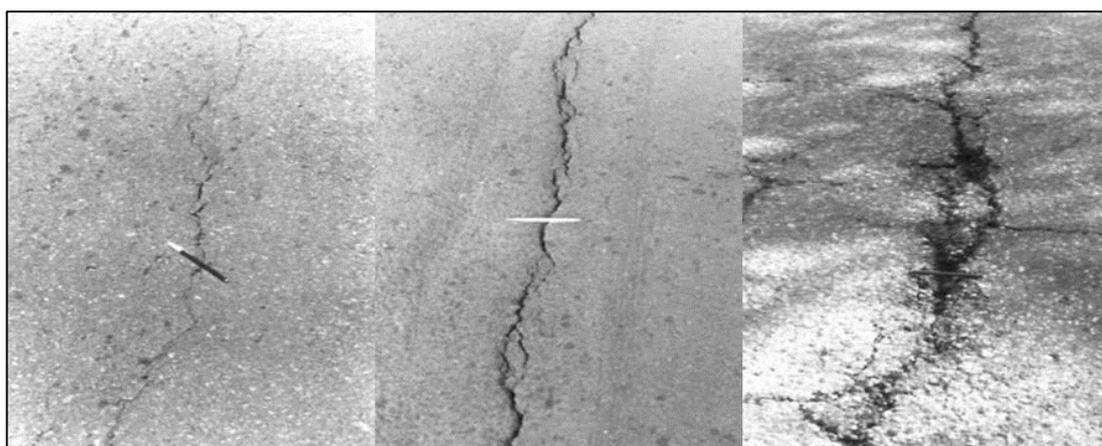
**Medición:** Las fisuras longitudinales y transversales se miden en metros lineales. Se identifica la longitud y severidad de cada fisura; si la fisura no presenta el mismo nivel de severidad. Se totaliza el número de metros lineales - correspondientes a cada uno de los tres niveles des severidad en la sección de pavimento evaluada.

#### Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.

M: Sellado de grietas.

H: Sellado de grietas. Parcheo parcial.



*Fig. 03-10 Grietas longitudinales y transversales de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

## 11. **Parqueo**

**Descripción:** Área donde el pavimento original ha sido removido y reemplazado parcial o totalmente con materiales similares a los originales o eventualmente diferente, con el propósito de reparar el pavimento existente. Se trata de trabajo de mantenimiento que implica necesariamente una alteración en la continuidad de la superficie y/o estructura del pavimento. Un caso particular relativamente frecuente en área urbana es el bacheo por reparación de servicios públicos: consiste en la apertura y reposición del pavimento para permitir la instalación o mantenimiento de algún tipo de servicio público subterráneo.

**Posibles causas:** Las siguientes causas lugar a bacheos y reparaciones en el pavimento:

- Reparación de daños que han alcanzado niveles de severidad inaceptables;
- Reparación de servicios públicos localizados bajo el pavimento;
- Corrección de reparaciones defectuosa.

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto), de acuerdo a la siguiente guía:

- L El área reparada se comporta satisfactoriamente con muy poco o ningún deterioro.
- M El área reparada se encuentra algo deteriorada; los daños observados en su superficie son de nivel de severidad baja o media.
- H El área reparada se encuentra severamente dañada y requiere reemplazo a muy corto plazo (condición de falla).

**Medición:** Se miden en metros cuadrados de superficie afectada, midiendo y registrando separadamente estas, de acuerdo al nivel de severidad correspondiente. En una misma reparación (especialmente cuando esta alcanza cierta extensión) pueden diferenciarse áreas con diferente nivel de severidad. Los daños localizados en el interior de las bacheadas no se reportan como fallas independientes estas son tenidas en cuenta establecer el nivel de severidad de las reparaciones.

Si una porción importante del pavimento ha sido reemplazada en forma continua (como por ejemplo la reconstrucción de un carril o de una

intersección completa), no debe evaluarse como área bacheada. Idéntico criterio puede asumirse en el caso de pavimentos muy antiguos, en los cuales es difícil diferenciar el pavimento original de las reparaciones.

#### Opciones de reparación:

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Sustitución del parche.

H: Sustitución del parche.



*Fig. 03-11 Parcheo de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

## 12. Pulimiento de agregados

**Descripción:** Agregados excesivamente pulidos en la superficie de rodamiento. Dan lugar a una textura muy lisa y suave al tacto, que reduce considerablemente la adherencia con los neumáticos de los vehículos.

La consiguiente disminución de la función o resistencia al deslizamiento puede alcanzar niveles de riesgo para la seguridad del tránsito.

**Posibles causas:** El pulimiento es causado primariamente por la acción abrasiva del tránsito, que produce el desgaste superficial de los agregados que componen la superficie del pavimento los siguientes factores conducen al desarrollo de dicho proceso:

- Agregados pétreos de naturaleza degradable;
- Empleo de agregados pétreos de superficie inicialmente pulida en mezcla y tratamientos asfálticos;

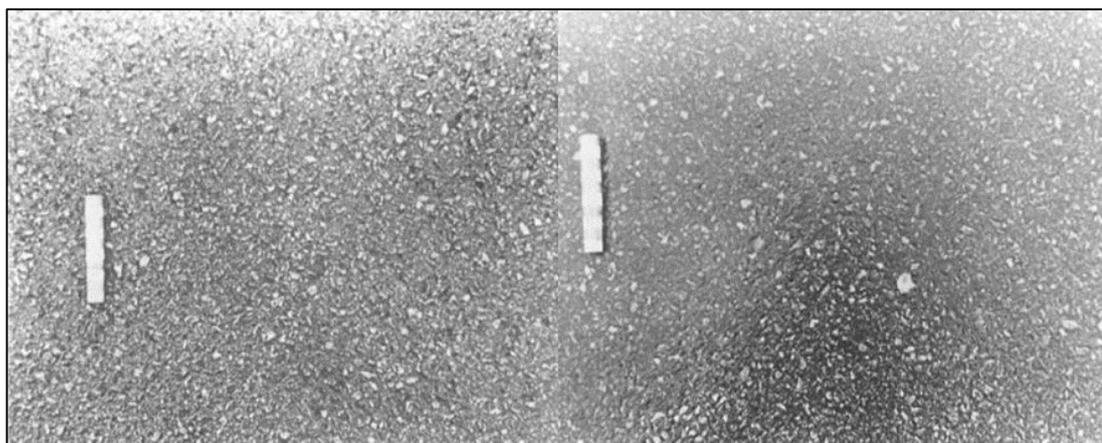
- Mezcla asfáltica de calidad pobre que favorecen la exposición de los agregados, en particular cuando se combina con alguno de los factores antes mencionados.

**Niveles de severidad:** No se definen niveles de severidad. Es suficiente con indicar que existe pulimento de la superficie. El grado de pulimento debe ser significativo para ser reportado: un examen de cerca debe revelar que el número de puntos de contacto con el agregado sobre la superficie es muy reducido, y esta se presenta suave al tacto.

**Medición:** De ser necesario se mide en metros cuadrados la superficie de pavimento afectada.

#### **Opciones de reparación:**

L, M, H: No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobrecarpeta.



*Fig. 03-12 Superficie normal (izquierda) y superficie pulida (derecha)*

*Fuente. Elaboración propia.*

### **13. Huecos**

**Descripción:** Descomposición o desintegración total de la superficie del pavimento y su remoción en una cierta extensión, usualmente menor de 0.9m de diámetro, formando un hoyo o cavidad redondeada, de bordes netos y lados verticales en su parte superior. Constituyen daños estructurales que interrumpen la continuidad del pavimento; su presencia es indicativa de insuficiente mantenimiento.

**Posibles causas:** La acción del tránsito sobre áreas donde la superficie del pavimento se ha disgregado en pequeños trozos provoca la remoción

del material, originando el bache. Las siguientes causas se conjugan para dar lugar a la formación de baches:

- Evolución de otros daños tales como agrietamientos piel de cocodrilo, hundimientos, peladuras, etc., por falta de mantenimiento oportuno;
- Fundaciones y/o capas estructurales, particularmente bases de pavimentos, débiles e inestables;
- Espesores del pavimento insuficientes (infradiseño estructural frente al tráfico real);
- Retención e infiltración de agua en áreas deprimidas (hundimientos) o agrietadas del pavimento;
- Técnicas de construcción inapropiadas en la ejecución de los revestimientos asfálticos, riegos de imprimación y/o liga, compactación de las bases granulares, etc.;
- Uso de materiales y mezcla de calidad pobre (técnicas de control de calidad deficientes).

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en función del área y profundidad del bache, de acuerdo a las siguientes especificaciones:

Profundidad máxima del hueco	Diámetro promedio del hueco		
	De 15 a 25cm	De 25 a 50cm	Mayor de 50cm
Menor de 25mm	L	L	M
De 25 a 50mm	L	M	H
Mayor de 50mm	M	M	H

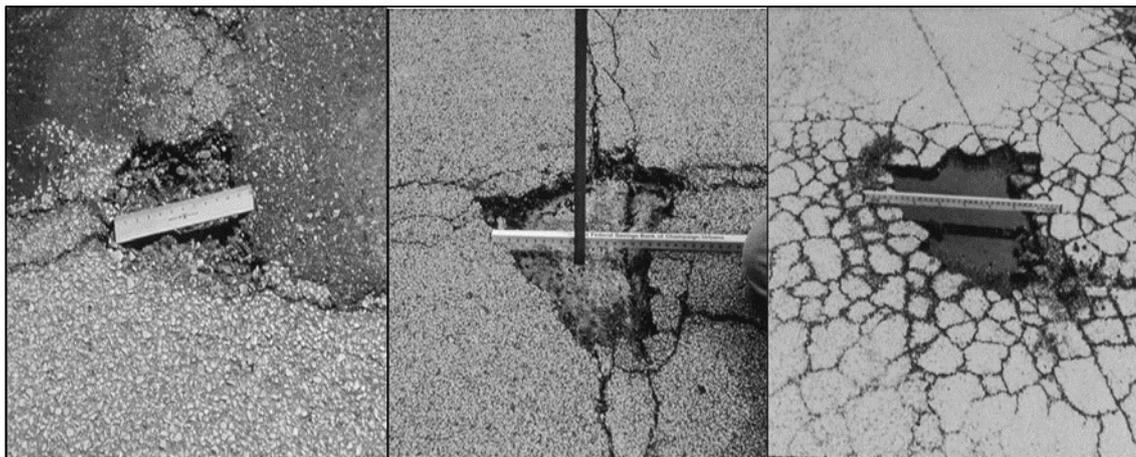
**Medición:** Normalmente se cuenta el número de baches con niveles de severidad bajo medio y alto, que ocurren en la sección de pavimento inspeccionada.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.

M: Parcheo parcial o profundo.

H: Parcheo profundo.



*Fig. 03-13 Huecos de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

#### **14. Cruce de vía férrea**

**Descripción:** Los defectos asociados al cruce de vía férrea son depresiones o abultamientos alrededor o entre los rieles.

##### **Niveles de severidad:**

L: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de baja severidad.

M: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad media.

H: El cruce de vía férrea produce calidad de tránsito de severidad alta.

**Medición:** El área del cruce se mide en pies cuadrados (ó metros cuadrados) de área afectada. Si el cruce no afecta la calidad de tránsito, entonces no debe registrarse. Cualquier abultamiento considerable causado por los rieles debe registrarse como parte del cruce.

##### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: Parcheo superficial o parcial de la aproximación.  
Reconstrucción del cruce.

H: Parcheo superficial o parcial de la aproximación.  
Reconstrucción del cruce.



*Fig. 03-14 Cruce de vía férrea de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

### **15. Ahuellamiento**

**Descripción:** Depresión longitudinal continua a lo largo de las huellas de canalización del tránsito. Se entiende por Ahuellamiento cuando la longitud afectada es mayor de 6m. Las repeticiones de las cargas conducen a una acumulación de las deformaciones permanentes en cualquiera de las capas del pavimento o su fundación. Cuando el radio de influencia de la zona ahuellada es pequeño, las deformaciones ocurren en las capas superiores y suelen ser acompañadas de un deslizamiento y levantamiento lateral de la superficie del pavimento; cuando el radio de influencia es amplio, las deformaciones ocurren en las capas inferiores o en la fundación.

**Posibles causas:** Las repeticiones de las cargas del tránsito originan Ahuellamiento como consecuencia de alguno de los factores siguientes:

- Insuficiente estabilidad de las mezclas asfálticas por inadecuada compactación o deficiente dosificación.
- Insuficiente estabilidad de las capas del pavimento o de la subrasante (falla por corte, compresión o desplazamiento lateral material) ya sea por ingreso de agua o deficiente calidad.
- Espesores de pavimento insuficientes (infra diseño estructural) para las repeticiones de carga soportadas.
- Exagerado incremento en las cargas del tránsito.

**Niveles de severidad:** La severidad del Ahuellamiento a determinar en función de la profundidad de la huella, midiendo ésta con una regla de 1.20 m de longitud, colocada transversalmente al eje de la calzada; la medición se efectúa donde la profundidad es mayor, promediando los valores determinados a intervalos de 6m, a lo largo de la misma. Se identifican tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) según la siguiente guía:

- L La profundidad promedio es de 6mm a 13 mm.
- M La profundidad promedio es de 13 mm a 25 mm.
- H La profundidad promedio es mayor de 25 mm.

**Medición:** El ahuellamiento se mide en metros cuadrados multiplicando su longitud por el ancho afectado por la huella. Se registran separadamente, según su severidad, las áreas totales medidas en la muestra o sección.

#### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.

M: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.

H: Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobrecarpeta.



*Fig. 03-15 Ahuellamiento de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

## **16. Desplazamiento**

**Descripción:** Movimiento plástico caracterizado por el desplazamiento o deslizamiento de la mezcla asfáltica, a veces acompañado por el

levantamiento del material, formando “cordones” principalmente laterales. Típicamente pueden identificarse a través de la señalización horizontal observándose una serpenteante demarcación de carriles.

**Posibles causas:** Son ocasionadas por la acción de las cargas del tránsito, cuando se dan algunas de las situaciones siguientes:

- Capa asfáltica muy superficial muy deformable (baja estabilidad) con frecuencia mal adherida a la base subyacente;
- Deficiencias durante la elaboración de la mezcla: exceso de asfalto;
- Altas temperaturas de servicio;
- Deficiente adherencia entre capa superior e inferior, asociada a defectos constructivos tales como exceso de asfalto en riesgo de imprimación, curado liga, o bien la degradación de la porción superior de las bases cementadas;
- Falta de contención lateral o por el contrario, empujes por la dilatación en losas de hormigón contiguas o subyacentes;
- Desplazamiento lateral de bases granulares (movimiento lateral y ascendente);

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base de una evaluación cualitativa de su efecto en la comodidad de manejo. Cuando el daño se manifiesta en forma muy localizada deberá recurrirse a una apreciación visual, correlacionándola con su probable efecto en la calidad de conducción; la siguiente sirve de referencia:

- L El corrimiento es perceptible y causa cierta vibración en el vehículo sin llegar a general incomodidad.
- M El corrimiento causa una significativa vibración o balanceo al vehículo, que genera cierta incomodidad
- H El corrimiento causa al vehículo un excesivo balanceo que genera una sustancial incomodidad y/o riesgo para la seguridad de circulación, siendo necesaria una apreciable reducción de la velocidad.

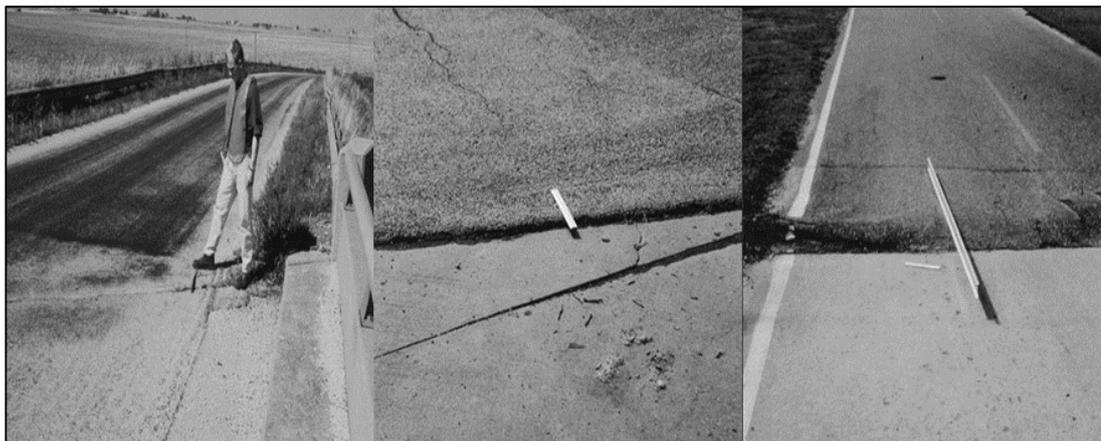
**Medición:** Los corrimientos se miden en metros cuadrados, registrando separadamente de acuerdo a su severidad, el área total afectada en la muestra o sección.

### Opciones de reparación:

L: No se hace nada. Fresado.

M: Fresado. Parcheo parcial o profundo.

H: Fresado. Parcheo parcial o profundo.



*Fig. 03-16 Desplazamiento de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

### 17. Grieta parabólica

**Descripción:** Fisuras en forma de media luna –o más precisamente de cuarto creciente– que tienen generalmente sus dos extremos apuntando hacia fuera en la dirección del tráfico. Ocurren fundamentalmente en la huellas de canalización del tránsito en correspondencia con sectores de frenado o cambio de dirección. A veces se las denomina también “fisuras por resbalamiento” aludiendo al mecanismo que las produce.

**Posibles causas:** Las fisuras en arco se producen cuando las fuerzas horizontales provocadas por el frenado o cambio de dirección de las ruedas del tránsito vehicular son suficientemente importantes como para hacer deslizar y deformar la capa asfáltica superficial. Esta situación se presenta cuando:

- Se combina una mezcla asfáltica de baja estabilidad y una deficiente adherencia entre la capa superficial y la capa inmediatamente subyacente;
- Es deficiente la adherencia en la interface capa asfáltica/base como consecuencia de la falta de riego de la liga, contaminación de polvo

antes o durante su ejecución o por el contrario, un exceso de la dotación de la ligante;

- Los espesores de carpeta son muy reducidos y son colocados sobre una superficie fácilmente degradable (bases estabilizadas con ligantes hidráulicos) o excesivamente pulida (pavimentos de hormigón).

**Niveles de severidad:** No se definen diferentes niveles de severidad: es suficiente con indicar que existen fisuras en arco, por resbalamiento. Sin inicialmente se presentan como un conjunto de fisuras finas dispuestas paralelamente, una vez que el deslizamiento de la mezcla ha tenido lugar su evolución es muy rápida: se fractura el área alrededor de las grietas en trozos fácilmente removibles, que desaparecen rápidamente por acción del tránsito, dando lugar a un “bache”.

**Medición:** Las fisuras en arco se miden en metros cuadrados totalizados la superficie afectada dentro de la unidad o sección de pavimento evaluada.

#### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Parcheo parcial.

M: Parcheo parcial.

H: Parcheo parcial.



*Fig. 03-17 Grieta parabólica de baja, media y alta severidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

## **18. Hinchamiento**

**Descripción:** Abultamiento o acenso vertical de la superficie del pavimento, puede ocurrir en forma de onda abrupta y pronunciada sobre

una pequeña área, o por el contrario en forma de una onda gradual, de más de 3 m de longitud, que distorsiona el perfil de la vía. En ambos casos puede ser acompañado de agrietamientos.

**Posibles causas:** En razón de las condiciones climáticas del país (ausencia de fenómenos de congelamiento) el origen de estos daños se reduce exclusivamente a proceso de expansión, como consecuencia de:

- Cambio volumétricos en fundaciones arcillosas altamente expansivas;
- Deficiente tratamiento de suelos arcilloso, potencialmente expansivos, durante la construcción y compactación de terraplenes y fundaciones;
- Contaminación de los materiales que conforman las capas del pavimento y/o la fundación con materia orgánica.

**Niveles de severidad:** Se definen tres niveles de severidad (bajo, medio y alto) en base a una evaluación cualitativa de su defecto en la comodidad de manejo.

Cuando el daño se manifiesta en forma muy localizada deberá recurrirse a una apreciación visual, correlacionándola con su probable efecto en la calidad de la conducción; la siguiente quía sirve de referencia:

- L Baja incidencia en la comodidad del manejo, apenas perceptible a la velocidad de operación promedio. Pequeña distorsión del perfil longitudinal.
- M Moderada incidencia en la comodidad de manejo; genera discomfort y obliga la velocidad de operación promedio.
- H Alta incidencia en la comodidad de manejo al punto que condiciona la velocidad promedio de operación y producen una severa incomodidad, con peligro para la circulación.

**Medición:** El hinchamiento se mide en metros cuadrados de superficie afectada registrando separadamente según su severidad, el área total afectada en la muestra o sección.

**Opciones de reparación:**

L: No se hace nada.

M: No se hace nada. Reconstrucción.

H: Reconstrucción.



*Fig. 03-18 Hinchamiento de severidad alta.*

*Fuente. Elaboración propia.*

### **19. Desprendimiento de agregados**

**Descripción:** La meteorización y el desprendimiento son la pérdida de la superficie del pavimento debida a la pérdida del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado. Este daño indica que, o bien el ligante asfáltico se ha endurecido de forma apreciable, o que la mezcla presente es de pobre calidad. Además, el desprendimiento puede ser causado por ciertos tipos de tránsito, por ejemplo, vehículos de orugas. El ablandamiento de la superficie y la pérdida de los agregados debidos al derramamiento de aceites también se consideran como desprendimiento.

#### **Posibles causas:**

- Pérdidas del ligante asfáltico y de las partículas sueltas de agregado.
- Mezcla de pobre calidad.
- Tránsito de vehículos de orugas.
- Derramamiento de aceites.

#### **Niveles de severidad:**

L: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse. En el caso de derramamiento de aceite, puede verse la mancha del mismo, pero la superficie es dura y no puede penetrarse con una moneda.

M: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada. En el caso de derramamiento de aceite, la superficie es suave y puede penetrarse con una moneda.

H: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada. Las áreas ahuecadas tienen diámetros menores que 10.0 mm y profundidades menores que 13.0 mm; áreas ahuecadas mayores se consideran huecos. En el caso de derramamiento de aceite, el ligante asfáltico ha perdido su efecto ligante y el agregado está suelto.

**Medición:** La meteorización y el desprendimiento se miden en pies cuadrados (o metros cuadrados) de área afectada.

#### **Opciones de reparación:**

L: No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.

M: Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.

H: Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje. Reconstrucción.

Para los niveles M y H, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.



*Fig. 03-19 Desprendimiento de agregados de baja, media y alta densidad.*

*Fuente. Elaboración propia.*

#### **Anexo 04. Cálculo del IRI con el rugosímetro de Merlín**

Inicialmente se procede con la calibración del equipo en el laboratorio, ubicándose éste en una superficie totalmente horizontal se ajustan los puntos de apoyo haciendo que el puntero marque 25. El ensayo se realizó en los dos carriles de la Avenida Jorge Basadre Grohmann, comenzando desde el Óvalo Grau a la Avenida Circunvalación Este y así en sentido contrario, una vez tomadas todas las lecturas se procede a la medición de los parámetros para la corrección por pastilla,

Para la ejecución de los ensayos se requiere de 3 personas que trabajan conjuntamente, uno de ellos es el operador que conduce el equipo y realiza las lecturas junto a un auxiliar que las anota, así como otro que se encarga de estar alerta en la seguridad durante el ensayo. Debe seleccionarse un tramo de aproximadamente 400 m de longitud, sobre un determinado carril de una vía. Las mediciones se efectúan siguiendo la huella exterior del tráfico.

Para determinar un valor de rugosidad se deben efectuar 200 observaciones de las irregularidades que presenta el pavimento (desviaciones relativas a la cuerda promedio), cada una de las cuáles son detectadas por el patín móvil del MERLIN, y que a su vez son indicadas por la posición que adopta el puntero sobre la escala graduada del tablero, generándose de esa manera las lecturas.

Las observaciones deben realizarse estacionando el equipo a intervalos regulares, generalmente cada 2 metros de distancia; en la práctica esto se resuelve tomando como referencia la circunferencia de la rueda del MERLÍN, que es aproximadamente esa dimensión, es decir, cada ensayo se realiza al cabo de una vuelta de la rueda.

En cada observación el instrumento debe descansar sobre el camino apoyado en tres puntos fijos e invariables: la rueda, el apoyo fijo trasero y el estabilizador para ensayo. La posición que adopta el puntero corresponderá a una lectura entre 1 y 50, la que se anotan en un formato de campo.

El formato consta de una cuadrícula compuesta por 20 filas y 10 columnas empezando por el casillero (1, 1), los datos se llenan de arriba hacia abajo y de izquierda a derecha.

El proceso de medición es continuo y se realiza a una velocidad promedio de 2 km/h. La prueba empieza estacionando el equipo al inicio del trecho de ensayo, el operador espera que el puntero se estabilice y observa la posición que adopta respecto de la escala colocada sobre el tablero, realizando así la lectura que es anotada por el auxiliar.

Paso seguido, el operador toma el instrumento por las manijas, elevándolo y desplazándolo la distancia constante seleccionada para usarse entre un ensayo y otro (una vuelta de la rueda). En la nueva ubicación se repite la operación explicada y así sucesivamente hasta completar las 200 lecturas. El espaciado entre los ensayos no es un factor crítico, pero es recomendable que las lecturas se realicen siempre estacionando la rueda en una misma posición, para lo cual se pone una señal o marca llamativa sobre la llanta (con gutapercha fosforescente, por ejemplo), la que debe quedar siempre en contacto con el piso.

Ello facilita la labor del operador quién, una vez hecha la lectura, levanta el equipo y controla que la llanta gire una vuelta haciendo coincidir nuevamente la marca sobre el piso.

Como se ha explicado, para la generación de los 200 datos que se requieren para determinar un valor de rugosidad, se emplea una escala arbitraria de 50 unidades colocada sobre el tablero del rugosímetro, la que sirve para registrar las doscientas posiciones que adopta el puntero del brazo móvil. La división N25 debe ser tal que corresponda a la posición central del puntero sobre el tablero cuando el perfil del terreno coincide con la línea o cuerda promedio. En la medida que las diversas posiciones que adopte el puntero coincidan con la división N25 o con alguna cercana (dispersión baja), el ensayo demostrará que el pavimento tiene un perfil igual o cercano a una línea recta (baja rugosidad). Por el contrario, si el puntero adopta repetitivamente posiciones alejadas a la división N25 (dispersión alta), se demostrará que el pavimento tiene un perfil con múltiples inflexiones (rugosidad elevada).

La dispersión de los datos obtenidos con el MERLÍN se analiza calculando la distribución de frecuencias de las lecturas o posiciones adoptadas por el puntero, la cual puede expresarse, para fines didácticos, en forma de histograma. Posteriormente se establece el rango de los valores agrupados en intervalos de frecuencia, luego de descartarse el 10% de datos

que correspondan a posiciones del puntero poco representativas o erráticas. En la práctica se elimina 5% (10 datos) del extremo inferior del histograma y 5% (10 datos) del extremo superior.

Efectuado el descarte de datos, se calcula el "ancho del histograma" en unidades de la escala, considerando las fracciones que pudiesen resultar como consecuencia de la eliminación de los datos. En la figura 9 por ejemplo, en el extremo inferior del histograma, se tiene que por efecto del descarte de los 10 datos se eliminan los intervalos 1, 2 Y 3, y un dato de los doce que pertenecen al intervalo 4, en consecuencia, resulta una unidad fraccionada igual a  $11/12=0.92$ .

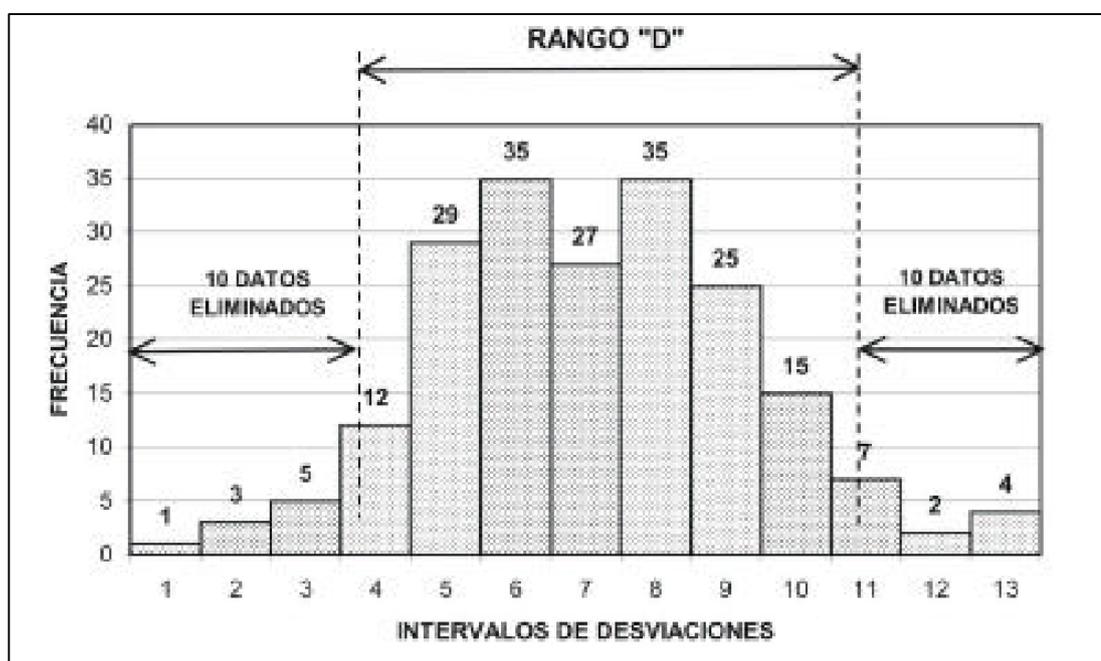


Fig. 04-1. Histograma de una distribución de frecuencias de una muestra de 200 desviaciones medidas en forma consecutiva.

Fuente. Manual del usuario MERLINER.

Caso similar sucede en el extremo superior del histograma, en donde resulta una unidad fraccionada igual a  $3/7 = 0.43$ . Se tiene en consecuencia un rango igual a  $0.92 + 6 + 0.43 = 7.35$  unidades. El Rango D determinado se debe expresar en milímetros, para lo cual se multiplica el número de unidades calculado por el valor que tiene cada unidad en milímetros ( $7.35 \times 5\text{mm} = 36.75\text{mm}$ ).

Las ecuaciones 1 y 2 representan correlaciones entre el valor D y la rugosidad en unidades IRI, las cuales han sido desarrolladas para una condición de relación de brazos del rugosímetro de 1 a 10. Esta relación en la

práctica suele variar, y depende del desgaste que experimenta el patín del brazo móvil del instrumento. En consecuencia, para corregir los resultados se verifica la relación de brazos actual del instrumento, y se determina un factor de corrección que permita llevar los valores a condiciones estándar.

Para determinar el factor de corrección se hace uso de un disco circular de bronce de aproximadamente 5 cm de diámetro y 6 mm de espesor, y se procede de la siguiente manera:

- Se determina el espesor de la pastilla en milímetros, utilizando un calibrador que permita una aproximación al décimo de mm. El espesor se calculará como el valor promedio considerando 4 medidas diametralmente opuestas.

Por ejemplo: el espesor medido es 6.2 mm

Se coloca el rugosímetro sobre una superficie plana (un piso de terrazo, por ejemplo) y se efectúa la lectura que corresponde a la posición que adopta el puntero cuando el patín móvil se encuentra sobre el piso (por ejemplo, lectura=25). Se levanta el patín y se coloca la pastilla de calibración debajo de él, apoyándola sobre el piso.

Esta acción hará que el puntero sobre el tablero se desplace, asumiendo una relación de brazos estándar de 1 a 10, una distancia igual al espesor de la pastilla multiplicado por 10 (es decir:  $6.2 \times 10 = 62$  mm), lo que significa, considerando que cada casillero mide 5 mm, que el puntero se ubicará aproximadamente en el casillero 12, siempre y cuando la relación de brazos actual del equipo sea igual a la asumida.

Si no sucede eso, se deberá encontrar un factor de corrección (F.C.) usando la siguiente expresión:

$$F.C. = (EP \times 10) / [(LI - LF) \times 5] \quad (1)$$

Donde:

EP: Espesor de la pastilla

LI: Posición inicial del puntero

LF: Posición final del puntero

Por ejemplo:

Si la posición inicial del puntero fue 25 y la final fue 10, entonces el Factor de Corrección será:

$$Fe = (6.2 \times 10) / [(25 - 10) \times 5] = 0.82666 \quad (2)$$

Existe también la variación de relación de brazos para facilidad del trabajo, el rugosímetro admite dos posiciones para el patín del brazo pivotante:

- a. Una posición ubicada a 10 cm del punto de pivote, posición estándar que se utiliza en el caso de pavimentos nuevos o superficies muy lisas (baja rugosidad). En este caso la relación de brazos utilizada será 1 a 10.
- b. Una posición ubicada a 20 cm del punto de pivote, posición alterna que se utiliza en el caso de pavimentos afirmados muy deformados o pavimentos muy deteriorados. En ese caso la relación de brazos será 1 a 5. De usar esta posición, el valor D determinado deberá multiplicarse por un factor de 2.

El cálculo del rango "D" corregido considera el Factor de Corrección (FC=0.82666) y la relación de brazos empleada en los ensayos (RB=1). El valor D corregido será  $36.75\text{mm} \times 0.82666 \times 1 = 30.38 \text{ mm}$ , esto en "unidades MERLIN".

Para transformar la rugosidad de unidades MERLIN a la escala del IRI, se usan las siguientes expresiones:

$$\text{Si: } 2.4 < \text{IRI} < 15.9, \text{ entonces: } \text{IRI} = 0.593 + 0.0471D$$

$$\text{Si: } \text{IRI} < 2.4, \text{ entonces: } \text{IRI} = 0.0485D$$

Aplicando la expresión para el caso de  $\text{IRI} < 2.4$ , se obtiene finalmente, para el ejemplo seguido, una rugosidad igual a 1.47 m/km.

## Anexo 05. Panel fotográfico



*Fotografía 1. Tráfico vehicular en la avenida Jorge Basadre Grohmann con la intersección con la avenida Patricio Meléndez.*



*Fotografía 2. Intersección avenida Jorge Basadre Grohmann con la avenida Patricio Meléndez.*



*Fotografía 3. Obtención del área para el tipo de falla de Huevo para el PCI.*



*Fotografía 4. Obtención del área para el tipo de falla de Hundimiento para el PCI.*



Fotografía 5. Obtención del área para el tipo de falla de Depresión para el PCI.



Fotografía 6. Obtención del desnivel para el tipo de falla de Hueco para el PCI.



*Fotografía 7. Tránsito vehicular a la altura de la intersección con la avenida Tarata, nótese el mal estado de la vía (Desgaste de la superficie y parcheos).*



*Fotografía 8. Mal estado de la vía al frente del grifo municipal de Ciudad Nueva.*



*Fotografía 9. Huecos, desprendimiento de agregados al frente del grifo municipal de Ciudad Nueva.*



*Fotografía 10. Mal estado de la avenida Jorge Basadre Grohmann carril este a oeste.*



*Fotografía 11. Presencia de huecos y desprendimiento de agregados en la dirección este a oeste.*



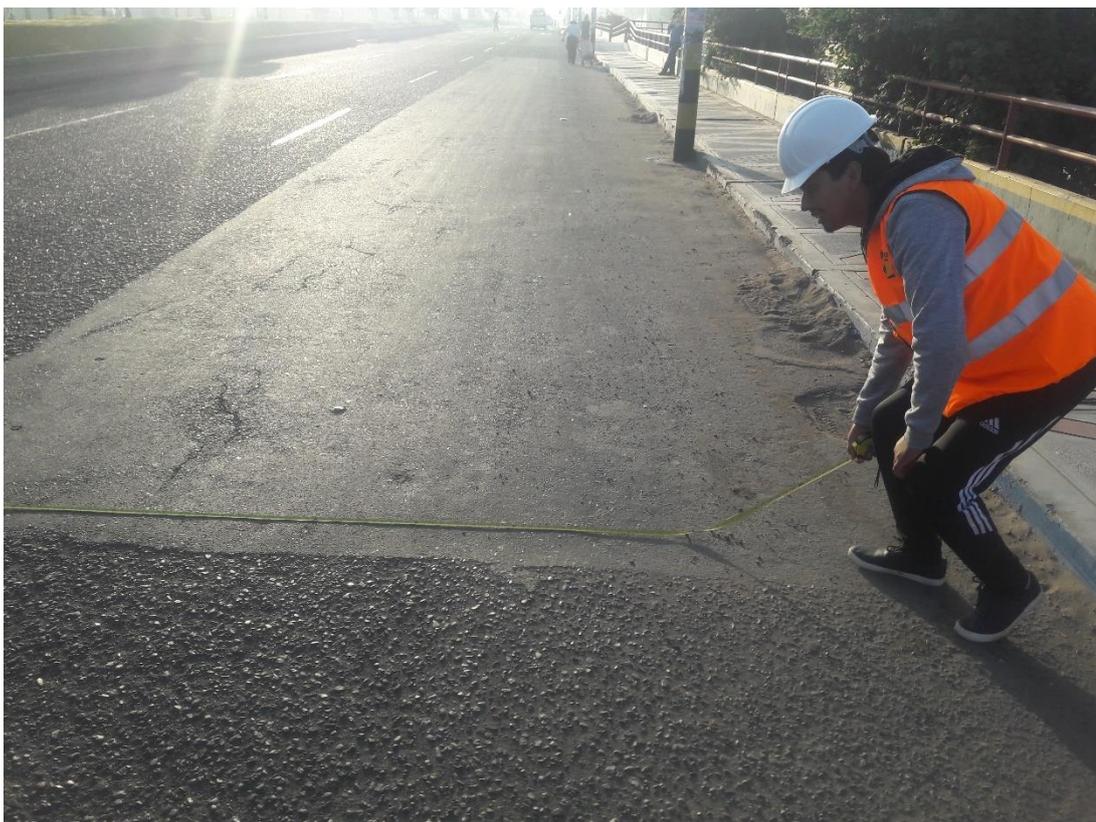
*Fotografía 12. Se observa un alto desgaste de la superficie.*



*Fotografía 13. Presencia de huecos y un alto desgaste de la superficie.*



*Fotografía 14. Parcheo y desgaste de superficie en la avenida Jorge Basadre Grohmann.*



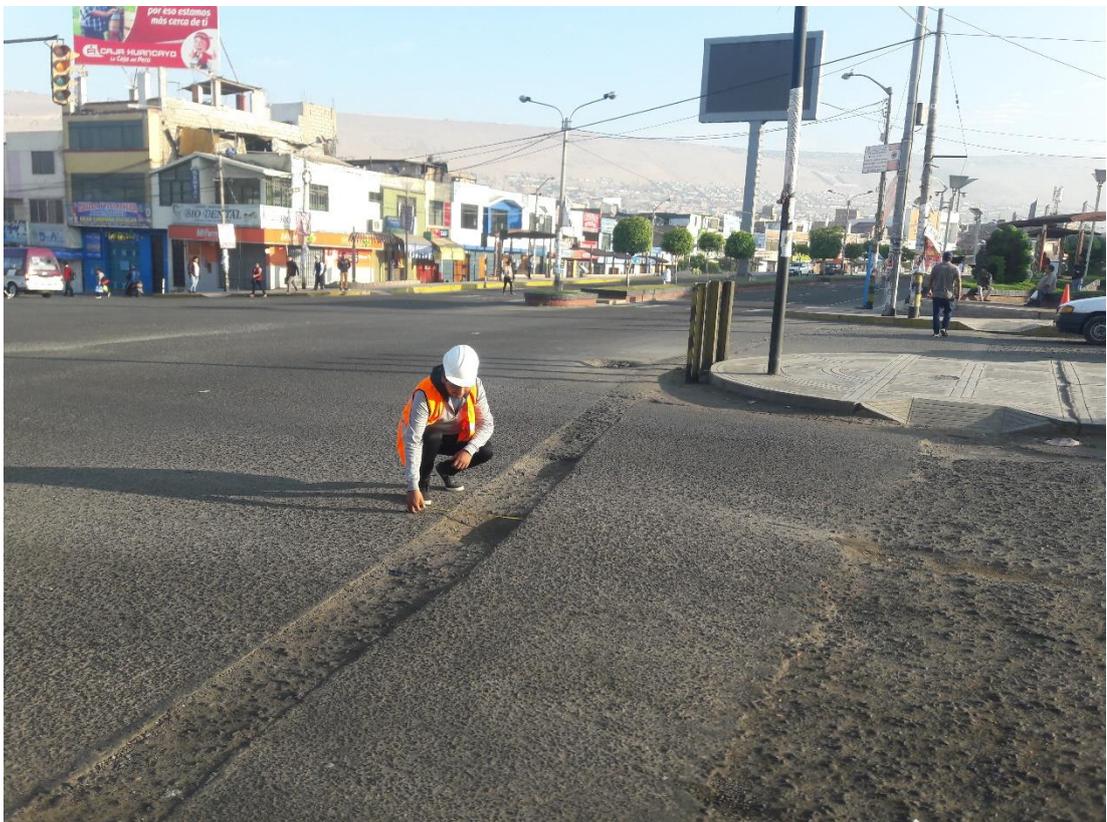
*Fotografía 15. Medición del área para el tipo de falla de Parcheo para el PCI.*



*Fotografía 16. Se observa la ubicación de los conos de seguridad así como el uso del chaleco y casco de seguridad.*



Fotografía 17. Medición del área para el tipo de falla de Parcheo para el PCI.



Fotografía 18. Parcheo con severidad alta en intersección con la avenida Pinto.



*Fotografía 19. Alto nivel de desgaste al frente del Centro Cultural de la municipalidad distrital Alto de la Alianza.*



*Fotografía 20. Medición del área para el tipo de falla de Parcheo para el PCI.*



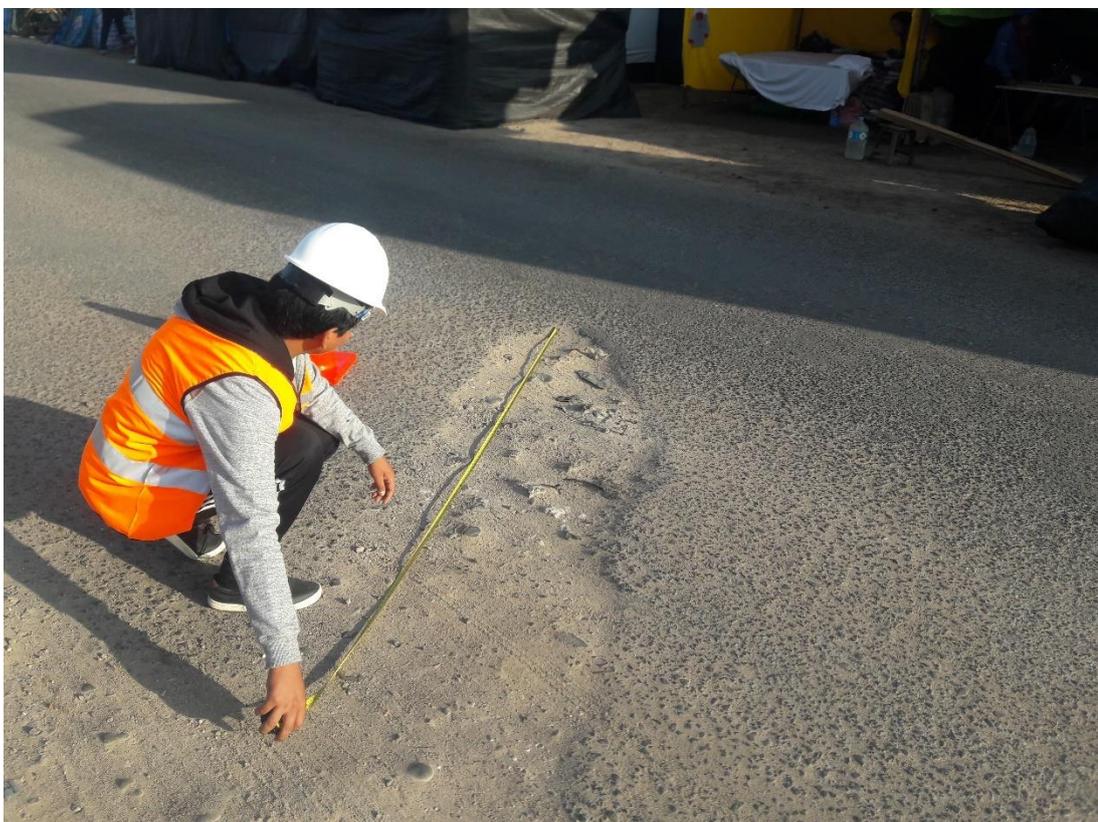
*Fotografía 21. Medición del área para el Parcheo del buzón al frente del Instituto Tecnológico Vigil.*



*Fotografía 22. Medición del área para el tipo de falla de Parcheo para el PCI.*



*Fotografía 23. Medición del área para el tipo de falla de Parcheo para el PCI.*



*Fotografía 24. Medición del área para el tipo de falla de Parcheo para el PCI.*



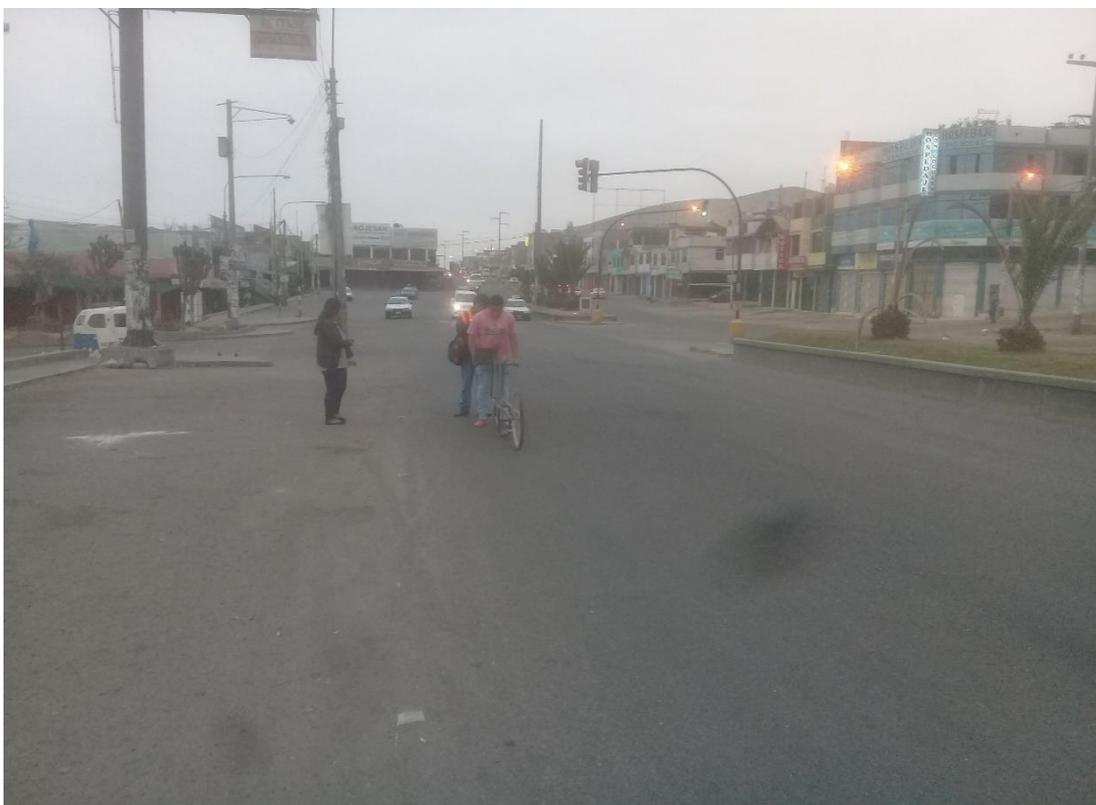
Fotografía 25. Medición del área para el tipo de falla de Huevo para el PCI.



Fotografía 26. Medición de la rugosidad del pavimento con el rugosímetro de Merlín en la avenida Jorge Basadre Grohmann.



*Fotografía 27. El asistente del técnico operador del rugosímetro anota las lecturas obtenidas.*



*Fotografía 28. La medición se hace en el extremo derecho del carril de su respectiva dirección.*



*Fotografía 29. La medición se realizó a tempranas horas del día para no interferir con el alto tránsito de la avenida.*



*Fotografía 30. Se observa el uso del chaleco de seguridad como protección al tráfico además de que se contaba con apoyo adicional que recurrentemente se encargaba de vigilar la velocidad con que transitaban los vehículos.*



Fotografía 31. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.



Fotografía 32. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.



*Fotografía 33. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 34. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 35. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 36. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 37. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 38. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 39. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 40. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 41. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*



*Fotografía 42. Ensayo con el rugosímetro de Merlín.*