

**UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO**  
**CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**“ANÁLISIS DEL ESTADO DE PRESERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE  
DE LA AV. ANTENOR ORREGO TRAMO URB. TRUPAL- URB. LOS  
CLAVELES, UTILIZANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE  
PAVIMENTO PCI, TRUJILLO, 2018”**

**TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL  
PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**BACH. ESCUDERO FLORES WILMAN JOEL**

**ASESOR:**

**MG/ING. ENRIQUE DURAD BAZAN**

**TRUJILLO – PERÚ**

**2018**

**JURADO DICTAMINADOR**

---

**PRESIDENTE**

---

**SECRETARIO**

---

**VOCAL**

### **DEDICATORIA.**

Este proyecto de tesis se la dedico a Dios, por permitirme llegar a este momento especial en mi vida, De igual manera dedico a mis padres Josefa Flores Ponce y Marino Escudero López a pesar de la distancia física siempre fueron mi motivación ante toda adversidad y demostrarme que con lucha y perseverancia se logran grandes cosas. A mis profesores, Gracias por su tiempo, por su apoyo así como la sabiduría que me transmitieron en el desarrollo de mi formación profesional.

## INDICE DE CONTENIDOS

<b>JURADO DICTAMINADOR.....</b>	<b>2</b>
<b>DEDICATORIA .....</b>	<b>3</b>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS .....</b>	<b>4</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS .....</b>	<b>6</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS.....</b>	<b>10</b>
<b>RESUMEN.....</b>	<b>13</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>14</b>
<b>CAPITULO I. INTRODUCCION.....</b>	<b>12</b>
1.1. Realidad problemática. ....	12
1.2. Formulación del problema. ....	14
1.3. Justificación del problema. ....	14
1.4. Objetivos.....	15
1.4.1. Objetivo General.....	15
1.4.2. Objetivos Específicos.....	15
1.5. Línea de Investigación.....	15
1.6. Alcances, Limitaciones.....	16
<b>CAPITULO II. MARCO TEORICO.....</b>	<b>17</b>
2.1. Antecedentes.....	17
2.2. Bases Teóricas.....	19
2.2.1. Definición de pavimento.....	19
2.2.2. Tipos de pavimentos.....	19
2.2.3. Ciclo de vida de los pavimentos.....	23
2.2.4. Mantenimiento y rehabilitación de pavimentos .....	23
2.2.5. Evaluación del pavimento.....	27
2.2.6. Fallas en los pavimentos.....	29
2.2.7. Tipos de Fallas en el Pavimento Flexible según el Manual del ASTM D6433.....	29
2.2.8. Descripción del Manual de Cálculo del Índice de Condición de Pavimento (PCI) .....	50
<b>CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION .....</b>	<b>58</b>
3.1. Tipo y Diseño de la Investigación.....	58
3.2. Definición de la Variable.....	58

3.3. Operacionalización de la Variable.....	58
3.4. Población Muestra.....	59
3.5. Técnicas, procedimientos e instrumentos.....	59
3.6. Instrumentos Propuestos.....	60
<b>CAPITULO IV. PROPUESTA DE APLICACION PROFESIONAL .....</b>	<b>62</b>
4.1. Datos de la zona. ....	62
4.2. Datos de la vía.....	63
4.3. Características de tránsito: .....	64
<b>CAPITULO V. RESULTADOS.....</b>	<b>69</b>
6.1. Determinación del estado del pavimento flexible. ....	69
6.2. Resumen de los Datos de la Av. Antenor Orrego, Tramo Urb.Trupal-Los Claveles. .....	129
<b>CAPITULO VI. CONCLUSIONES .....</b>	<b>133</b>
6.1. Conclusiones.....	133
<b>CAPITULO VII. RECOMENDACIONES .....</b>	<b>134</b>
7.1. Recomendaciones.....	134
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>135</b>
<b>ANEXOS .....</b>	<b>137</b>

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 01. Condiciones del pavimento.....	50
Tabla 02. Unidad de Muestreo.....	52
Tabla 03. Formato de exploración de condición para carreteras con superficie asfáltica...54	
Tabla 04. Formato Para las Interacciones del Cálculo del CDV. ....	57
Tabla 05. Operacionalización de Variables.....	58
Tabla 06. Resumen del Estudio de Tráfico .....	64
Tabla 07. Resumen de las características de la vía. ....	65
Tabla 08. Resumen de Fallas del pavimento. ....	69
Tabla 09. Hoja de registro de la unidad de muestra U 01, de la Av. Antenor Orrego. ....	70
Tabla 10. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 01. ....	71
Tabla 11. Hoja de registro de la unidad de muestra U 02, de la Av. Antenor Orrego. ....	72
Tabla 12. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 02. ....	73
Tabla 13. Hoja de registro de la unidad de muestra U 03, de la Av. Antenor Orrego .....	74
Tabla 14. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 03. ....	75
Tabla 15. Hoja de registro de la unidad de muestra U 04, de la Av. Antenor Orrego .....	76
Tabla 16. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 04. ....	77
Tabla 17. Hoja de registro de la unidad de muestra U 05, de la Av. Antenor Orrego. ....	78
Tabla 18. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 05. ....	79
Tabla 19. Hoja de registro de la unidad de muestra U 06, s de la Av. Antenor Orrego....	80
Tabla 20. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 06. ....	81
Tabla 21. Hoja de registro de la unidad de muestra U 07 de la Av. Antenor Orrego. ....	82
Tabla 22. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 07.....	83
Tabla 23. Hoja de registro de la unidad de muestra U 08, de la Av. Antenor Orrego. ....	84
Tabla 24. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 08.....	85
Tabla 25. Hoja de registro de la unidad de muestra U 09, de la Av. Antenor Orrego .....	86
Tabla 26. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 09. ....	87
Tabla 27. Hoja de registro de la unidad de muestra U 10, de la Av. Antenor Orrego. ....	89
Tabla 28. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 10.....	90
Tabla 29. Hoja de registro de la unidad de muestra U 11 de la Av. Antenor Orrego. ....	91
Tabla 30. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 11. ....	92
Tabla 31. Hoja de registro de la unidad de muestra U 12, de la Av. Antenor Orrego. ....	93
Tabla 32. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 12.....	94
Tabla 33. Hoja de registro de la unidad de muestra U 13, de la Av. Antenor Orrego. ....	95
Tabla 34. Cálculo del PCI de la unidad de muestra U 13.....	96
Tabla 35. Hoja de registro de la unidad de muestra U 14, de la Av. Antenor Orrego .....	97

Tabla 36. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 14.....	98
Tabla 37. Hoja de registro de la unidad de muestra U 15 de la Av. Antenor Orrego .....	99
Tabla 38. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 15.....	100
Tabla 39. Hoja de registro de la unidad de muestra U 16, de la Av. Antenor Orrego. ...	101
Tabla 40. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 16.....	102
Tabla 41. Hoja de registro de la unidad de muestra U 17, de la Av. Antenor Orrego ....	103
Tabla 42. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 17.....	104
Tabla 43. Hoja de registro de la unidad de muestra U 18, de la Av. Antenor Orrego ....	105
Tabla 44. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 18.....	106
Tabla 45. Hoja de registro de la unidad de muestra U 19, de la Av. Antenor Orrego ....	107
Tabla 46. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 19.....	108
Tabla 47. Hoja de registro de la unidad de muestra U 20, de la Av. Antenor Orrego. ...	109
Tabla 48. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 20.....	110
Tabla 49. Hoja de registro de la unidad de muestra U 21 de la Av. Antenor Orrego .....	111
Tabla 50. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 21.....	112
Tabla 51. Hoja de registro de la unidad de muestra U 22 de la Av. Antenor Orrego .....	113
Tabla 52. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 22.....	114
Tabla 53. Hoja de registro de la unidad de muestra U 23, de la Av. Antenor Orrego. ...	115
Tabla 54. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 23.....	116
Tabla 55. Hoja de registro de la unidad de muestra U 24, de la Av. Antenor Orrego ....	117
Tabla 56. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 24.....	118
Tabla 57. Hoja de registro de la unidad de muestra U 25, de la Av. Antenor Orrego ....	119
Tabla 58. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 25.....	120
Tabla 59. Hoja de registro de la unidad de muestra U 26, de la Av. Antenor Orrego ....	121
Tabla 60. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 26.....	122
Tabla 61. Hoja de registro de la unidad de muestra U 27, de la Av. Antenor Orrego ....	123
Tabla 62. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 27.....	124
Tabla 63. .... Hoja de registro de la unidad de muestra U 28, sección 04, de la Av. Antenor Orrego .....	125
Tabla 64. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 28.....	126
Tabla 65. Hoja de registro de la unidad de muestra U 29, de la Av. Antenor Orrego ....	127
Tabla 66. Hoja de registro de la unidad de muestra U 30, de la Av. Antenor Orrego ....	128
Tabla 69: Resumen del estado actual de cada unidad de muestra.....	129

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 01. Pavimento flexible. ....	20
Figura 02. Pavimento rígido. ....	21
Figura 03. Ciclo de vida del pavimento. ....	23
Figura 04. Sellado de grietas. ....	24
Figura 05. Bacheo superficial y profundo. ....	25
Figura 06. Sello localizado. ....	26
Figura 07. Riego negro. ....	27
Figura 08. Piel de cocodrilo. ....	30
Figura 09. Exudación. ....	31
Figura 10. Fisuras en bloque. ....	32
Figura 11. Abultamientos. ....	33
Figura 12. Hundimientos. ....	34
Figura 13. Corrugación. ....	35
Figura 14. Depresión. ....	36
Figura 15. Fisuras de borde. ....	37
Figura 16. Fisura de reflexión de junta. ....	38
Figura 17. Desnivel carril-berma. ....	39
Figura 18. Fisuras longitudinales. ....	40
Figura 19. Fisuras transversales. ....	41
Figura 20. Parche. ....	41
Figura 21. Parche de cortes utilitarios. ....	41
Figura 22. Agregado pulido. ....	42
Figura 23. Huecos. ....	43
Figura 24. Ahuellamiento. ....	44
Figura 25. Desplazamiento. ....	45
Figura 26. Fisura parabólica. ....	46
Figura 27. Hinchamiento. ....	47
Figura 28. Peladura. ....	48
Figura 29: Procedimiento de la evaluación del pavimento. ....	58
Figura 30: Odómetro. ....	60
Figura 31: Regla de Aluminio. ....	60
Figura 32: Mapa. ....	61
Figura 33: Vista Panorámico de la Av. Antenor Orrego. ....	62
Figura 34: Contenido del Software PCI. ....	65
Figura 35: Inventario de Fallas Ingresadas a la Plantilla de Excel. ....	66



Figura 36: Ejecución del software PCI. ....	66
Figura 37: Resultados Obtenidos con el Software PCI. ....	67
Figura 38: Resultado en Bloc De Notas de los resultados de cada unidad. ....	67
Figura 39: Grafico estadístico de fallas del pavimento. ....	131
Figura 40: Grafico estadístico de porcentaje de cada falla del pavimento. ....	131
Figura 41: Grafico estadístico del estado de vía en estudio según el rango de calificación del manual del ASTM D6433. ....	132

## RESUMEN

En este trabajo de investigación realizado en la Av. Antenor Orrego, tramo Urb. Trupal - Urb. Los Claveles, se hizo una inspección visual y un registro de todas las fallas de la vía, logrando determinar el estado actual del pavimento, con el uso del manual ASTM D6433 Método del PCI y los parámetros establecidos, teniendo en cuenta la evaluación del pavimento cuando el PCI = 0 es un pavimento malo y cuando el PCI = 100 es un pavimento excelente.

En la Av. Antenor Orrego, tramo Urb. Trupal - Urb. Los Claveles se tomó un solo carril de vía, tomando una distancia de 1,000 m. (1 Km) siendo el ancho de la calzada 7.10 m. a lo largo de la vía. Según los parámetros del PCI se determinó que cada sección debe medir 32.47 de largo, teniendo como resultado 30 unidades de muestreo con un área de 230.54 m<sup>2</sup> cada sección.

Este proyecto se dividió en siete partes, donde la primera parte trata de la realidad problemática donde se habla del mal estado de las vías y su malestar que ocasiona en los usuarios que utilizan a diario esta vía para desplazarse, la justificación del problema sería mantener la vía en buen estado y finalmente los objetivos evaluar el estado de preservación de vía. En la segunda parte se encuentra el marco teórico y las bases teóricas. En la tercera parte la formulación de la hipótesis, en la cuarta parte se trata de la aplicación del método en la zona de estudio. En la quinta parte se menciona los materiales y métodos empleados, en la sexta parte se muestran los valores de las unidades de muestreo, en la séptima parte se describe los resultados y las fallas que más afectan al pavimento.

Finalmente se concluye que el estado actual de la Av. Antenor Orrego, tramo Urb. Trupal - Urb. Los Claveles, es bueno con un PCI promedio de 55.

## ABSTRACT

In this research work carried out on Av. Antenor Orrego, Urb. Trupal - Urb. Los Claveles section, a visual inspection and a record of all road failures was made, determining the current state of the pavement, with the use of the ASTM D6433 manual PCI method and the established parameters, taking into account the evaluation of the pavement when the  $PCI = 0$  is a bad pavement and when the  $PCI = 100$  is an excellent pavement.

On Av. Antenor Orrego, Urb. Trupal - Urb. Los Claveles section, a single track was taken, taking a distance of 1,000 m. (1 Km) being the width of the roadway 7.10 m. along the road. According to the PCI parameters, it was determined that each section should measure 32.47 meters long, resulting in 30 sampling units with an area of 230.54 m<sup>2</sup> each section.

This project was divided into seven parts, where the first part deals with the problematic reality where the poor state of the roads and their discomfort caused by users who use this route to travel daily, the justification of the problem would be to maintain the track in good condition and finally the objectives evaluate the state of road preservation. In the second part is the theoretical framework and the theoretical bases. In the third part of the formulation of the hypothesis, the fourth part deals with the application of the method in the study area. In the fifth part the materials and methods used are mentioned, in the sixth part the values of the sampling units are shown, in the seventh part the results and the faults that affect the pavement are described.

Finally, it is concluded that the current status of Av. Antenor Orrego, Urb. Trupal - Urb. Los Claveles section, is good with an average PCI of 55.

## CAPITULO I. INTRODUCCION

### 1.1. REALIDAD PROBLEMÁTICA.

Los medios de transporte o comunicación han experimentado grandes cambios, en infraestructura, en tecnología y hasta en rendimiento; se van “modernizando”, ya que permite el desarrollo de los países para llevarlos a un buen crecimiento urbanístico, social y económico. La evolución de los medio de transporte ha sido constante debido a las exigencias del hombre por conocer, conquistar, comerciar o atravesar grandes distancias. Esta evolución debe de ir acompañada de un factor fundamental que marcará el éxito o fracaso del medio de transporte: la duración del viaje. Si un viaje es demasiado largo, se exige que su duración sea lo más corto posible, y si es corto, se exige que sea, más rápido o inmediato. Tenemos que llegar a entender que somos esclavos del tiempo, por ello queremos que los viajes se hagan con más y más rapidez. Por ello, en años pasados, y también en la actualidad, los medios de transporte han dado resultados positivos para los países y economías emergentes. Por ejemplo la conectividad entre ciudades importantes dentro del país por medio de carreteras. Los medios de transporte no solo han sido de beneficio para prosperar las comunicaciones, sino que también han traído desventajas a nuestra vida. Llegan a ser demasiado contaminantes para el medio ambiente, alcanzan a dañar las redes carreteras (en el caso de los transportes terrestres), son sometidos a restricciones de tráfico, cargan con mayor siniestralidad de toneladas por kilómetro, el costo de su uso en ocasiones no puede ser solventado, y propician a diferentes tipos de accidentes, poniendo en riesgo la vida de sus mismo usuarios. (Canto Maya & Sánchez Aguilar, 2014).

La red vial del Perú está compuesta por tres grandes vías longitudinales que atraviesan de sur a norte, la carretera Panamericana, la carretera Longitudinal de la sierra y la carretera Marginal de la selva con una longitud total de 9600 km., comprende un abundante número de carreteras de penetración que en su mayoría parten de puertos o ciudades y que se dirigen hacia algún centro de producción o destino turístico, las que están expuestas a diferentes condiciones de acuerdo a la zona, algunas vías ubicadas por encima de 3 500 m.s.n.m. y con ciclos de calentamiento-enfriamiento en lapsos relativamente muy cortos produce cambios volumétricos que originan fallas que se hacen severas con el paso de los años. (Rabanal Pajares, 2014)

Los pavimentos flexibles se vienen construyendo desde finales del siglo XIX, su primera aplicación tuvo lugar en algunas calles de las ciudades de Europa, pasando después a los Estados Unidos, desarrollándose en estos países rápidamente la tecnología para la construcción de pavimentos. En el continente americano, Chile y Argentina acumulan igualmente gran experiencia y muchas obras de pavimentaciones durante el siglo XX, teniendo un magnífico comportamiento durante muchísimos años. (Rabanal Pajares, 2014)

Uno de los mayores problemas existentes en los pavimentos es la falta de un mantenimiento continuo así mismo la falta de un plan de vida prolongada para esta vía, es decir, no se evalúa el comportamiento ni el estado del pavimento con el paso del tiempo y sólo se interviene cuando el deterioro del pavimento llega a su estado grave, aumentando así progresivamente los costos elevados para su reconstrucción. (Hidalgo Gamarra, 2006)

El **Método PCI** consiste en la determinación de la condición del pavimento a través de inspecciones visuales, identificando clase, severidad y cantidad de fallas encontradas. Con la información de campo obtenida durante la auscultación vial, y siguiendo la metodología indicada en el PCI, se calcula un índice que cuantifica el estado en que se encuentra el pavimento analizado, es decir, señala si el pavimento está fallado, si es malo, muy malo, regular, si es bueno, muy bueno o excelente. (Rabanal Pajares, 2014)

La construcción de pavimentos en la ciudad de Trujillo ha ido aumentando debido al incremento del parque automotor que utiliza diariamente las vías que se construyen con el objetivo de brindar mejor comodidad para las personas que lo utilizan, sin embargo los pavimentos de dichas vías presentan deterioros, lo que genera malestar e inseguridad en las personas que conducen sus vehículos por las vías en mal estado. Como ejemplo podemos mencionar la demora en los tiempos de llegada a determinados lugares, el desgaste de llantas y el excesivo consumo de combustible de los vehículos que se produce cuando se acelera y desacelera constantemente; la invasión de carril también se puede atribuir a los pavimentos en mal estado que muchas de las veces genera accidentes de tránsito; otro efecto que acarrea este problema es la mala impresión que generan las fallas a la ciudad, debiéndose tener en cuenta para tomar medidas correctivas y solucionar estos problemas, ya que se sabe que la infraestructura de una ciudad es importante para el desarrollo, puesto que atrae turistas e inversión extranjera (MVCS, 2011).

La Av. Antenor Orrego (TRUJILLO), es una vía importante para el traslado de las personas que viven en el distrito de Buenos Aires o viceversa; haciendo un recorrido por dicha vía se pudo observar el deterioro progresivo del pavimento por falta de programas de mantenimiento. También, un mal estado del pavimento, puede ser el principal causante de accidentes de tránsito. Por ejemplo, las pistas de doble sentido se reducen sólo a uno, pues los vehículos circulan por el carril que se encuentra libre de fallas. Las fallas que afectan al asfalto se ocasionan por variados elementos: podría ser el resultado de un mal diseño estructural, la mala calidad de la materia prima (canteras, insumos que no tuvieron un control de calidad adecuado, etc.), errores constructivos como la inexperiencia o la falta de inspección de ingeniería para ejecutar dicho trabajo, vehículos que exceden del peso tolerado por dicha vía, estipulado por el reglamento de tránsito, como aporte propongo que se deben considerar otros factores como los naturales, todos

estamos enterados que Trujillo fue golpeado por los huaicos en el mes de Marzo y Abril, gran parte de la Av. Antenor Orrego sufrió los estragos siendo principal acceso para que las aguas lleguen al mar de Buenos Aires.

En este proyecto: Trabajo de suficiencia profesional, se va a evaluar el estado actual del pavimento flexible de la Av. Antenor Orrego, comenzando desde la URB. TRUPAL y terminando en la URB. LOS CLAVELES abarcando 1KM para el desarrollo de tesis, y la búsqueda de sus patologías existentes, mediante la observación anotando cada falla que se encuentre en los tramos correspondientes de estudio, procediéndose luego a la utilización del manual: **Índice de Condición de Pavimento (PCI)** para así analizar los 19 tipos de fallas que nos dice en el Manual y así denotar en el estado que se encuentra dicho pavimento.

Este proyecto abarca el análisis de las vías más transitadas de la zona, y muestra los problemas que ocasiona el deterioro del pavimento en dicha calle, esto genera desperfectos mecánicos en los vehículos, demoras innecesarias, y riesgos al conducir por los baches existentes.

## **1.2. FORMULACION DEL PROBLEMA.**

¿Cuál es el estado de conservación actual del pavimento flexible en la Av. Antenor Orrego Tramo URB. TRUPAL - URB. LOS CLAVELES?

## **1.3. JUSTIFICACIÓN DEL PROBLEMA.**

Por su notabilidad social, porque beneficiará a la sociedad y su propósito fundamental es analizar los niveles de deterioro en el pavimento flexible, puesto que este problema impide el libre tránsito de vehículos y provoca un daño socio-cultural y económico de la población.

Así mismo buscar soluciones que eviten que se presenten fallas con mayor rapidez, antes de su vida útil, para reducir los costos de mantenimiento y elevar el grado de serviciabilidad, permitiendo un mejor desempeño del tránsito vehicular. Es una de las vías más transitadas que fue afectada por los huaicos que azotaron Trujillo en el mes de Marzo y Abril quedando en estado de deterioro, afectaba a los vehículos ocasionando tráfico y malestar.

Los principales beneficiarios son los mismos moradores de dichas urbanizaciones, que utilizan la vía para desplazarse con comodidad y ahorro de tiempo, también los transportistas de servicio público como combis, buses y taxis evitando que sufran desperfectos mecánicos continuos ocasionados por el estado y desperfectos de la estructura del pavimento.

En este proyecto de evaluación del estado de preservación de la Av. Antenor Orrego, con el Método del PCI se indicará las acciones a tomar con respecto a los resultados obtenidos de dicho estudio como son el nivel de daño del pavimento, su severidad y cantidad. Asimismo se determinará si la vía se encuentra en condiciones adecuadas para el usuario y transportistas que circulan. Al utilizar este método del PCI, que ya está normalizado, nos permite presentar los resultados de la investigación en menos tiempo posible.

Por otro lado este trabajo de investigación podrá servir como apoyo para futuros tesis, para que complementen y mejoren los trabajos de evaluación de los pavimentos flexibles aplicando el manual de Índice de Condiciones del Pavimento (PCI). Al mismo tiempo aporta académicamente a fin de formar personas capacitadas para llevar a cabo ésta tarea, con la finalidad que se busque en mayor medida tener en nuestra ciudad, calles con los pavimentos flexibles en buen estado y un mejor control de mantenimiento.

En este proyecto de investigación se justifica teóricamente, porque se pretende aclarar algunas dudas de una adecuada evaluación de pavimento flexible utilizando el manual de Índice de Condiciones del Pavimento (PCI), a una realidad específica de nuestra localidad.

#### **1.4. OBJETIVOS**

##### **1.4.1 OBJETIVO GENERAL.**

Determinar el estado de conservación del pavimento flexible de la Av. Antenor Orrego Tramo TRUPAL-CLAVELES, utilizando el Método Índice de Condición del Pavimento PCI.

##### **1.4.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.**

- a) Elaborar un estudio de tráfico (conteo vehicular) de vehículos que más circulan.
- b) Observar y registrar los tipos de fallas superficiales que afectan el pavimento flexible.
- c) Realizar un inventario de los tipos de fallas de pavimento.
- d) Determinar el nivel de severidad de los diferentes tipos de fallas patológicas del pavimento flexible.
- e) Determinar el índice de condición del pavimento en cada tramo.
- f) Proponer algunas alternativas de tratamiento o soluciones al estado del pavimento flexible en estudio.

#### **1.5 LÍNEA DE INVESTIGACIÓN.**

Ciudades e infraestructura sostenible.

(Según Reglamento de Líneas de Investigación de pregrado aprobado por Resolución N°039-2017-UPRIT de fecha Trujillo, 17 de julio de 2017)

## **1.6. ALCANCES Y LIMITACIONES:**

### **LIMITACIONES:**

Las limitaciones que se presentaron para la elaboración del proyecto de evaluación del pavimento flexible en la vía de estudio:

- No se tuvo acceso a la información detallada sobre el expediente técnico de la vía, se recomienda revisar esta información para complementar estudios posteriores de las alternativas de mantenimiento o reparación.
- La gran cantidad de afluencia vehicular por la vía, para lo cual se trabajó en horarios de la mañana y se contó con ayudante para señalización.
- El clima existente durante el recorrido para la evaluación de la vía (calor) y radiaciones solares, por lo cual se reprogramó los trabajos en las horas de menor calor.
- La falta de tiempo por el trabajo para así poder solventar la tesis, por lo que se recomienda complementar en estudios posteriores las alternativas de reparación o mantenimiento.

### **ALCANCES:**

- No se incluyen estudios de suelos para el diseño de mejoramientos de suelos en parches profundos, por lo que se recomienda complementar en estudios posteriores las alternativas de reparación o mantenimiento.
- No se incluye diseño de mezclas asfálticas para los tratamientos superficiales y parches, por lo que se recomienda complementar en estudios posteriores las alternativas de reparación o mantenimiento.



## CAPITULO II. MARCO TEORICO

### 2.1. ANTECEDENTES.

En los antecedentes, se hace reseña a las obras de reparación a la auscultación vial, que han sido ejecutadas y nos servirán como referencia para el estudio previsto. Se tiene información de diversas obras realizadas en los siguientes años:

Como ejemplo, en la evaluación para determinar las condiciones generales de la vía se consideró el estado del pavimento, las condiciones del drenaje superficial y transversal, el uso de dispositivos de control, señalamiento y demarcación, los laterales de la vía en cuanto a vegetación y limpieza, la revisión de obras especiales como brocales y aceras. Para lograr estos objetivos se realizaron varios recorridos de inspección en el tramo en estudio reportando en tablas la situación a lo largo de la vía y en especial para la evaluación del pavimento se usó el Índice de Condición de Pavimento o PCI. Se pudo verificar que la vía se encuentra en muy mal estado. Obteniéndose por el método PCI, el valor para ese tramo de 30,4 lo que indica que la condición del pavimento es muy mala. También se pudo verificar que la vía en ese tramo necesita la sustitución de tres colectores, la reparación de aceras, cunetas, brocales; el desmalezamiento todo el tramo y la colocación de dispositivos de señalamiento y demarcación. Se recomienda realizar jornadas de mantenimiento y rehabilitación para lograr aumentar la vida útil del pavimento y en general mantener la vía en condiciones óptimas. (Marya J., 2010).

A nivel nacional, tenemos la tesis: "Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Luis Montero, distrito de Castilla" del departamento de Piura. Dicha tesis tiene como objetivo aplicar el método PCI para determinar el Índice de Condición de Pavimento en la Av. Luis Montero. Mil trecientos metros lineales de pista han sido estudiados a detalle para identificar las fallas existentes y cuantificar el estado de la vía. Este trabajo de investigación, realiza un diagnóstico visual para el tramo de la vía existente Av. 24 de Junio y Av. Argentina, haciendo uso del método PCI, según el criterio y parámetros de la Norma ASTM 5340-98. (Rodríguez V, 2010).

El resultado de esta investigación es la aplicación del índice de condición del pavimento (PCI) a un tramo de vía en la ciudad de Piura, experiencia que puede servir como ejemplo de aplicación del procedimiento de inspección ASTM D6433 en nuestro medio y como referencia para los gobiernos locales. El trabajo está dividido en cuatro partes, en la primera parte se da una visión general del problema y una descripción de la vía en la que se basa el presente estudio. En la segunda parte se presentan los conceptos del método de medición del PCI y su correcta aplicación. En la tercera parte se presentan los resultados y el análisis de la vía. En la cuarta parte se presentan las conclusiones y recomendaciones del presente estudio. Los resultados de este trabajo llevan a

concluir que gran parte de la Av. Antenor Orrego se encuentran en mal estado y es probable que no tenga vida residual. Sin embargo existen otros tramos en buen y regular estado, lo que permite su conservación a través de mantenimiento rutinario, periódico y/o rehabilitación. (Gamboa Chicchón, 2012).

Los pavimentos, por las formas en que se transmiten las cargas a la subrasante pueden ser pavimentos flexibles, pavimentos rígidos y pavimentos mixtos. En el periodo de vida de los pavimentos flexibles se presenta problemas de fallas, los cuales pueden ser: asentamientos diferenciales, deformaciones plásticas, factores climáticos, la intensidad del tránsito circulante, sus deformaciones, las condiciones de drenaje y sub-drenaje, etc. El pavimento requiere de conservación y mantenimiento, eficiente, rápida y económica. Dado la necesidad de lograr que nuestras construcciones en el Distrito de Ayacucho se desarrollen con la calidad correspondiente, es necesario evaluar el estado de las construcciones actuales de los pavimentos, y la determinación del número de avenidas afectadas por alguna patología del asfalto, concreto y conociendo cual es la patología que tiene mayor incidencia en los pavimentos, es que podremos evaluar y proponer las recomendaciones. Los problemas de naturaleza como sismos, lluvias, rápida expansión del tráfico, falta de mantenimiento y conservación, deficiencia en sus construcciones, nos hacen reflexionar sobre la necesidad de evaluar las construcciones de pavimentos en el distrito. (Balvin Levano, 2013)

Chimbote “Determinación del estado actual de las patologías del pavimento flexible ubicado en el distrito de Ayacucho, provincia de huamanga, departamento de Ayacucho”. Evaluar los tipos y niveles de patologías del pavimento flexible, a fin de prevenir o reducir las fallas y reducir los costos de mantenimiento, elevando el grado de serviciabilidad. (Balvin Levano, 2013)

“Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI”.

El objetivo principal es determinar el índice de condición del pavimento del Jr. José Gálvez, con lo cual se podrá determinar si la vía esta apta para brindar adecuadas condiciones para los usuarios. Asimismo se tiene objetivos específicos tales como desarrollar el marco teórico que sustente el presente trabajo y determinar el costo de rehabilitación del pavimento evaluado, obteniendo ratios de costo de mantenimiento y rehabilitación por m<sup>2</sup> de acuerdo al estado del pavimento. (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015)

“Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha”. Verificar el estado superficial del pavimento de la avenida Abdón Calderón actualmente en

servicio, a través de una evaluación funcional y estructural que determinen los deterioros y condición de la vía. (Hurtado Arias W. , 2016)

## **2.2. BASES TEÓRICAS.**

### **2.2.1. DEFINICIÓN DE PAVIMENTO.**

De acuerdo a la Norma AASHTO (American Association of State Highway and Transportation Officials), 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. Esta capa debe estar preparada para soportar un sistema de capas de espesores diferentes, denominado paquete estructural, diseñado para soportar cargas externas durante un determinado período de tiempo.

Desde el punto de vista del usuario, el pavimento es una superficie que debe brindar comodidad y seguridad cuando se transite sobre ella. Debe proporcionar un servicio de calidad, de manera que influya positivamente en el estilo de vida de las personas. (Rodríguez Velásquez, 2009).

El Pavimento es una estructura de varias capas construida sobre la subrasante del camino para resistir y distribuir 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: base, sub base y capa de rodadura (MTC, 2013).

### **2.2.2. TIPOS DE PAVIMENTOS.**

El pavimento puede ser definido como la unión de capas puestas unas sobre otras, de manera horizontal, utilizado como superficie para que circulen los vehículos o peatones.

Puede ser clasificado en:

- a) Pavimento flexible.
- b) Pavimento rígido.
- c) Pavimento mixtos.

#### **a) Pavimento Flexible.**

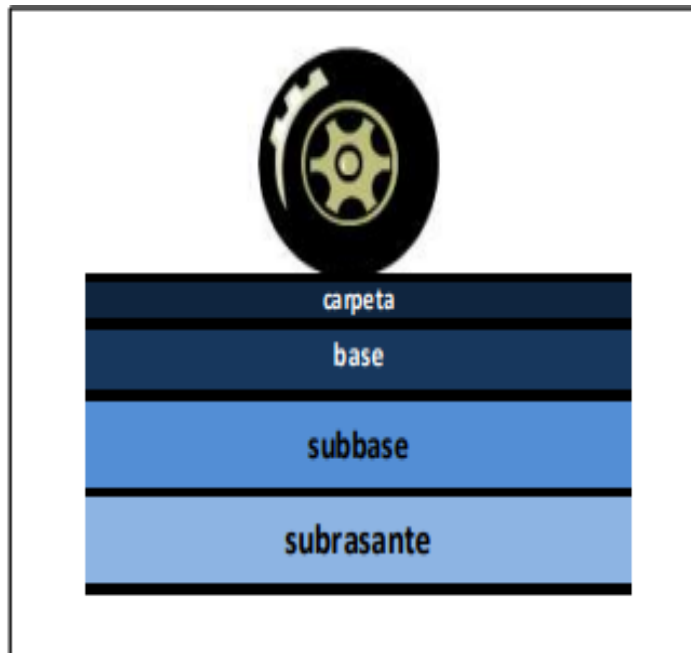
Los pavimentos flexibles se caracterizan por estar conformados principalmente de una capa bituminosa, que se apoya de otras capas inferiores llamadas base y sub base; sin embargo es posible prescindirse de estas capas dependiendo de la calidad de la subrasante y de las necesidades de cada obra. En este tipo de pavimentos se puede hacer una breve descripción de cada una de sus capas según su funcionalidad.

**Carpeta o capa de rodadura:** Es la capa más superficial y tiene como principal función proporcionar una superficie segura, cómoda y estable en el tránsito vehicular; además de actuar como capa impermeable para impedir la infiltración de agua en la estructura del pavimento.

**La base:** Es la encargada de recibir los esfuerzos de la capa de rodadura y transmitirlo de forma adecuada a la sub-base y a la sub-rasante. La base puede estar constituida principalmente por material granular, como piedra triturada y mezcla natural de agregado y suelo.

**La sub-base:** Se considera una capa netamente económica, debido a que el contenido de sus materiales son muy accesibles y económicos. Tiene la función de actuar como capa de transición entre la base y la sub-rasante, puesto que impide la penetración de materiales finos de la sub-rasante. Está conformada por materiales granulares, que le permiten trabajar como una capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, evitando fallas producidas por el hinchamiento del agua, causadas por el congelamiento, cuando se tienen bajas temperaturas. Además, la sub-base controla los cambios de volumen y elasticidad del material del terreno de fundación, que serían dañinos para el pavimento. Ver figura 2.1.

**Figura 01. Pavimento flexible.**



**Esquema típico del paquete estructural de un pavimento flexible.**

Fuente: (Rodríguez Velásquez, 2009).

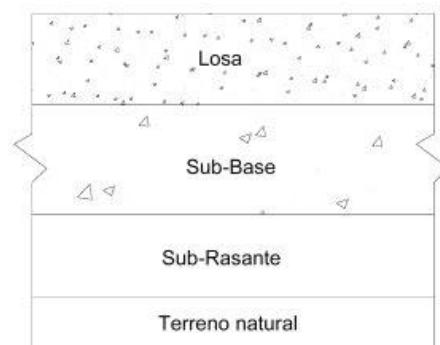
### b) Pavimento Rígido.

Los pavimentos rígidos son aquellos que se constituyen principalmente de una capa de concreto hidráulico y de materiales seleccionados como aglomerantes, arenas y toda clase de material granular.

El concreto se caracteriza por tener un alto nivel de elasticidad y de resistencia a elevados esfuerzos mecánicos, catalogándolo como un pavimento duradero y eficiente. Así como se hizo una breve descripción de cada una de las capas del pavimento flexible según su funcionalidad así mismo se hará una del pavimento rígido.

- **Losa de concreto:** La principal función de la losa de concreto es la misma de la carpeta asfáltica es decir, soportar los esfuerzos producidos por el flujo vehicular y transmitirlos de manera apreciable a las capas inferiores.
- **La subbase:** tiene como objetivo impedir la fluencia de material fino con agua fuera de la estructura del pavimento, debido a la penetración de agua por medio de las juntas del pavimento. También actúa como un sistema de drenaje para evacuar gran parte del agua infiltrada. Ver fig. 2.2

**Figura 02. Pavimento rígido.**



*Sección de Pavimentos Rígidos*

**Fuente: Castillo Rojas, Miguel (2013)**

**c) Pavimento Mixto.**

En términos amplios, un pavimento mixto o compuesto es aquel en el que se combinan tipos de pavimentos diferentes, es decir, pavimentos “flexibles” y pavimentos “rígidos”, normalmente la capa rígida está por debajo y la capa flexible por encima. Es usual que un pavimento compuesto comprenda una capa de base de concreto o tratada con cemento Portland junto con una superficie de rodadura de concreto asfáltico.

La estabilidad de suelos por medio de ligantes hidráulicos (cemento Portland) permite que se obtengan materiales con capacidad de soporte suficiente para construir capas para base en pavimentos sujetos a cargas pesadas como ser camiones o aeronaves. (Jofre Alejandro, 2013).

**2.2.3. CICLO DE VIDA DE LOS PAVIMENTOS:**

El ciclo de vida del pavimento, sin considerar un mantenimiento y rehabilitación, se puede representar mediante una curva de comportamiento, la cual es una representación histórica de la calidad del pavimento. Dicha curva evidencia cuatro etapas, las cuales se describen a continuación:

**2.2.3.1 Construcción:**

El estado del pavimento es excelente y cumple con los estándares de calidad necesarios para satisfacer a los usuarios. El costo en el que se ha incurrido hasta esta etapa es la construcción del paquete estructural

**2.2.3.2 Deterioro imperceptible:**

El pavimento ha sufrido un desgaste progresivo en el transcurso del tiempo, el deterioro en esta etapa ya existe pero es poco visible y no es apreciable por los usuarios. Generalmente el mayor daño se produce en la superficie de rodadura debido al tránsito y clima. Para disminuir el deterioro o desgaste se hace necesario aplicar una serie de medidas de mantenimiento y conservación, si no se efectúan la vida útil del pavimento se reduce drásticamente. El camino sigue estando en buenas condiciones y sirviendo adecuadamente a los usuarios, el costo del mantenimiento anual esta alrededor del 0.4 a 0.6% del costo de construcción. El estado del camino varía desde excelente a regular.

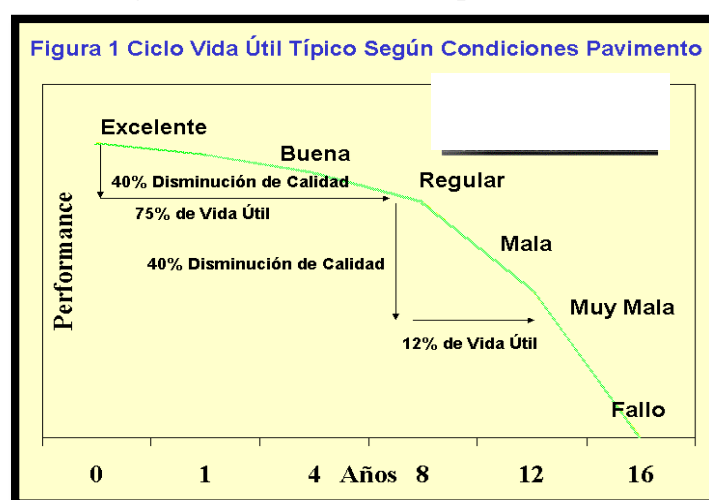
**2.2.3.3 Deterioro acelerado:**

Después de varios años, los elementos del pavimento están cada vez más deteriorados, la resistencia al tránsito se ve reducida. La estructura básica del pavimento está dañada, esto lo podemos constatar por las fallas visibles en la superficie de rodadura. Esta etapa es corta, ya que la destrucción es bastante acelerada. El estado del camino varía desde regular hasta muy pobre.

### 2.2.3.4 Deterioro total:

Esta etapa puede durar varios años y constituye el desgaste completo del pavimento. La Transitabilidad se ve seriamente reducida y los vehículos empiezan a experimentar daños en sus neumáticos, ejes, etc. Los costos de operación de los vehículos aumenta y la vía se hace intransitable para autos. Según lo descrito líneas arriba los pavimentos sufren deterioros constantes debido a las solicitaciones externas como la lluvia, el tránsito, etc. cuyos efectos puede resultar en un pavimento intransitable. El deterioro de un pavimento se da desde una etapa inicial, con un deterioro casi imperceptible hasta el deterioro total. Es importante resaltar que un pavimento de una condición regular hacia arriba ofrece un camino aún adecuado para los usuarios. (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 03. Ciclo de vida del pavimento.**



**Fuente:** Fuente: Castillo Rojas, Miguel (2013)

### 2.2.4. MANTENIMIENTO Y REHABILITACIÓN DE PAVIMENTOS

A continuación se describirán las principales técnicas de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos de concreto asfálticos.

#### A. Técnicas de Mantenimiento de Pavimentos

➤ **Sellado de grietas:** El sellado de grietas es una actividad que consiste básicamente en limpieza de las grietas y sellado de las mismas con productos asfálticos, lechada o mezcla asfáltica, a fin de prevenir la entrada de agua y otros materiales a la estructura del pavimento.

**Figura 04. Sellado de grietas.**



**Fuente: Wilfredo Tejerina**

➤ **Bacheo o parches:** Son las más comunes en la reparación de fallas localizadas en pavimentos. Se describe como la remoción y reposición de un área localizada severamente dañada, o el relleno de huecos producidos por disgregación. Se realiza para corregir fallas estructurales manifestadas por la aparición de grietas del tipo piel de cocodrilo de severidad media y alta, ahuellamiento profundo, grietas de deslizamiento y fallas puntuales como huecos, quiebres, hundimientos, etc. Se clasifica en cuatro tipos, los cuales se describen brevemente a continuación:

**Emergencia:** Relleno de huecos con mezclas asfálticas en frío o en caliente y eventualmente concreto Portland, materiales granulares, etc. Se ejecutan con poca o ninguna preparación del área afectada.

**Superficie:** No requiere remoción del pavimento. Consiste en sellar mediante la aplicación de un riego de adherencia y mezcla asfáltica (en frío o en caliente) áreas localizadas que presenten agrietamientos, deformaciones, hundimientos y/o disgregación. El procedimiento consiste en limpiar la superficie, aplicar el riego asfáltico, extender y compactar la mezcla de espesores por lo general entre 2 y 4 cm.

**Carpeta:** Considera la remoción parcial o total de la capa asfáltica en la zona afectada, limpieza y conformación (de ser necesaria) de la superficie de apoyo, aplicación de un riego de adherencia, el cual puede suprimirse en algunos casos a juicio del Ingeniero, relleno y compactación de la mezcla asfáltica de reposición.



**Profundo:** Remoción y reposición de la capa asfáltica y de bases o sub-rasante. La remoción de bases, sub-bases o material de sub-rasante se hará cuando no se encuentre una superficie de apoyo sólida, los casos más comunes son: exceso de humedad, falta de compactación, contaminación y/o materiales de pobre calidad. En estos casos debe removerse y reemplazarse el material inadecua.

**Figura 05. Bacheo superficial y profundo.**



**Fuente: Miguel Ventura A.**

- **Tratamiento Superficial (Sello) Localizado:** Consiste en la aplicación de un sello asfáltico o tratamiento superficial en sitios localizados menores de 300 m<sup>2</sup> de área. Riego con material asfáltico cubierto con agregados o lechada asfáltica. Es conveniente sobre pavimentos envejecidos y oxidados, que presenten grietas finas y/o pérdida de agregado por disgregación menor. Así mismo, pueden ser utilizados para corregir problemas de textura y mejorar la resistencia al deslizamiento en puntos críticos como: curvas, intersecciones y pendientes. Requiere acciones previas como el bacheo, sellado de grietas anchas, nivelación localizada en áreas deformadas, además de barrido y limpieza de la superficie. Las acciones más comunes son: capa de sello con piedra o grava picada o con arena y lechada asfáltica.
  
- **Nivelación localizada con mezcla asfáltica:** Esta acción es básicamente igual en su ejecución al bacheo superficial. Es adecuada para corregir fallas de poca gravedad como: hundimientos, ahuellamientos, zanjas, etc. Su ejecución requiere barrido y riego asfáltico de la superficie a tratar. Luego la mezcla es extendida a mano o con la ayuda de equipos de construcción. Finalmente la mezcla es compactada, empleando equipos de rodillo liso, hasta obtener una densificación adecuada.

**Figura 06. Sello localizado.**



**Fuente: Cynthia Díaz C.**

#### **B. Técnicas de Rehabilitación de Pavimentos.**

➤ **Tratamientos Superficiales (Capas de Sello):** Los sellos o tratamientos superficiales constituyen una excelente alternativa de rehabilitación. Son adecuados y económicos para proteger superficies viejas y oxidadas, sellar grietas y corregir fallas menores. Los sellos asfálticos no aportan un significativo incremento estructural al pavimento. Sin embargo, al sellar grietas, es decir, impermeabilizando la superficie, se reduce la tasa de deterioro y produce un incremento en la vida de éste. Para el buen comportamiento de un sello es importante que se realice una preparación adecuada de la superficie. A continuación se mostraran los tipos de tratamientos que existen en la actualidad.

**La sellada arena:** asfalto es una aplicación de una emulsión de rotura rápida seguida por la extensión y compactación de una capa delgada de arena. Se aplica para impermeabilizar capas de rodadura que presenten excesos de vacíos con aire y sean susceptibles de deterioro prematuro por envejecimiento y alta permeabilidad.

**El riego negro:** es una aplicación ligera de emulsión asfáltica para sellar áreas localizadas fisuradas o con vacíos superficiales. (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 07. Riego negro.**



**Fuente: García B. Iennin**

### **2.2.5. EVALUACIÓN DEL PAVIMENTO.**

La evaluación de pavimentos consiste en un informe, en el cual se presenta el estado en el que se halla la superficie y estructura del mismo, para de esta manera poder adoptar las medidas necesarias de reparación y mantenimiento. Con la evaluación se pretende determinar cómo intervenir un pavimento para prolongar su vida útil. La importancia de la evaluación radica en que permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima. Asimismo con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto. Por último la evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

Es resumen la evaluación de pavimentos permite conocer el estado situacional de estructura y establecer medidas correctivas, ahorrando costos, para cumplir objetivos de serviciabilidad.

#### **2.2.5.1 Tipos de evaluación de Pavimentos.**

Una correcta evaluación de pavimentos incluye estudios sobre el estado de la condición funcional y estructural. A continuación se describirá a detalle ambos tipos de evaluación.

##### **A. Evaluación Funcional.**

La evaluación funcional del pavimento, tiene por objeto el reconocimiento de aquellas deficiencias que se relacionan principalmente con la calidad de la superficie y el estado general de las condiciones del pavimento, considerando todos aquellos factores que afectan negativamente a la comodidad, seguridad y economía.

#### **B. Evaluación estructural.**

Es la cuantificación de la capacidad estructural remanente presente en las distintas capas que componen la estructura del pavimento. Para evaluar la capacidad estructural del pavimento existen diversos procedimientos los cuales se estudiaron, clasificaron y analizaron.

Existe una gran diferencia entre el proceso de diseño de un pavimento nuevo y el proceso de diseño de la rehabilitación de un pavimento existente. En lo que se refiere a éste último, se dispone de un conjunto de materiales que ya están colocados y que han sufrido un deterioro por efecto del tránsito, de los agentes climáticos y el tiempo. Dichos materiales presentan un cierto valor estructural remanente, el cual es necesario considerar como aporte a los fines del diseño de la rehabilitación del pavimento, por lo tanto se impone como tarea previa en estos casos, a diferencia del diseño de un pavimento nuevo, la valoración o evaluación del pavimento en cuestión, la cual sólo es posible a través de procedimientos específicos.

La evaluación estructural de un pavimento existente abarca necesariamente los siguientes trabajos:

- Evaluación superficial de la condición del pavimento.
- Evaluación del sistema de drenaje.
- Determinación de espesores y tipos de materiales constituyentes de la estructura de pavimento.
- Medición de deflexiones superficiales del pavimento.

En lo que se refiere a la evaluación superficial, la misma debe considerar las fallas presentes en el pavimento de tal manera de valorarlas, tanto en magnitud como en severidad, para así tener un indicativo referencial de su condición. Para ello se dispone de la evaluación funcional del pavimento mediante la determinación del índice de condición del pavimento (PCI). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015)

#### **2.2.5.2 Importancia de la Evaluación de Pavimentos.**

La evaluación de pavimentos es importante, pues permitirá conocer a tiempo los deterioros presentes en la superficie, y de esta manera realizar las correcciones, consiguiendo con ello brindar al usuario una serviciabilidad óptima.

Con la realización de una evaluación periódica del pavimento se podrá predecir el nivel de vida de una red o un proyecto.

La evaluación de pavimentos, también permitirá optimizar los costos de rehabilitación, pues si se trata un deterioro de forma temprana se prolonga su vida de servicio ahorrando de esta manera gastos mayores.

### **2.2.6. FALLAS EN LOS PAVIMENTOS.**

Se define como el conjunto de daños que disminuyen la serviciabilidad y funcionalidad del pavimento y son de distinto origen y naturaleza; entre las que cabe destacar las siguientes:

- Incremento de las cargas y su frecuencia con respecto a las diseño inicial.
- Deficiencias durante la construcción, referente a la calidad de los materiales, espesores de capas y operaciones de construcción.
- Diseños deficientes, métodos de diseño que resultan inadecuados en la actualidad (Incorrecta valoración de las características de los materiales, incorrecta evaluación del tránsito existente y previsto durante el periodo de diseño del pavimento).
- Factores climáticos regionales desfavorables por ejemplo elevación del nivel freático, inundaciones, lluvias prolongadas, insuficiencia de drenaje superficial.
- Deficiente mantenimiento por escasez de recursos y otros.

Estas fallas pueden dividirse en:

**A. Fallas funcionales:** Se produce una falla en la capacidad funcional del pavimento, es decir, se pierde la función inicial de diseño. Están estrechamente ligadas a la carpeta asfáltica, se pierde la calidad de la superficie de rodadura y no se tiene una adecuada fricción superficial.

**B. Fallas estructurales:** Son fallas graves e involucran al paquete estructural, se originan cuando se produce la falla estructural en una o varias capas del pavimento, lo que ocasiona el rompimiento del mismo. Estos deterioros afectan significativamente la capacidad de soportar las sollicitaciones para las cuales fue diseñado el pavimento. (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015)

### **2.2.7. TIPOS DE FALLAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE SEGÚN EL MANUAL DEL ASTM D6433.**

### 2.2.7.1 Piel de cocodrilo.

La piel de cocodrilo es un conjunto de fisuras interconectadas que forman polígonos irregulares, también llamada agrietamiento por fatiga, la piel de cocodrilo se produce en áreas sujetas a repeticiones de carga de tráfico, tales como las huellas de las llantas de los vehículos. El agrietamiento se origina en el fondo del paquete asfáltico, en la base, donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son elevados. De ahí, las grietas se propagan hacia la superficie como una serie de fisuras longitudinales paralelas, que luego se conectan formando varias piezas.

Otra de la causa que ocasiona y se produzca este tipo de falla, es el envejecimiento del asfalto, que trae consigo la pérdida de flexibilidad del pavimento. (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

Leve: Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas y poseen anchos menores a 10 mm.

Medio: Grietas ligeramente descascaradas y con anchos entre 10 a 25 mm.

Alto: Grietas severamente descascaradas de más de 25 mm de ancho.

#### **Medida:**

La piel de cocodrilo en los pavimentos se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

(Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Fig. 08. Piel de Cocodrilo**



**Fuente: Rodríguez Velásquez.**

### 2.2.7.2 Exudación.

La exudación es una película de material bituminoso que se extiende sobre una determinada área del pavimento, creando una superficie brillante, resbaladiza y reflectante que generalmente llega a ser pegajosa (durante tiempo cálido).

Esta falla puede ser causada por diversos factores, como: el exceso de ligante asfáltico en la dosificación (mezcla), el uso de un ligante asfáltico muy blando, la aplicación excesiva de un sello bituminoso, un deficiente porcentaje de vacíos.

(Rodríguez Velásquez, 2009)

#### Niveles de severidad:

Leve: La exudación ha ocurrido en un grado muy ligero y es detectable únicamente durante unos pocos días del año. El asfalto no se pega a los zapatos o a los vehículos.

Medio: La exudación ha ocurrido hasta un punto en el cual el asfalto se pega a los zapatos y vehículos únicamente durante unas pocas semanas del año.

Alto: La exudación ha ocurrido de forma extensa y gran cantidad de asfalto se pega a los zapatos y vehículos al menos durante varias semanas al año.

#### Medida:

La exudación en los pavimentos se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

(Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015)

**Figura 09. Exudación.**



**Fuente: Rodrigo Martínez.**

### 2.2.7.3 Agrietamiento en bloque.

Las fisuras en bloque son grietas interconectadas que forman piezas rectangulares de tamaño variable, desde aproximadamente 0.30 x 0.30 m hasta 3.00 x 3.00 m.

Este tipo de falla puede ocurrir sobre porciones largas del área del pavimento o sobre aquellas áreas donde no hay tráfico; es por ello que las fisuras en bloque no están asociadas a solicitaciones externas de carga vehicular.

Las grietas en bloque son causadas principalmente por la contracción del concreto asfáltico y por la variación de temperatura, que origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria. Esta falla indica que el asfalto se ha endurecido significativamente. (Rodríguez Velásquez, 2009)

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

Baja: Definidos por fisuras de baja severidad. Fisuras de ancho menor a 10 mm, espaciadas entre sí pero interconectadas.

Medio: Definidos por fisuras de mediada severidad. Las grietas interconectadas con anchos entre 10 y 25 mm.

Alta: Definidos por fisuras de alta severidad. Grietas múltiples interconectadas de anchos mayores a 25 mm.

#### **Medida:**

El agrietamiento en bloque en los pavimentos flexibles se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 10. Fisuras en bloque.**



**Fuente: Elaboración propia.**



#### 2.2.7.4 Abultamientos y hundimientos.

Los abultamientos y hundimientos son desplazamientos pequeños, bruscos, hacia arriba y hacia abajo de la superficie del pavimento, que distorsionan el perfil de la carretera, pueden ser producto de varios factores, tales como:

- Levantamiento de las losas de concreto de un pavimento rígido que ha sido cubierto con una carpeta asfáltica.
- Infiltración y acumulación de material en una fisura en combinación con cargas de tráfico.
- Expansión del suelo de fundación.
- Deficiencias en el drenaje del paquete estructural del pavimento. (Rodríguez Velásquez, 2009).

##### Niveles de severidad:

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

Medio: Los abultamientos originan una calidad de tránsito de severidad media.

Alto: Los abultamientos originan una calidad de tránsito de severidad alta.

##### Medida:

Los abultamientos y hundimientos del pavimento se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015)

**Figura 11. Abultamientos.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

**Figura 12. Hundimientos.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

#### **2.2.7.5 Corrugación.**

La corrugación es una serie de ondulaciones constituidas por cimas y depresiones muy cercanas entre sí y espaciadas a intervalos bastante regulares (generalmente menores a 3.00 m) a lo largo del pavimento. Las cimas son perpendiculares al sentido del tránsito.

Este tipo de falla es causada por la acción del tránsito vehicular combinada con la inestabilidad de las capas superficiales o de la base del pavimento. (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

Baja: Producen una calidad de tránsito de baja severidad.

Medio: Producen una calidad de tránsito de media severidad.

Alto: Producen una calidad de tránsito de alta severidad.

#### **Medida:**

Las corrugaciones de los pavimentos se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

Ver figura 2.8. (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015)

**Figura 13. Corrugación.**

**Fuente: Wilfredo Tejerina.**

#### **2.2.7.6 Depresión.**

Las depresiones son áreas localizadas en la superficie del pavimento que poseen niveles de elevación ligeramente menores a aquellos que se encuentran a su alrededor.

Las depresiones son visibles cuando el agua se empoza dentro de ellas después de la caída de lluvia, o, a través de las manchas causadas por el agua empozada, en caso de superficies secas.

Son producidas por asentamientos de la sub-rasante o debido a procedimientos constructivos defectuosos. Pueden causar alguna rugosidad en la superficie de la pista, y cuando son suficientemente profundas o están llenas de agua, pueden causar hidroplaneo (los neumáticos de un vehículo pierden contacto con el pavimento a causa de una película de agua, eliminando así la adherencia de las ruedas con la superficie de rodadura). (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

Leve: La depresión tiene una altura que varía entre 13.0 a 25.0 mm.

Medio: La depresión tiene una altura que varía entre 25.0 a 50.0 mm.

Alto: La depresión tiene una altura mayor de 50.0 mm.

#### **Medida:**

La depresión de los pavimentos se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 14. Depresión.**



**Fuente: Wilfredo Tejerina.**

#### **2.2.7.7 Grieta de borde.**

Ese tipo de falla es producido por la carga de tránsito y se origina debido al debilitamiento de la base o de la sub-rasante en áreas muy próximas al borde del pavimento, a causa de condiciones climáticas o por efecto abrasivo de arena suelta en el borde, que provoca peladuras que conducen a la desintegración.

Si el área entre la fisura y el borde del pavimento se encuentra agrietada, entonces pueden producirse desprendimientos, llegando al punto en que los fragmentos pueden removerse. (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

Baja: Se da un bajo o mediano fisura miento sin fragmentación o desprendimiento.

Medio: Se da un bajo o mediano fisura miento sin fragmentación o desprendimiento.

Alto: Existe una desintegración considerable a lo largo del borde.

#### **Medida:**

La falla de grietas de borde se mide en metros lineales (ml). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 15. Fisuras de borde.**



**Fuente: Elaboración propia**

#### **2.2.7.8 Grieta de reflexión de junta.**

Estas grietas son causadas por el movimiento de la losa de concreto, inducido por temperatura o humedad, bajo la superficie de pavimento flexible. No están relacionadas a efectos de carga; sin embargo, las cargas de tráfico pueden causar la rotura de la superficie de concreto asfáltico cerca a las fisuras.

El conocimiento de las dimensiones de la losa subyacente a la superficie de concreto asfáltico, ayuda a identificar estas fallas. (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

**Baja:** Fisuras sin sellar, ancho promedio menor a 10mm, sin descascaramiento o fisuras selladas, de cualquier ancho, con sello satisfactorio. No provocan golpeteo cuando se circula en vehículo.

**Medio:** Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75mm; b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras de baja severidad; c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeada de fisuras de baja severidad.

**Alto:** Se cumple una de las siguientes condiciones: a) fisura con o sin relleno rodeada de fisuras de mediana o alta severidad; b) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm; c) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está desprendido o fracturado.

##### **Medida:**

Las fallas de grietas de reflexión de junta se miden en metros lineales (ml).

(Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 16. Fisura de reflexión de junta**



**Fuente: Rodríguez Velásquez.**

#### **2.2.7.9 Desnivel Carril / Berma.**

El desnivel carril-berma es la diferencia de elevación (niveles) entre el borde del pavimento y la berma.

Esta falla es causada por la erosión de la berma; el asentamiento de la berma; o por la colocación de nuevas capas (sobre carpetas) en la pista, sin el debido ajuste del nivel de la berma. (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

Leve: Diferencia en elevación del borde de pavimento y berma está entre 25.0 y 50.0 mm.

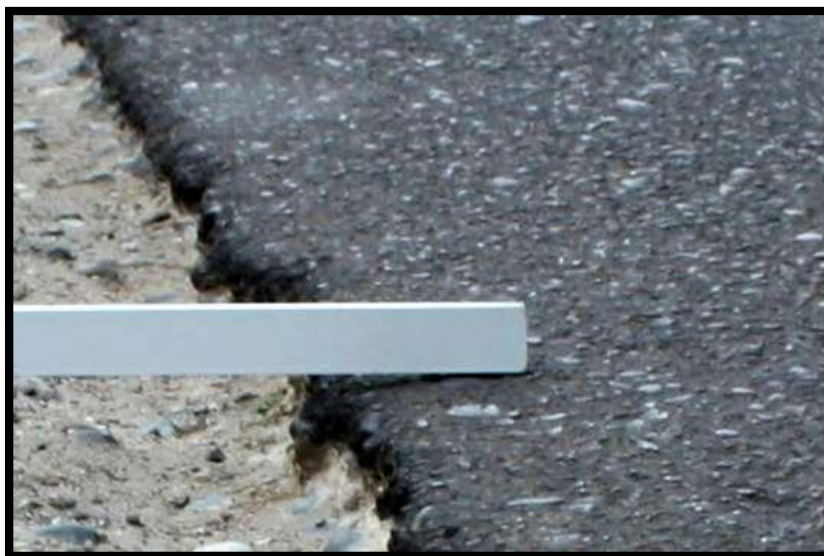
Medio: La diferencia está entre 50.0 mm y 100.0 mm.

Alto: La diferencia en elevación es mayor que 100.00 mm.

#### **Medida:**

Las fallas desnivel carril / berma se miden en metros lineales. (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 17. Desnivel carril – berma.**



**Fuente: Rodríguez Velásquez.**

#### **2.2.7.10 Grietas Longitudinales y Transversales**

Las fisuras longitudinales son grietas paralelas al eje de la vía o a la línea direccional en la que fue construida. Las grietas transversales, en cambio, son perpendiculares al eje del pavimento o a la dirección de construcción. Estos daños no están asociados con la carga vehicular, pueden ser causados por:

- Juntas de construcción pobremente construidas, o ausencia de ellas.
- Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas.
- Endurecimiento del asfalto o a la variación diaria de temperatura. (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

**Baja:** Se cumple una de las siguientes condiciones:

- a) fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm;
- b) fisura con relleno de cualquier ancho (Relleno en buenas condiciones).

**Medio:** Se cumple una de las siguientes condiciones:

- a) fisura sin relleno de ancho mayor o igual a 10 mm y menor a 75 mm.
- b) fisura sin relleno menor o igual a 75 mm rodeada de fisuras en forma aleatoria, de baja severidad.

c) fisura con relleno de cualquier ancho rodeado de fisuras de baja severidad y en forma aleatoria.

**Alta:** Se cumple una de las siguientes condiciones:

d) fisura con o sin relleno, rodeada de fisuras en forma aleatoria, de mediana o alta severidad.

e) fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm.

f) fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está severamente fracturado.

**Medida:** Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales (ml). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 18. Fisuras longitudinales.**



**Fuente: Elaboración propia.**



**Figura 19. Fisuras transversales.**



**Fuente: Rodríguez Velásquez.**

#### **2.2.7.11 Parcheo.**

Un parche es un área del pavimento, que por encontrarse en mal estado, ha sido reemplazada con material nuevo con el fin de reparar el pavimento existente. Los parches de cortes utilitarios hacen referencia a aquellos parches colocados cuando se efectúan cortes para la reparación de tuberías de agua o desagüe, instalación del cableado eléctrico, teléfonos, entre otros trabajos similares.

Los parches disminuyen el nivel de servicio de la vía, pues el comportamiento del área parchada es inferior a la del pavimento original, incluso el área adyacente al parche no se comporta tan bien como la sección original de pavimento. (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

**Leve:** El parche está en buena condición la calidad del tránsito se califica de baja severidad.

**Medio:** El parche está moderadamente deteriorado o la calidad del tránsito se califica de severidad media.

**Alto:** El parche está muy deteriorado o la calidad del tránsito se califica de alta severidad.

#### **Medida:**

Los parches de los pavimentos se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

Figura 20. Parche



Fuente: Rodríguez Velásquez.

Figura 21. Parche de cortes utilitarios.



Fuente: Elaboración propia

#### 2.2.7.12 Pulimento de Agregados.

El pulimento de agregados es la pérdida de resistencia al deslizamiento del pavimento, que ocurre cuando los agregados en la superficie se vuelven suaves al tacto.

Esta falla es causada por:

- Repeticiones de cargas de tránsito.
- Insuficiente porción de agregado extendida sobre el asfalto.
- Inexistente aspereza o textura del pavimento, que no contribuye a la reducción de la velocidad de los vehículos.

- Falta de partículas de agregado angular que proporcionen una buena adherencia del pavimento con las llantas de los vehículos. (Rodríguez Velásquez, 2009).

**Niveles de severidad:**

No se define ningún nivel.

**Medida:**

Los pulimentos de agregados se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 22. Agregado Pulido.**



**Fuente: Rodríguez Velásquez.**

**2.2.7.13 Huecos.**

Los huecos son pequeños hoyos (depresiones) en la superficie del pavimento de diámetro menor a 750 mm. Presentan bordes agudos y lados verticales cerca de la zona superior de la falla.

Los baches pueden ser ocasionados por un conjunto de factores:

- Fisuramiento tipo piel de cocodrilo de alta severidad, que causa fatiga y origina la desintegración de la superficie de rodadura.
- Defectos constructivos.
- Sub-drenaje inadecuado.
- Mal diseño del paquete estructural. (Rodríguez Velásquez, 2009).

**Niveles de severidad:**

Los niveles de severidad para los huecos están basados en la profundidad y el diámetro de los mismos.

**Medida:**

Los huecos de los pavimentos se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015)

**Figura 23. Huecos.**



**Fuente: Elaboración propia.**

**2.2.7.14 Ahuellamiento.**

El ahuellamiento es una depresión longitudinal continua a lo largo de la trayectoria del vehículo, que trae como consecuencia la deformación permanente en cualquiera de las capas del pavimento o sub-rasante.

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

- Mezcla asfáltica inestable.
- Exceso de ligante en riegos.
- Mal diseño del paquete estructural: espesores deficientes.
- Mala calidad de materiales o deficiente control de calidad. (Rodríguez Velásquez, 2009).

**Niveles de severidad:**

El nivel de severidad está en función de la profundidad media del ahuellamiento.

Leve: Entre 6.0 y 13.0 mm.

Medio: Mayor a 13.0 mm y menor igual a 25.0 mm.

Alto: Mayor a 25.0 mm.

**Medida:**

Los ahuellamientos de los pavimentos se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 24. Ahuellamiento.**



**Fuente: Pérez Saldaña.**

**2.2.7.15 Desplazamiento.**

Los desplazamientos son distorsiones de la superficie originados por desplazamientos de mezcla. Son corrimientos longitudinales y permanentes de un área localizada del pavimento formando una especie de “cordones” laterales. Estas fallas son producidas por acción de la carga de tráfico, que empuja contra el pavimento produciendo una onda corta y brusca en la superficie del mismo. Este tipo de falla normalmente ocurre sólo en pavimentos con mezclas de asfalto líquido inestables (emulsiones).

También ocurren desplazamientos cuando los pavimentos asfálticos colindan con pavimentos rígidos. Las losas de concreto al aumentar su longitud, empujan al pavimento flexible produciéndose el desplazamiento. Otras causas son:

- Exceso de asfalto o de vacíos constituyendo mezclas inestables.
  - Falta de confinamiento lateral.
  - Adherencia inadecuada por defectos en el riego de liga o de imprimación.
- (Rodríguez Velásquez, 2009).

**Niveles de severidad:**

Leve: El desplazamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

Medio: El desplazamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

Alto: El desplazamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

**Medida:**

Las fallas de los desplazamientos se miden en metros cuadrados de área afectada. (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 25. Desplazamiento.**



**Fuente: Rodríguez Velásquez.**

### 2.2.7.16 Grieta parabólica (slippage).

Las grietas parabólicas son fallas que se forman en medias lunas, y se presentan de manera transversal a la dirección del tránsito.

Estas fallas ocurren generalmente en mezclas asfálticas de baja estabilidad o en capas superpuestas, cuando existe una adherencia pobre (liga pobre) entre la capa superficial y la capa subyacente de la estructura del pavimento.

Las fisuras parabólicas pueden ser causadas por los siguientes factores:

- Frenado de las ruedas de los vehículos o giro debido a un cambio de dirección, originando el deslizamiento y deformación de la superficie del pavimento.
- Deficiente adherencia en capas superpuestas o presencia de polvo.
- Exceso de ligante o falta de riego de liga.
- Alto contenido de arena fina en la mezcla. (Rodríguez Velásquez, 2009).

#### Nivel de severidad:

Baja: Ancho promedio de la grieta menor que 10.0 mm.

Medio: Ancho promedio de la grieta entre 10.0 mm y 40.0 mm. o el área alrededor de la grieta está fracturada en pequeños pedazos ajustados.

Alto: Ancho promedio de la grieta mayor que 40.0 mm. o el área alrededor de la grieta está fracturada en pedazos fácilmente removibles.

**Medida:** El área asociada con una grieta parabólica se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).

**Figura 26. Fisura parabólica.**



**Fuente: Elaboración Propia.**

### 2.2.7.17 Hinchamiento.

El hinchamiento es el abultamiento o levantamiento localizado en la superficie del pavimento, en forma de una onda larga y gradual de longitud mayor a 3.00 m, que distorsiona el perfil de la carretera.

La causa principal de este tipo de falla es la expansión del suelo de fundación (suelos expansivos) y el congelamiento del material de la subrasante El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. (Rodríguez Velásquez, 2009).

#### **Nivel de severidad:**

Leve: El hinchamiento causa calidad de tránsito de baja severidad.

Medio: El hinchamiento causa calidad de tránsito de severidad media.

Alto: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

#### **Medida:**

El hinchamiento de los pavimentos se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 27. Hinchamiento.**



**Fuente: Elaboración propia.**



### 2.2.7.18 Desprendimiento de Agregados.

Los desprendimientos de agregados es la desintegración superficial del pavimento por pérdida de ligante asfáltico; mientras que el desprendimiento del agregado pétreo, hace referencia a partículas de agregado sueltas o removidas.

Ambas fallas indican que el ligante asfáltico ha sufrido un endurecimiento considerable o que la mezcla es de pobre calidad.

Las principales causas de este tipo de fallas son:

- Cargas de tráfico especiales como es el caso de vehículos de orugas.
- Ablandamiento de la superficie y pérdida de agregados debido al derramamiento de aceite de vehículos.
- Mezcla de baja calidad con ligante insuficiente.
- Uso de agregados sucios o muy absorbentes.
- Falla de adherencia agregado - asfalto debido al efecto de agentes externos. (Rodríguez Velásquez, 2009).

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

Leve: Han comenzado a perderse los agregados o el ligante. En algunas áreas la superficie ha comenzado a deprimirse.

Medio: Se han perdido los agregados o el ligante. La textura superficial es moderadamente rugosa y ahuecada.

Alto: Se han perdido de forma considerable los agregados o el ligante. La textura superficial es muy rugosa y severamente ahuecada.

#### **Medida:**

Los desprendimientos de agregados se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). (Medina Palacios & De la Cruz Puma, 2015).

**Figura 28. Peladura.**



**Fuente: Elaboración propia.**

## 2.2.8 DESCRIPCIÓN DEL MANUAL DE CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO (PCI).

El Índice de Condición del Pavimento (PCI, por su sigla en inglés) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos, flexibles y rígidos, dentro de los modelos de Gestión Vial disponibles en la actualidad. La metodología es de fácil implementación y no requiere de herramientas especializadas más allá de las que constituyen el sistema y las cuales se presentan a continuación.

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales. El usuario de esta guía estará en capacidad de identificar estos casos con plena comprensión de forma casi inmediata.

El deterioro de la estructura de pavimento es una función de la clase de daño, su severidad y cantidad o densidad del mismo. La formulación de un índice que tuviese en cuenta los tres factores mencionados ha sido problemática debido al gran número de posibles condiciones. Para superar esta dificultad se introdujeron los “valores deducidos”, como un arquetipo de factor de ponderación, con el fin de indicar el grado de afectación que cada combinación de clase de daño, nivel de severidad y densidad tiene sobre la condición del pavimento.

El PCI es un índice numérico que varía desde cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento en perfecto estado. En el Cuadro 1 se presentan los rangos de PCI con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

**Tabla 01: condiciones del pavimento.**

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

**Fuente: Manual ASTM – 6433 método de evaluación PCI.**

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 presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

#### **2.2.8.1 Procedimiento de evaluación de la condición del Pavimento.**

El procedimiento para la evaluación de un pavimento comprende:

- Una etapa de trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta su clase, severidad y extensión de cada uno de ellos.
- Una segunda fase que será el cálculo.

Para la evaluación de pavimentos, La clase, está relacionada con el tipo de degradación que se presenta en la superficie de un pavimento entre las que tenemos piel de cocodrilo, exudación, agrietamiento en bloque, abultamientos, entre otros, cada uno de ellos se describe en el Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de Pavimentos.

**La severidad:** representa la criticidad del deterioro en términos de su progresión; entre más severo sea el daño, más importantes deberán ser las medidas para su corrección.

**1- Bajo: (B)** se perciben vibraciones en el vehículo (por ejemplo, por corrugaciones), pero no es necesaria la reducción de velocidad en aras de la comodidad o la seguridad. Los abultamientos y hundimientos individuales causan un ligero rebote del vehículo creando poca incomodidad.

**2- Medio: (M)** las vibraciones del vehículo son significativas y se requiere una reducción de la velocidad en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un rebote significativo, creando incomodidad.

**3- Alto: (A)** las vibraciones en el vehículo son tan excesivas que debe reducirse la velocidad de forma considerable en aras de la comodidad y la seguridad; los abultamientos o hundimientos individuales causan un excesivo rebote del vehículo creando una incomodidad importante o un alto potencial de peligro o daño severo al vehículo.

#### **2.2.8.2 Unidad de Muestreo:**

En este proyecto de evaluación del tramo de la vía en estudio, se divide en secciones o unidades de muestreo, cuyas dimensiones cambian de acuerdo con los tipos de vías y de capa de rodadura:

- **Pavimentos Asfáltico:** Tomamos como ejemplo: una vía con un ancho menor a 7.30 m. el área de muestreo debe estar entre  $230 \pm 93$  m<sup>2</sup>. En el siguiente cuadro se presentan algunas relaciones longitud ancho de calzada pavimentada.

Tabla 02: Unidad de Muestreo.

Ancho de calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.00	46.00
5.50	41.80
6.00	38.30
6.50	35.40
7.30 (máx.)	31.50

Fuente: Manual ASTM – 6433 método de evaluación PCI.

- **Pavimentos Rígido:** Tomamos como ejemplo. una losa de cemento Portland con longitud inferior a 7.60 m. el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango de  $20 \pm 8$  losas. No todas las unidades de muestra requieren tener el mismo tamaño de muestra, pero deben tener similares patrones para asegurar la exactitud en cálculo del PCI.

### 2.2.8.3 Determinación de las unidades de muestreo para la evaluación.

En la evaluación de una red vial puede tenerse un número muy grande de unidades de muestreo lo cual la inspección demandaría tiempo y recursos considerables siendo necesario aplicar un proceso de muestreo.

En la evaluación de un proyecto debe inspeccionarse todas las unidades; de no ser posible debería evaluarse mediante Ecuación N° 01, la cual se produce un estimado del  $PCI \pm 5$  del promedio verdadero con una confiabilidad del 95%.

Ecuación 01:

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

Dónde:

n = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

$e$  = Error admisible en el estimativo del PCI de la sección ( $e = \pm 5\%$ ).

$s$  = Desviación estándar del PCI entre las unidades.

Durante la inspección inicial se asume una desviación estándar ( $s$ ) del PCI de 10 para pavimento asfáltico y 15 para pavimentos rígidos. Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ( $n < 5$ ), se recomienda evaluar todas las unidades.

#### 2.2.8.4 Selección de las unidades de muestreo para inspección.

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar. Esta técnica se la conoce como “sistema aleatorio” descrito en los siguientes tres pasos:

a). El intervalo de muestreo ( $i$ ), es determinado por: la ecuación 02:

Ecuación 02:

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

Dónde:

$N$  = Número total de unidades de muestreo disponible.

$n$  = Número mínimo de unidades para evaluar.

$i$  = Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo: 3.70 se redondea a 3.00).

b). El inicio al azar es o son seleccionados entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo  $i$ . Por ejemplo, si  $i = 3$ , la unidad de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3.

c). Las unidades de muestreo para la evaluación se identifican como “ $s$ ”, “ $s + i$ ”, “ $s + 2i$ ”, etc. Si la unidad seleccionada es 3, y el intervalo de muestreo es 3, las subsiguientes unidades de muestreo a inspeccionar serían 6, 9, 12, 15, etc.

#### 2.2.8.5 Levantamiento visual de daños en el Pavimento.

El procedimiento de inspección para pavimentos con superficies de asfalto y concreto, se realiza llenando los espacios en blanco en los formatos correspondientes. A continuación se muestra el formato para levantar la información en pavimentos con superficies de asfalto.

**Tabla 03: Formato de Exploración de Condición para Carreteras con Superficie Asfáltica.****Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez (PCI)**

**ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO**  
**PCI-01. CARRETERAS CON SUPERFICIE ASFÁLTICA.**

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

Debe seguirse estrictamente la definición de los daños descritos en el Manual de Daños de la Evaluación de la Condición de un Pavimento, esto con el fin de obtener un PCI confiable. La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

**a) Equipos:**

- Odómetro manual, para medir las longitudes y las áreas de los daños.
- Regla y una cinta métrica para establecer las profundidades de los ahuellamientos o depresiones.
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo de la severidad.

Además de este equipo, se deberá implementar todas las medidas de seguridad para su desplazamiento en la vía inspeccionada, tales como dispositivos de señalización y advertencia para el vehículo acompañante y para el personal en la vía.

**b) Procedimiento.**

Se inspecciona una unidad de muestreo para medir el tipo, cantidad y severidad de los daños de acuerdo al Manual de Daños, y se registra la información en el formato correspondiente. Se debe

conocer y seguir estrictamente las definiciones y procedimiento de medida de daños. Se usa un formulario u “hoja de información de exploración de la condición” para cada unidad de muestreo y en los formatos cada región se usa para registrar un daño, su extensión y su nivel de severidad.

**c) Cálculo del PCI de las Unidades de Muestreo.**

Luego de culminar la inspección de campo, la información recogida se utiliza para calcular el PCI. El cálculo del PCI está basado en los “valores deducidos” de cada daño, de acuerdo a la cantidad y severidad reportadas.

El cálculo del PCI, puede realizarse en forma manual o computarizada y el cálculo para cada tipo de pavimento es similar. A continuación se describe el cálculo del PCI para cada pavimento flexible.

Con la finalidad de facilitar el entendimiento del cálculo del PCI, se ha descrito mediante diversos pasos:

**PASO 1: Determinación de los Valores Deducidos (VD):**

a. Totalice cada tipo y nivel de severidad de daño y regístrelo en la columna de “Total” del formato. El daño puede medirse en área, longitud o por su número según sea el tipo.

b. Divida la “Cantidad total” de cada tipo de daño, en cada nivel de severidad, entre el “área muestra” de la unidad de muestreo y exprese el resultado en porcentaje. Esta es la “densidad” del daño, con el nivel de severidad especificado, dentro de la unidad en estudio.

c. Determine el “Valor Deducido” para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas o tablas denominadas “valor deducido del daño”, que se encuentra en el anexo B; de acuerdo con el tipo de pavimento inspeccionado.

**PASO 2: Determinación del número máximo admisible de valores deducidos (m):**

- a. Si ninguno o tan solo uno de los “valores deducidos” es mayor que 2, se usa el “valor deducido total” en lugar del “valor deducido corregido” (CDV), obtenido en el Paso 4; de lo contrario, deben seguirse los pasos 2.b y 2.c.

b. Liste los valores deducidos individuales en orden descendente.

c. Determine el “Número Máximo de Valores Deducidos” ( $m$ ), utilizando la siguiente ecuación, para carreteras pavimentadas:

Ecuación 03:

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

Dónde:

$m_i$  = Número máximo admisible de “valores deducidos, incluyendo la fracción para la unidad de muestreo  $i$ . ( $m_i=10$ ).

$HDV_i$  = El mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo  $i$ .

d. El número de valores individuales deducidos se reduce a  $m$ , inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que  $m$  se utilizan los que se tengan.

### PASO 3: Determinación del máximo valor deducido corregido (CDV):

Este paso se lo realiza mediante un proceso iterativo que se lo describe a continuación:

a. Determine el número de valores deducidos ( $q$ ) mayores que 2.

b. Determine del “*valor deducido total*” sumando todos los valores deducidos individuales.

c. Determine el CDV con el  $q$  y el “*valor deducido total*” en la curva de corrección, de acuerdo al tipo de pavimento.

d. Reduzca a 2 el menor de los valores deducidos individuales, que sea mayor a 2 y repita las etapas a hasta c.

e. El “máximo CDV” es el mayor valor de los CDV obtenidos en el proceso de iteración indicado.

**PASO 4:** Calcule el PCI, restando el “máximo CDV” de 100.

Ecuación 04:

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

Dónde:

PCI - Índice de condición presente.

Máx. CDV- Máximo valor corregido deducido.

Formato para el desarrollo del proceso iterativo de obtención del “máximo valor deducido corregido”, CDV.



**Tabla 04: Formato Para las Interacciones del Cálculo del CDV.**

No.	Valores Deducidos										Total	q	CDV
1													
2													
3													
4													

**Fuente: Manual ASTM – D6433-03 Método de Evaluación Del PCI.**

### 2.2.8.6 Cálculo del PCI de una Sección de pavimento.

Una sección de pavimento abarca varias unidades de muestreo. Si todas las unidades de muestreo son inventariadas, el PCI de la sección será el promedio de los PCI calculados en las unidades de muestreo.

Si se utilizó la técnica del muestreo, se emplea otro procedimiento. Si la selección de las unidades de muestreo para inspección se hizo mediante la técnica aleatoria sistemática o con base en la representatividad de la sección, el PCI será el promedio de los PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas. Si se usaron unidades de muestreo adicionales se usa un promedio ponderado calculado de la siguiente forma:

Ecuación 05:

$$PCI_S = \frac{[(N - A) \times PCI_R] + (A \times PCI_A)}{N}$$

Donde:

PCIs: PCI de la sección del pavimento.

PCIR: PCI promedio de las unidades de muestreo aleatorias o representativas.

PCIA: PCI promedio de las unidades de muestreo adicionales.

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

A: Número adicional de unidades de muestreo inspeccionadas.

### CAPITULO III. METODOLOGIA DE LA INVESTIGACION.

#### 3.1. TIPO Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.

Es, No experimental porque el investigador solo sustrae a contemplar los fenómenos en su estado natural para luego analizarlos. Se caracteriza por no manipular deliberadamente la variable.

El diseño es transversal porque es la recolección de datos con el propósito de describir las variables y analizar su comportamiento en un mismo tiempo.

Descriptivo: observan y describen los fenómenos tal como se presentan en forma natural.

#### 3.2. DEFINICION DE VARIABLE.

**Variable:** Fallas

#### 3.3. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

##### ➤ VARIABLE INDEPENDIENTE.

Aplicación del Método PCI, para la evaluación del pavimento flexible.

**Tabla 05: Operacionalización de variables. Determinación del índice de condición del pavimento según PCI del tramo en estudio.**

VARIABLES	DEFINICION CONCEPTUAL	DIMENSIONES	INDICADORES
<b>Aplicación del Método PCI, para la evaluación del pavimento flexible</b>	PCI, es el Método de índice de condición del pavimento.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Levantamiento en Campo</li> <li>• Realizar un inventario de los tipos de fallas de pavimento</li> <li>• Determinar el nivel de severidad de los diferentes tipos de fallas patológicas del pavimento flexible</li> <li>• Determinar el índice de condición de pavimento a cada tramo</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Metros de Avance En el Tramo de Estudio.</li> <li>-Las 19 fallas que se encuentra en el manual de PCI.</li> <li>- 0 condición muy mala y 100 condición excelente del pavimento</li> <li>-Excelente, muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo, fallado.</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Proponer algunas alternativas de tratamiento o soluciones al estado del pavimento flexible en estudio</li> </ul>	- N° de Parches, M2 de Tratamiento Superficial.
--	--	---	---

### 3.4. POBLACIÓN MUESTRA.

El muestreo se llevará a cabo siguiendo el procedimiento detallado a continuación:

En este proyecto se tomara en cuenta el criterio de una observación visual tomando como referencia los tipos de vías existentes en la Urb. Trupal – Urb. Los Claveles, Distrito Trujillo, Provincia de Trujillo, Departamento La Libertad. Además de identificar los tramos o áreas en el pavimento con diferentes usos en el plano de distribución de la red, tales como caminos y estacionamientos.

Se fragmentará cada tramo en secciones basándose en criterios como diseño del pavimento, historia de construcción, tráfico y condición del mismo.

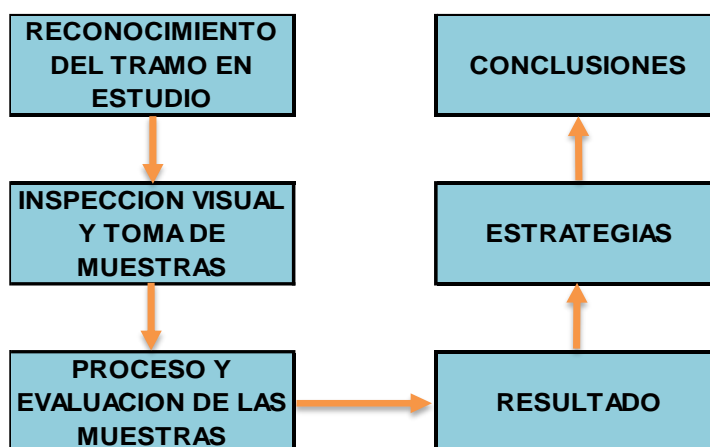
### 3.5. TÉCNICAS, PROCEDIMIENTOS E INSTRUMENTOS.

#### 3.5.1 De recolección de datos.

La técnica utilizada en la siguiente investigación es la de observación, porque es la mejor que nos permite sacar datos de campo reales, como se encuentra la estructura del pavimento y luego procesarlas para llegar a determinar los tipos de severidad y el grado de deterioro.

#### 3.5.2 Procedimientos.

#### 4 Figura 29: Procedimiento de la evaluación del pavimento.



Fuente: ing. Adolfo Emilio Sánchez.

➤ **Reconocimiento del tramo en Estudio**

El reconocimiento de la vía que se encuentra en la Av. Antenor Orrego, servirá para detallar los tramos existentes, asimismo evaluar los cambios que ha sufrido el pavimento en su estructura debido a su uso continuo y otras causas que a lo largo del tiempo afectan al pavimento.

➤ **Inspección Visual y Toma de Muestras**

Consiste en visualizar los tramos en estudio, identificando los diferentes tipos de fallas patológicas detallando según clase, severidad y cantidad de cada daño que actúa en el pavimento lo cual es anotado en unas hojas de registro que el método PCI tiene establecido.

➤ **Proceso y Evaluación de las Muestras Recogidas en Campo**

La recolección de datos serán procesadas y analizadas siguiendo el procedimiento del método del PCI.

➤ **Resultados.**

Los resultados de la evaluación serán determinantes para encontrar la mejor alternativa de solución, arrojadas por las fallas encontradas en todos los tramos de la vía.

➤ **Estrategias**

Las estrategias para la conservación del pavimento serán de mucha importancia para el encargado del proyecto por la experiencia que este puede tener en dichos estudios.

➤ **Conclusiones**

En las conclusiones se llegaran a determinar la mejor opción que el pavimento necesita para garantizar el correcto funcionamiento de la vía en estudio.

### **3.6. INSTRUMENTOS PROPUESTOS.**

El instrumento principal utilizado será la Ficha de Levantamiento de Información de Campo con la plantilla del Manual del ASTM D6433 PCI. Adicionalmente se utilizaran los instrumentos como son:

- ✓ Odómetro.
- ✓ Regla de aluminio.
- ✓ Wincha.

**Figura 30: Odómetro**



**Fuente: Elaboración Propia**

**Figura 31: Regla de Aluminio**



**Fuente: Elaboración Propia**

## CAPITULO IV: PROPUESTA DE APLICACIÓN PROFESIONAL

### 4.1. DATOS DE LA ZONA.

#### 4.1.1. Datos generales.

El Tramo de estudio es la Av. Antenor Orrego Tramo Urb. Trupal – Urb. Los Claveles.

#### 4.1.2. Ubicación.

**Ubicación Política:**

**Departamento:** la Libertad.

**Provincia** : Trujillo.

**Distrito** : Trujillo.

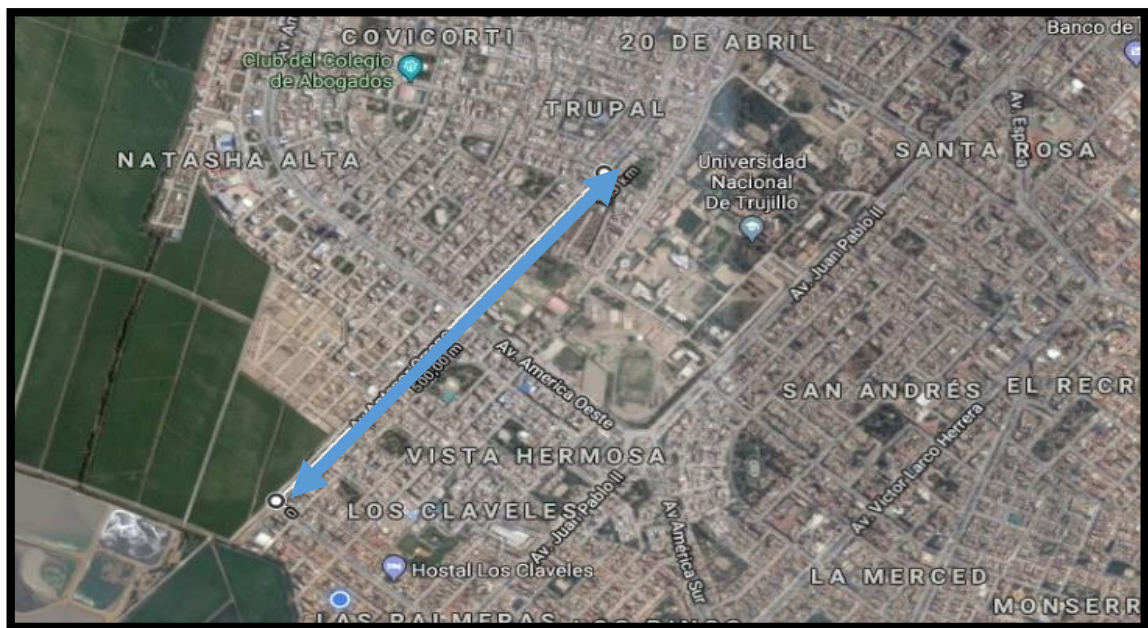
**Figura 32: Mapa.**



**Fuente: google maps.**

**Fuente: google maps.**

**Figura 33: Vista panorámica de la Av. Antenor Orrego.**



**Fuente (google earth)**

#### 4.1.3. Ubicación geográfica:

<b>Latitud sur:</b>	<b>06° 07' 30"</b>
<b>Latitud oeste:</b>	<b>50° 20' 24.12"</b>
<b>Altitud:</b>	<b>38 msnm</b>

#### 4.1.4. Clima de la zona.

La ciudad de Trujillo se caracteriza por su clima árido y semicálido, con una temperatura media máxima de 22, 7° C (72,9° F), y una mínima de 15, 8° C (60,4° F) Con ausencia de lluvias durante todo el año.

## 4.2. DATOS DE LA VÍA.

### 4.2.1. Ancho de la vía:

La medida del ancho de la vía de este proyecto es de 7.10m.

### 4.2.2. Clasificación de la vía :

La vía se clasifico de acuerdo al Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2013.

#### ➤ De acuerdo a la demanda:

De acuerdo a la demanda como vía urbana y principal, se pudo clasificar como Autopista de segunda por el IMDA que va de 6000 a 4001 veh/día.

➤ **Por sus condiciones orográficas:**

Carreteras Tipo 1. La inclinación transversal del terreno, normal al eje de la vía, es menor 0 igual a 10% permitiendo a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que los vehículos ligeros.

#### 4.3. CARACTERÍSTICAS DE TRANSITO:

##### 4.3.1. Composición Vehicular

La información que se recolecto en relación al conteo vehicular (IMDA) dio como resultado 3170 vehículos por día, con estos datos obtenidos la composición del tránsito en la red vial del proyecto nos proporciona una idea del tipo de vehículo que predomina en el sector.

- Los volúmenes de camiones representa 30 % promedio diario aproximadamente.
- Los volúmenes de autos representa 20% promedio diario aproximadamente.
- Los volúmenes de buses representa 10% del tráfico promedio diario aproximadamente.
- Los volúmenes de de combis representa 30% promedio diario aproximadamente.
- Los volúmenes de pick-up representa 8% promedio diario aproximadamente.
- Los Volúmenes de vehículos menores como motos, bicicletas, etc. 2% aproximadamente diario.

**Tabla 06: Resumen de estudio de tráfico**

<b>Descripción</b>	<b>Porcentaje</b>
camiones	30%
Combis	30%
autos	20%
buses	10%
Pick-up	8%

**Fuente elaboración propia.**



En conclusión se puede afirmar que el comportamiento en la zona se encuentra bien definido, en el cual la proporción de vehículos pesados y livianos.

**Tabla 07: Resumen de las características de la vía.**

RESUMEN DE LAS CARACTERISTICAS DE LA VIA EN ESTUDIO	
N° de calzadas.	2
Ancho de la vía.	7.10
Ancho de la berma.	3m
Longitud total de la vía.	1,km
Velocidad directriz.	40 km/h

**Fuente elaboración propia.**

#### **4.3.2. Aplicación del método de índice de condiciones del pavimento (PCI).**

A continuación se desarrollare los datos de campo obtenidos durante la inspección visual de fallas del pavimento en la Av. Antenor Orrego, tramo Trupal-Los claveles, así como el cálculo del índice de condición de pavimento de cada unidad de muestra analizada.

##### **1. Toma de muestra de la vía**

Se analizó 1, km de pavimento flexible como plan de estudio para este proyecto de investigación que forman parte de la Av. Antenor Orrego de la urbanización el Trupal-Los claveles.

El ancho de la vía mide 7.10m. Con este dato se revisó el manual PCI comparando con la tabla de longitudes de unidades de muestreo asfáltica arrojando una longitud de 32.47 metros lineales. Luego dividimos el total de la longitud del tramo entre la longitud de unidad de muestra.

$$U_m = \text{longitud total} / \text{longitud de unidad de muestreo}$$

Ejm:

$$U_m = 1000 \text{ m} / 32.47\text{m}$$

$$U_m = 30.79 \text{ unidades}$$

Marcamos en el pavimento a cada 30.79 m/l. haciendo un total de 30 unidades de muestreo hasta la distancia de 1010m/l.

Habiendo obtenido la longitud de unidad de muestreo hallamos el área de cada unidad de muestreo.

**Area de muestreo = Ancho de calzada \* longitud de unidad de muestreo**

Ejm:

$$1) A_m = 7.10 \text{ m} * 32.47\text{m}$$

$$A_m = 230.54\text{m}^2$$

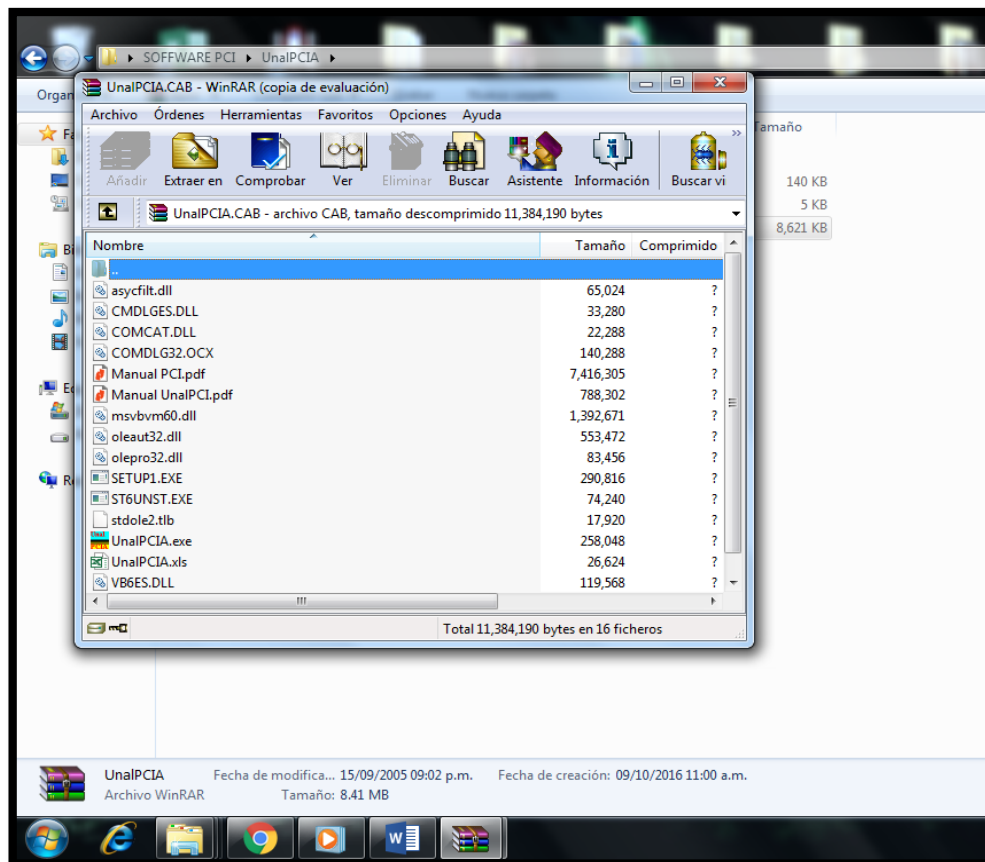
Dentro de este sistema el tramo de 1000 metros se dividió en 30 unidades de muestreo y así poder tener un mejor estudio y orden.

## 2. Análisis de muestra.

Con el análisis de las muestras recogidas en campo se determinara el estado en el que se encuentra la Av. Antenor Orrego.

Los datos recogidos fueron anotados en la libreta de campo reconociéndose los distintos tipos de fallas y luego ingresados a tablas del Excel para ser procesados con la ayuda del software UnalPCI, diseñado por el Ing. Esp. Luis Vásquez Varela.

**Figura 34: Contenido del Software PCI.**



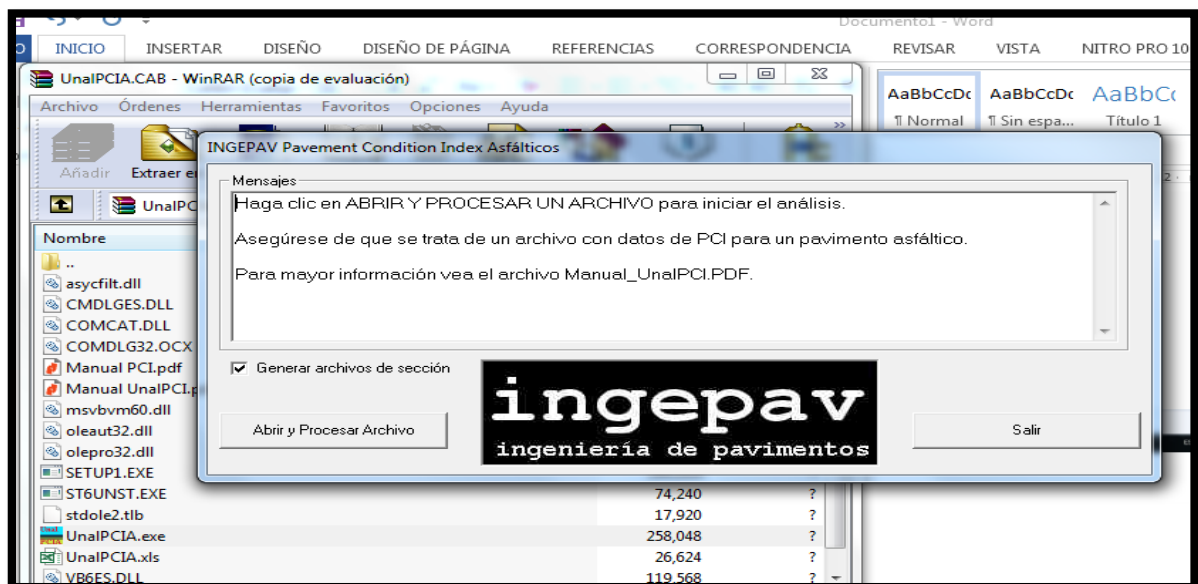
**Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela.**

**Figura 35: Inventario de Fallas Ingresadas a la Plantilla de Excel.**

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U	V
1	COD	DATE	ABSI	ABSF	UNIT	AREA	FL1	FM1	FH1	FL2	FM2	FH2	FL3	FM3	FH3	FL4	FM4	FH4	FL5	FM5	FH5	FL6
2	1	05/10/2016	0	32.47	1	230.1	0	0	0	0	0	0	37	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3	1	05/10/2016	32.47	64.94	2	230.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5.95	0	0	0	0	0	0
4	1	05/10/2016	64.94	97.41	3	230.1	28	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13.5	0	0	0	0	0
5	1	05/10/2016	97.41	129.88	4	230.1	0	3.65	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6	1	05/10/2016	129.88	162.35	5	230.1	0	2.38	0	0	0	0	0	0	0	0	25	0	0	0	0	0
7	1	05/10/2016	162.35	194.82	6	230.1	0	6.3	0	0	0	0	0	0	0	0	19	0	0	0	0	0
8	1	05/10/2016	194.82	227.29	7	230.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	10	0	0	0	0	0
9	2	05/10/2016	227.29	259.76	8	230.1	0	6.1	0	0	0	0	0	0	0	4.8	0	0	0	0	0	0
10	2	05/10/2016	259.76	292.23	9	230.1	0	4.95	0	0	0	2	9.6	0	0	6.6	0	0	0	0	0	0
11	2	05/10/2016	292.23	324.7	10	230.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12	2	05/10/2016	324.7	357.17	11	230.1	0	0	0	0	0	0	12	0	0	3.75	0	0	0	0	0	0
13	2	05/10/2016	357.17	389.64	12	230.1	0	0	0	0	0	0	15	13.1	0	5	0	0	0	0	0	0
14	2	05/10/2016	389.64	422.11	13	230.1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	8.6	0	0	0	0	0	0
15	2	05/10/2016	422.11	454.58	14	230.1	3.45	0	0	0	0	4.2	7.2	0	0	7.4	0	0	0	0	0	0
16	2	05/10/2016	454.58	487.05	15	230.1	0	0	0	0	0	0	4.85	32.5	0	4	0	0	0	0	0	0
17	2	05/10/2016	487.05	519.52	16	230.1	0	0	0	0	0	0	0	4.9	0	0	0	0	0	20	0	0
18	2	05/10/2016	519.52	551.99	17	230.1	0	0	0	0	0	0	0	0	3	2.3	0	0	0	0	0	0
19	2	05/10/2016	551.99	584.46	18	230.1	0	0	0	0	0	0	0	11.7	0	0	0	0	0	0	0	0
20	2	05/10/2016	584.46	616.93	19	230.1	2.05	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
21	2	05/10/2016	616.93	649.4	20	230.1	0	0	0	0	0	0	3.16	0	0	0	0	0	0	0	0	0
22	2	05/10/2016	649.4	681.87	21	230.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
23	2	05/10/2016	681.87	714.34	22	230.1	1.1	0	0	0	0	0	0	0	0	1.62	0	0	0	0	0	0
24	2	05/10/2016	714.34	746.81	23	230.1	0	0	0	0	0	0	13	0	0	0	0	0	0	0	0	0
25	2	05/10/2016	746.81	779.28	24	230.1	3.5	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
26	2	05/10/2016	779.28	811.75	25	230.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2.3	0	0	0
27	2	05/10/2016	811.75	844.22	26	230.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
28	2	05/10/2016	844.22	876.69	27	230.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
29	2	05/10/2016	876.69	909.16	28	230.1	4.1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela.

**Figura 36: Ejecución del software PCI.**



Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela.

**Figura 37: Resultados Obtenidos con el Software PCI.**

luchito (1).rar - archivo RAR, tamaño descomprimido 182,044 bytes

Nombre	Tamaño	Comprimido	Tipo	Modificado	CRC32
UnalPCIA.xls	50,688	10,405	Hoja de cálculo de...	11/10/2016 08:...	D0462DA9
UnalPCIA0002.txt	1,757	625	Documento de texto	11/10/2016 08:...	98D0538D
UnalPCIA0003.txt	1,944	701	Documento de texto	11/10/2016 08:...	DA68D1...
UnalPCIA0004.txt	1,983	674	Documento de texto	11/10/2016 08:...	233145B0
UnalPCIA0005.txt	1,980	653	Documento de texto	11/10/2016 08:...	852FFB03
UnalPCIA0006.txt	1,827	657	Documento de texto	11/10/2016 08:...	45B8C283
UnalPCIA0007.txt	2,015	707	Documento de texto	11/10/2016 08:...	05B87B15
UnalPCIA0008.txt	1,983	658	Documento de texto	11/10/2016 08:...	D652D694
UnalPCIA0009.txt	1,866	619	Documento de texto	11/10/2016 08:...	0C9E3A5D
UnalPCIA0010.txt	2,094	708	Documento de texto	11/10/2016 08:...	2E315EBA
UnalPCIA0011.txt	1,983	650	Documento de texto	11/10/2016 08:...	66152E2C
UnalPCIA0012.txt	2,019	712	Documento de texto	11/10/2016 08:...	BD9EE050
UnalPCIA0013.txt	2,054	693	Documento de texto	11/10/2016 08:...	B7DE56BA
UnalPCIA0014.txt	1,785	646	Documento de texto	11/10/2016 08:...	34C02285
UnalPCIA0015.txt	2,099	706	Documento de texto	11/10/2016 08:...	781CA67B
UnalPCIA0016.txt	1,869	640	Documento de texto	11/10/2016 08:...	973513F4
UnalPCIA0017.txt	1,869	640	Documento de texto	11/10/2016 08:...	A7CF4D1E
UnalPCIA0018.txt	1,981	675	Documento de texto	11/10/2016 08:...	DD650E06
UnalPCIA0019.txt	1,981	679	Documento de texto	11/10/2016 08:...	FD3990A5
UnalPCIA0020.txt	1,753	618	Documento de texto	11/10/2016 08:...	0532EB06
UnalPCIA0021.txt	1,830	651	Documento de texto	11/10/2016 08:...	1659E2E8
UnalPCIA0022.txt	1,867	657	Documento de texto	11/10/2016 08:...	F1896C6F
UnalPCIA0023.txt	1,981	673	Documento de texto	11/10/2016 08:...	980D833B
UnalPCIA0024.txt	1,826	654	Documento de texto	11/10/2016 08:...	E825C313
UnalPCIA0025.txt	1,757	626	Documento de texto	11/10/2016 08:...	6FBED64E
UnalPCIA0026.txt	1,866	633	Documento de texto	11/10/2016 08:...	A29394AB
UnalPCIA0027.txt	1,827	658	Documento de texto	11/10/2016 08:...	48A6E0C7
UnalPCIA0028.txt	1,643	588	Documento de texto	11/10/2016 08:...	6A7A7246

Total 182,044 bytes en 33 ficheros

Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela.

**Figura 38: Resultado en Bloc De Notas de los resultados de cada unidad.**

UnalPCIA0003: Bloc de notas

PROCESADOR AUTOMÁTICO DE DATOS PARA EL CÁLCULO DEL PAVEMENT CONDITION INDEX  
Por: Luis Ricardo Vásquez Varela  
Pavimentos asfálticos

=====  
 Archivo : C:\Users\INGENIERIA\Desktop\EXCEL\UnalPCIAA.csv  
 Código vía : 1  
 Fecha inspección : 7/09/2016  
 Abscisa inicial : K0+194.82  
 Abscisa final : K0+227.29  
 Unidad : 007  
 Área unidad -m<sup>2</sup> : 230.54  
 =====

Daño (severidad) - unidad	Cantidad	Densidad(%)	Valor deducido
01.Piel de cocodrilo (L) - m <sup>2</sup> :	033.55	014.55	0036.7
01.Piel de cocodrilo (M) - m <sup>2</sup> :	003.20	001.39	0024.3
03.Agriet. en bloque (L) - m <sup>2</sup> :	004.74	002.06	0001.4
19.Desprendimiento (L) - m <sup>2</sup> :	005.46	002.37	0002.5

Número de deducidos: 4

=====  
 Daño Valor deducido  
 =====  
 01.Piel de cocodrilo (L) 036.7  
 01.Piel de cocodrilo (M) 024.3  
 19.Desprendimiento (L) 002.5  
 03.Agriet. en bloque (L) 001.4  
 =====  
 Valor deducido más alto : 036.7  
 Número admisible de deducidos (asfalto - carreteras): 06.81  
 =====

PCI Sección : 053 Regular

Fuente: Ing. Esp. Luis Ricardo Vásquez Varela.

## CAPITULO V. RESULTADOS.

Los resultados que se obtuvo durante el proceso de evaluación y aplicando los parámetros del manual ASTM – D6433 Índice de Condición de Pavimento se obtuvo los siguientes resultados los cuales serán descritos en un cuadro de resumen que a continuación se detallará.

**Tabla 08: Resumen de Fallas del pavimento.**

N°	TIPO DE FALLA	CANTIDAD DE FALLAS
1	Piel de Cocodrilo	35
2	Exudación	0
3	Agrietamiento en Bloque	20
4	Abultamientos y Hundimientos	18
5	Corrugación	1
6	Depresión	3
7	Grieta de Borde	6
8	Grieta de Reflexión de Junta.	0
9	Desnivel Carril / Verma	0
10	Grietas Long. Y Transversal	19
11	Parqueo	98
12	Pulimento de Agregados	19
13	Huecos	47
14	Cruce de Vía Férrea	0
15	Ahuellamiento	3
16	Desplazamiento	0
17	Grieta Parabólica	18
18	Hinchamiento	0
19	Desprendimiento de Agregados	9
<b>TOTAL</b>		<b>296</b>

**Fuente: Elaboración propia**

Como se puede observar las fallas más comunes que presenta la vía en estudio son: parqueo, huecos, abultamientos y hundimientos, agrietamiento en bloque, piel de cocodrilo, pulimentos de agregados y grietas longitudinales y transversales.

### **5.1. Determinación del estado del pavimento flexible.**

A continuación se detallaran el proceso de trabajo así como los resultados de las fallas que se encontraron en el tramo de la vía, haciendo uso del manual del ASTM D6433 método de evaluación del PCI.



**Unidad de muestra U 01.**

**Tabla 10. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 01.**

<b>PAVEMENT CONDITION INDEX</b>							
<b>FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO</b>							
<b>No</b>	<b>Valores Deducidos</b>				<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	39.5	23.1	2.7	2	67.3	4	40
2	39.5	23.1	2	2	66.6	3	45
3	39.5	23.1	2	2	66.6	2	50
4	39.5	2	2	2	45.5	1	46

**Max. CDV : 50**

**PCI : 50**

**Clasificación : Regular**

La unidad de muestra U1 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece al tramo 01 de la Av. Antenor Orrego. Presenta cambios de sección dentro de su área.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: agrietamiento en bloque, grietas.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es Piel de Cocodrilo.

Como se aprecia en la tabla 12. Se obtuvieron 03 valores deducidos: 39.5, 23.1, 2.7, Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 50, dando como resultado un índice de 50 que corresponde a un pavimento Regular

**Tabla 11. Hoja de registro de la unidad de muestra U 02, sección 01, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:											
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo											
HOJA DE REGISTRO							M= Medio											
H= Alto																		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 02												
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54												
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.	2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)	3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.	4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.	5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1 L	4.60	0.98	5.26	3.25	12.35		26.44	11.47	33.70									
1 M	8.45	4.60	2.63				15.68	6.80	41.30									
3 L	2.40	1.20					3.60	1.56	0.00									
10 L	2.30	3.20					5.50	2.39	0.90									
13 M	0.29						0.29	0.13	6.30									
19 L	0.98	2.56	4.52				8.06	3.50	2.80									



**Muestra Unidad de U2.****Tabla 12. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 02.**

PAVEMENT CONDITION INDEX								
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
No	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	1	41.3	6.3	2.8	0.9	51.3	4	48
2	2	41.3	6.3	2	0.9	50.5	3	54
3	3	41.3	2	2	0.9	46.2	2	59
4	4	41.3	2	2	0.9	46.2	1	48
5	1	41.3	6.3	2.8	0.9	51.3	4	48

**Max. CDV : 59****PCI : 41****Clasificación : regular**

La unidad de muestra U 02 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales, ahuellamiento y desprendimientos de agregados.

Las fallas de severidad media fueron: piel de cocodrilo y huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los parches y huecos, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los abultamientos y hundimientos, depresión, grietas longitudinales y transversales, y pulimentos de agregados.

Las grietas longitudinales y transversales no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 14. Se obtuvieron 03 valores deducidos: 41.3, 6.3, 2.8, Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 59, dando como resultado un índice de 41 que corresponde a un pavimento regular

**Tabla 13. Hoja de registro de la unidad de muestra U 03, sección 01 de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
HOJA DE REGISTRO							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 03			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDA D	VALOR DEDUCIDO
1 L	6.30	11.20	6.00	4.50			28.00	12.17	34.50
4 M	9.00	4.50					13.50	5.87	31.30
7 H	3.60						3.60	1.56	9.80
11 L	3.50	1.30	1.70	0.02	0.30		6.82	2.96	6.50
11 M	0.02	0.10	0.50				0.62	0.27	5.00
19 H	1.00						1.00	0.43	12.30

**Muestra Unidad de U 03.****Tabla 14. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 03.**

PAVEMENT CONDITION INDEX									
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
No	Valores Deducidos						Total	q	CDV
1	34.5	31.3	12.3	9.8	6.5	5	99.4	6	49.00
2	34.5	31.3	12.3	9.8	6.5	2	96.4	5	56.20
3	34.5	31.3	12.3	9.8	2	2	91.9	4	53.00
4	34.5	31.3	12.3	2	2	2	84.1	3	54.00
5	34.5	31.3	2	2	2	2	73.8	2	52.80
6	34.5	2	2	2	2	2	44.5	1	44.00

**Max. CDV : 54****PCI : 46****Clasificación : Regular**

La unidad de muestra U 03 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 01 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, parches.

Las fallas de severidad media fueron: abultamientos y hundimientos, parches.

Las fallas de severidad alta fueron: desprendimientos de agregados, grietas de bordes.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los desprendimientos de agregados las grietas de borde, ya que aparte de ser una falla, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los abultamientos y hundimientos, los parches y piel de cocodrilo.

Como se aprecia en la tabla 16. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 34.5, 31.3, 12.3, 9.8, 6.5, 5.0. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 54, dando como resultado un índice de 46 que corresponde a un pavimento regular.

**Tabla 15. Hoja de registro de la unidad de muestra U 04, sección 02, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 04			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.						
2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.						
4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.						
5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.							
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1 M	0.6	1.8	1.25			3.65	1.59	25.70	
10 M	2.5					2.5	1.09	2.60	
11 L	0.9	1.85	1.38			4.13	1.79	4.00	
11 M	2.5	2.4	0.7	1.24	0.08	6.92	3.01	17.50	
11 H	1.64	0.09	0.51	0.65		2.89	1.26	21.40	
13 M	0.8	0.81	0.78	0.48	0.05	2.96	1.29	35.60	

**Muestra Unidad de U 04.****Tabla 16. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 04.**

PAVEMENT CONDITION INDEX									
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
No	Valores Deducidos						Total	q	CDV
1	35.6	25.7	21.4	17.5	4	2.6	106.8	6	52.50
2	35.6	25.7	21.4	17.5	4	2	106.2	5	56.30
3	35.6	25.7	21.4	17.5	2	2	104.2	4	60.20
4	35.6	25.7	21.4	2	2	2	88.7	3	56.80
5	35.6	25.7	2	2	2	2	69.3	2	44.20
6	35.6	2	2	2	2	2	45.6	1	44.60

**Max. CDV : 61****PCI : 39****Clasificación : Malo**

La unidad de muestra U 04 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 02 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fue: parcheo.

Las fallas de severidad media fueron: piel de cocodrilo, grieta longitudinal y transversal, parcheo, huecos.

La falla de severidad alta fue: parches.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los parches severidad alta. Seguida de esta falla están piel de cocodrilo, parches y huecos severidad media se presenta en toda la superficie analizada.

Como se aprecia en la tabla 18. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 35.6, 25.7, 21.4, 17.5, 4.0, 2.6. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 61, dando como resultado un índice de 39 que corresponde a un pavimento malo.

**Tabla 17. Hoja de registro de la unidad de muestra U 05, sección 02, de la Av. Antenor Orrego.**

<b>METODO PCI</b>							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto		
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>									
<b>HOJA DE REGISTRO</b>									
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 05			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1 M	2.38					2.38	1.03	21.10	
4 M	15.20	9.80				25.00	10.86	43.50	
11 L	1.20					1.20	0.52	0.00	
11 M	5.00	0.35	1.80			7.15	3.11	16.50	
13 M	0.46	0.65	2.25	0.82		4.18	1.82	42.50	

**Muestra Unidad de U 05.****Tabla 18. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 05.**

PAVEMENT CONDITION INDEX							
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO							
No	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	43.5	42.5	21.1	16.5	123.6	4	71.00
2	43.5	42.5	21.1	2	109.1	3	69.30
3	43.5	42.5	2	2	90	2	64.00
4	43.5	2	2	2	49.5	1	49.80

**Max. CDV : 71****PCI : 29****Clasificación : Malo**

La unidad de muestra U 05 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 02 a dicha región de pavimento.

La falla de severidad baja fue: parches.

Las fallas de nivel severidad media fueron: piel de cocodrilo, abultamientos y hundimientos, parches, huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos severidad media ya que aparte de ser una falla, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los abultamientos y hundimientos, parches también severidad media.

Las grietas longitudinales y transversales severidad media no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 20. Se obtuvieron 04 valores deducidos: 43.5, 42.5, 21.1, 16.6. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 71, dando como resultado un índice de 29 que corresponde a un pavimento malo.

**Tabla 19. Hoja de registro de la unidad de muestra U 06, sección 02, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 06			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1 M	6.30						6.30	2.74	31.50
4 M	8.00	11.00					19.00	8.26	37.60
11 L	0.87						0.87	0.38	0.00
11 M	3.00	2.60					5.60	2.43	0.00
10 M	1.30						1.30	0.56	15.70
13 M	0.81	0.50	0.36	0.48	0.25		2.40	1.04	31.90
19 M	3.20						3.20	1.39	9.40



**Muestra Unidad de U 06.****Tabla 20. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 06.**

PAVEMENT CONDITION INDEX								
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
No	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	37.6	31.9	31.5	15.7	9.4	126.1	5	66.00
2	37.6	31.9	31.5	15.7	2	118.7	4	69.00
3	37.6	31.9	31.5	2	2	105	3	73.50
4	37.6	31.9	2	2	2	75.5	2	55.60
5	37.6	2	2	2	2	45.6	1	45.00

**Max. CDV : 69****PCI : 31****Clasificación : Malo**

La unidad de muestra U 06 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 02 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad medio fueron: piel de cocodrilo, abultamientos y hundimientos, parcheo, huecos, desprendimiento de agregados.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos, ya que aparte de ser una falla, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los abultamientos y hundimientos, y parches.

Las grietas longitudinales y transversales severidad media y el parcheo severidad leve no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 22. Se obtuvieron 05 valores deducidos: 37.6, 31.9, 31.5, 15.7, 9.4. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 69, dando como resultado un índice de 31 que corresponde a un pavimento malo.

**Tabla 21. Hoja de registro de la unidad de muestra U 07, sección 02, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
H= Alto									
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 07			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
4 M	3.00	0.80	0.20			4.00	1.74	16.50	
4 H	10.00					10.00	4.35	56.40	
11 M	18.00	0.60	0.08	1.20		19.88	8.64	29.40	
11 H	2.50	16.00				18.50	8.04	46.60	
13 H	1.08	1.28				2.36	1.03	59.10	
19 M	3.60					3.60	1.56	9.50	

**Muestra Unidad de U 07.****Tabla 22. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 07.**

PAVEMENT CONDITION INDEX									
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
No	Valores Deducidos						Total	q	CDV
1	59.1	56.4	46.6	29.4	16.5	9.5	217.5	6	92.00
2	59.1	56.4	46.6	29.4	16.5	2	210	5	96.00
3	59.1	56.4	46.6	29.4	2	2	195.5	4	96.00
4	59.1	56.4	46.6	2	2	2	168.1	3	96.20
5	59.1	56.4	2	2	2	2	123.5	2	83.00
6	59.1	2	2	2	2	2	69.1	1	67.80

**Max. CDV : 96****PCI : 04****Clasificación : Fallado**

La unidad de muestra U 07 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 02 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad medio fueron: abultamientos y hundimientos, parcheo, desprendimiento de agregados.

Las fallas de severidad alta fueron: abultamientos y hundimientos, parcheo, huecos.

Las fallas más influyentes en el deterioro del pavimento son los abultamientos y hundimientos, parches y huecos severidad alta, analizada. Seguida de esta falla están los abultamientos y parches, se presenta en toda la superficie del pavimento.

Como se aprecia en la tabla 24. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 56.4, 51.9, 46.6, 29.4, 16.5, 9.5. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 96, dando como resultado un índice de 4 que corresponde a un pavimento fallado.

**Tabla 23. Hoja de registro de la unidad de muestra U 08, sección 02, de la Av. Antenor Orrego.**

<b>METODO PCI</b>							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto											
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>																		
<b>HOJA DE REGISTRO</b>																		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 08												
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54												
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.	2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)	3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.	4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.	5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1 M	3.50	2.00	0.60				6.10	2.65	2.65									
4 M	4.80						4.80	2.09	2.09									
111 L	1.30	0.09	0.45	0.01	0.05	0.64	2.54	1.10	1.10									
11 M	5.00	2.30	0.75				8.05	3.50	3.50									
11 H	10.50	3.80	0.50				14.80	6.43	6.43									

**Muestra Unidad de U 08.****Tabla 24. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 08.**

PAVEMENT CONDITION INDEX								
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
No	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	42.5	31.2	18.8	18	2.5	113	5	59.00
2	42.5	31.2	18.8	18	2	112.5	4	65.00
3	42.5	31.2	18.8	2	2	96.5	3	61.00
4	42.5	31.2	2	2	2	79.7	2	58.00
5	42.5	2	2	2	2	50.5	1	50.5

**Max. CDV : 65****PCI : 35****Clasificación : Malo**

La unidad de muestra U 08 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 02 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fue: parcheo.

Las fallas de severidad media fueron: piel de cocodrilo abultamiento y hundimiento parcheo.

Las fallas de nivel severidad alto fue: parcheo.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los parches ya que se muestran en todas las severidades y se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están la piel de cocodrilo severidad media.

Como se aprecia en la tabla 26. Se obtuvieron 05 valores deducidos: 42.5, 31.2, 18.8, 18.0, 2.5. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 65, dando como resultado un índice de 35 que corresponde a un pavimento malo.

**Tabla 25. Hoja de registro de la unidad de muestra U 09, sección 02, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE				HOJA DE REGISTRO		Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto	
							<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección: 01</b>			
							<b>Unidad de muestra :</b> U 09							
							<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b>			
							05/03/2018				<b>Área :</b> 230.54			
							1. Piel de cocodrilo.				6. Depresión.		11. Parches.	
							16. Desplazamiento.				2. Exudación.		7.	
							Grieta de borde. (slippage)				12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas	
							reflexión de junta.				3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de	
							13. Huecos.				18. Hinchamiento.			
							4. Abultamientos y hundimientos.				9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.	
							19. Desprendimiento de agregados.				5. Corrugación.		10.	
							Grietas long. y transversales.				15. Ahuellamiento.			
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO					
1 M	0.55	2.50	1.90				4.95	2.15	29					
3 L	7.00	2.10	0.50				9.60	4.17	4.2					
4 M	2.80	3.80					6.60	2.87	21.3					
11 L	2.80						2.80	1.22	2.8					
11 M	0.15	0.08	0.06				0.29	0.13	3.9					
13 M	0.63	0.03	0.02	0.20			0.88	0.38	16.6					
15 H	14.00	5.30					19.30	8.39	58.1					

**Muestra Unidad de U 09.**

**Tabla 26. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 09.**

<b>PAVEMENT CONDITION INDEX</b>										
<b>FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO</b>										
<b>No</b>	<b>Valores Deducidos</b>							<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	58.1	29	21.3	16.6	4.2	3.9	2.8	135.9	7	66.00
2	58.1	29	21.3	16.6	4.2	3.9	2	135.1	6	65.80
3	58.1	29	21.3	16.6	4.2	2	2	133.2	5	68.50
4	58.1	29	21.3	16.6	2	2	2	131.0	4	73.00
5	58.1	29	21.3	2	2	2	2	116.4	3	72.00
6	58.1	29	2	2	2	2	2	97.1	2	68.50
7	58.1	2	2	2	2	2	2	70.1	1	70.00

**Max. CDV : 73**

**PCI : 27**

**Clasificación : Malo**

La unidad de muestra U 09 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 02 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: agrietamiento en bloque, parcheo.

Las fallas de severidad media fueron: piel de cocodrilo, abultamiento y hundimiento, parcheo, huecos.

Las fallas de nivel severidad alta fue: ahuellamiento.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento es el ahuellamiento severidad alta. Seguida de esta falla están la piel de cocodrilo, abultamientos y hundimientos, parches, huecos de severidad media.

Como se aprecia en la tabla 28. Se obtuvieron 07 valores deducidos: 58.1, 29.0, 21.3, 16.6, 4.2, 3.9, 2.8. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 73, dando como resultado un índice de 27 que corresponde a un pavimento malo.

**Tabla 37. Hoja de registro de la unidad de muestra U 10, sección 02, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección:</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 10			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
7 M	1.08					1.08	0.47	4.20	
11 M	0.6					0.6	0.26	4.90	
13 L	0.7	0.2	0.05			0.95	0.41	9.30	
13 M	0.9	0.54	0.84			2.28	0.99	31.00	
13 H	0.08	0.3	0.02			0.4	0.17	25.20	
17 L	3.6					3.6	1.56	7.70	



**Muestra Unidad de U 10.****Tabla 28. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 10.**

<b>PAVEMENT CONDITION INDEX</b>									
<b>FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO</b>									
<b>No</b>	<b>Valores Deducidos</b>						<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	31	25.2	9.3	7.7	4.9	4.2	82.3	6	39.00
2	31	25.2	9.3	7.7	4.9	2	80.1	5	42.00
3	31	25.2	9.3	7.7	2	2	77.2	4	42.50
4	31	25.2	9.3	2	2	2	71.5	3	45.00
5	31	25.2	2	2	2	2	64.2	2	46.00
6	31	2	2	2	2	2	41.0	1	41.00

**Max. CDV : 46****PCI : 54****Clasificación : Regular**

La unidad de muestra U 10 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 02 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: huecos, grietas parabólicas.

Las fallas de severidad media fueron: grieta de borde, parcheo, huecos.

Las fallas de severidad media fue: huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos, ya que se muestran en todas los niveles de severidad. Seguida de esta falla está la piel de cocodrilo y los parches severidad media.

Como se aprecia en la tabla 30. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 31.0, 25.2, 9.3, 7.7, 4.9, 4.2. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 46, dando como resultado un índice de 54 que corresponde a un pavimento regular.

**Tabla 29. Hoja de registro de la unidad de muestra U 11, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 11			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.						
2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.						
4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.						
5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.							
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3 L	12.00					12.00	5.22	5.10	
4 L	1.55	2.20				3.75	1.63	5.50	
7 L	10.80					10.80	4.69	3.80	
10 L	3.80					3.80	1.65	0.00	
10 M	1.30					1.30	0.56	0.00	
11 M	0.50	1.00	2.40	0.20		4.10	1.78	13.50	
19 M	2.85					2.85	1.24	9.20	

**Muestra Unidad de U 11.****Tabla 30. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 11.**

PAVEMENT CONDITION INDEX								
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
No	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	13.5	9.2	5.5	5.1	3.8	37.1	5	14.20
2	13.5	9.2	5.5	5.1	2	35.3	4	16.00
3	13.5	9.2	5.5	2	2	32.2	3	18.00
4	13.5	9.2	2	2	2	28.7	2	21.00
5	13.5	2	2	2	2	21.5	1	20.50

**Max. CDV : 21****PCI : 79****Clasificación : Muy bueno**

La unidad de muestra U 11 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 03 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: agrietamiento en bloque, abultamientos y hundimientos, grietas de borde.

Las fallas de severidad media fueron: parcheo, desprendimiento de agregados.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los desprendimiento de agregados de severidad media que está causando el deterioro progresivo del pavimento. Seguida de esta falla están los agrietamientos en bloques, y grietas de borde severidad bajo.

Las grietas longitudinales y transversales leves y medios no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 32. Se obtuvieron 05 valores deducidos: 13.5, 9.2, 5.5, 5.1, 3.8. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 21, dando como resultado un índice de 79 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 31. Hoja de registro de la unidad de muestra U 12, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 12		<b>Unidad de muestra :</b> U 01			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.						
2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.						
4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.						
5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.							
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3 L	10.00	3.40	1.60			15.00	6.52	6.10	
3 M	13.10					13.10	5.69	12.10	
4 M	5.00					5.00	2.17	7.00	
10 L	0.60	0.15				0.75	0.33	0.00	
10 M	2.50					2.50	1.09	2.60	
11 L	17.60	3.20	0.40			21.20	9.21	16.00	
11 M	7.80	0.26	0.15	0.05		8.26	3.59	19.10	

**Muestra Unidad de U 12.****Tabla 32. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 12**

<b>PAVEMENT CONDITION INDEX</b>									
<b>FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO</b>									
<b>No</b>	<b>Valores Deducidos</b>						<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	19.1	16	12.1	7	6.1	2.6	62.9	6	28.00
2	19.1	16	12.1	7	6.1	2	62.3	5	30.40
3	19.1	16	12.1	7	2	2	58.2	4	32.00
4	19.1	16	12.1	2	2	2	53.2	3	33.00
5	19.1	16	2	2	2	2	43.1	2	32.00
6	19.1	2	2	2	2	2	29.1	1	29.00

**Max. CDV : 33****PCI : 67****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 12 tiene 230.54 m y pertenece a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 03 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: agrietamiento en bloques, abultamientos y hundimientos, parcheo.

Las fallas de severidad media fueron: agrietamiento en bloque, grietas longitudinal y transversal, parcheo.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los agrietamiento en bloque y parches severidad media, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están piel de cocodrilo, y parches severidad baja.

Las grietas longitudinales y transversales no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 34. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 19.1, 16.0, 12.1, 7.0, 6.1, 2.6. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 33, dando como resultado un índice de 67 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 33. Hoja de registro de la unidad de muestra U 13, de la Av. Antenor Orrego.**

<b>METODO PCI</b>						Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto			
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>									
<b>HOJA DE REGISTRO</b>									
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.			<b>Sección :</b> 13			<b>Unidad de muestra :</b> U 01			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.			<b>Fecha :</b> 05/03/2018			<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3 L	1.30					1.30	0.56	0.00	
4 M	3.60	5.00				8.60	3.74	24.60	
10 L	0.80	1.05	2.00			3.85	1.67	0.00	
10 M	2.10	1.25				3.35	1.46	3.40	
15 L	10.10					10.10	4.39	19.80	

**Muestra Unidad de U 13.****Tabla 34. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 13**

<b>PAVEMENT CONDITION INDEX</b>						
<b>FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO</b>						
<b>No</b>	<b>Valores Deducidos</b>			<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	24.6	19.8	3.4	47.8	3	29.00
2	24.6	19.8	2	46.4	2	34.00
3	24.6	2	2	28.6	1	29.00

**Max. CDV : 34****PCI : 66****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 13 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y a la Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 03 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fue: ahuellamiento.

Las fallas de severidad media fueron: abultamiento y hundimientos, grieta longitudinal y transversal.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los abultamientos y hundimientos severidad media, Seguida de esta falla están los grietas longitudinales y transversales y ahuellamiento severidad baja y media.

Los agrietamientos en bloque y las grietas longitudinales y transversales no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 36. Se obtuvieron 03 valores deducidos: 24.6, 19.8, 3.4. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 34, dando como resultado un índice de 66 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 35. Hoja de registro de la unidad de muestra U 14, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI						Nivel de Severidad:			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						L= Bajo			
HOJA DE REGISTRO						M= Medio			
HOJA DE REGISTRO						H= Alto			
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.			<b>Sección :</b> 01			<b>Unidad de muestra :</b> U 14			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.			<b>Fecha :</b> 05/03/2018			<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1 L	2.40	0.25	0.80			3.45	1.50	13.90	
3 L	5.00	2.20				7.20	3.13	3.10	
4 L	4.00	3.40				7.40	3.22	8.30	
7 L	2.85					2.85	1.24	1.90	
10 L	1.60	1.45	2.10			5.15	2.24	0.60	
11 M	2.20	0.80	0.05	0.08		3.13	1.36	11.80	
17 L	3.00	1.50				4.50	1.96	9.90	



**Muestra Unidad de U 14.****Tabla 36. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 14**

<b>PAVEMENT CONDITION INDEX</b>										
<b>FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO</b>										
<b>No</b>	<b>Valores Deducidos</b>							<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	13.9	11.8	9.9	8.3	3.1	1.9	0.6	49.5	5	22.00
2	13.9	11.8	9.9	8.3	2	1.9	0.6	48.4	4	26.00
3	13.9	11.8	9.9	2	2	1.9	0.6	42.1	3	29.00
4	13.9	11.8	2	2	2	1.9	0.6	34.2	2	25.00
5	13.9	2	2	2	2	1.9	0.6	24.4	1	25.00

**Max. CDV : 29****PCI : 71****Clasificación : Muy bueno**

La unidad de muestra U 14 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 03 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamientos y hundimientos, grieta de borde, grietas longitudinales y transversales, grietas parabólicas.

Las fallas de severidad media fue: parcheo.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los parches severidad media. Seguida de esta falla están la piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, abultamientos y hundimientos, grieta de borde, grietas longitudinales y transversales, grietas parabólicas severidad leve dañando en poca proporción la estructura del pavimento.

Como se aprecia en la tabla 38. Se obtuvieron 07 valores deducidos: 13.9, 11.8, 9.9, 8.3, 3.1, 1.9, 0.6. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 29, dando como resultado un índice de 71 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 37. Hoja de registro de la unidad de muestra U 15, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 15			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3 L	3.60	1.25				4.85	2.11	1.50	
3 M	7.50	25.00				32.50	14.12	18.80	
4 L	4.00					4.00	1.74	5.80	
11 M	9.90	0.93	2.30			13.13	5.71	24.00	
13 M	0.40	0.80	0.40	0.03		1.63	0.71	26.10	

**Muestra Unidad de U 15.****Tabla 38. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 15**

PAVEMENT CONDITION INDEX								
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
No	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	26.1	24	18.8	5.8	1.5	76.2	4	43.00
2	26.1	24	18.8	2	1.5	72.4	3	46.00
3	26.1	24	2	2	1.5	55.6	2	41.00
4	26.1	2	2	2	1.5	33.6	1	33.00

**Max. CDV : 46****PCI : 54****Clasificación : Regular**

La unidad de muestra U 15 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 03 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: agrietamiento en bloque, abultamiento y hundimiento. Las fallas de severidad media fueron: agrietamiento en bloque, parcheo.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son el agrietamiento en bloque, parches y huecos de severidad media se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están la piel de cocodrilo abultamientos y hundimientos severidad leve, fallas que también dañan parte de la estructura del pavimento.

Como se aprecia en la tabla 40. Se obtuvieron 05 valores deducidos: 26.1, 24.0, 18.8, 5.8, 1.5. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 46, dando como resultado un índice de 54 que corresponde a un pavimento regular

**Tabla 39. Hoja de registro de la unidad de muestra U 16, de la Av. Antenor Orrego..**

<b>METODO PCI</b>							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto											
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>																		
<b>HOJA DE REGISTRO</b>																		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 16												
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54												
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.	2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)	3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.	4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.	5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO										
3 M	2.50	1.50	0.90			4.90	2.13	6.20										
5 M	20.00					20.00	8.69	37.80										
11 L	6.20	0.30	0.25			6.75	2.93	6.40										
11 M	5.00	0.01	2.50	0.07		7.58	3.29	18.30										
12 M	88.50					88.50	38.46	9.80										

**Muestra Unidad de U 16.****Tabla 40. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 16**

PAVEMENT CONDITION INDEX								
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
No	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	37.8	18.3	9.8	6.4	6.2	78.5	5	41.80
2	37.8	18.3	9.8	6.4	2	74.3	4	42.00
3	37.8	18.3	9.8	2	2	69.9	3	44.00
4	37.8	18.3	2	2	2	62.1	2	46.00
5	37.8	2	2	2	2	45.8	1	45.80

**Max. CDV : 46****PCI : 54****Clasificación : Regular**

La unidad de muestra U 16 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 03 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: parches.

Las fallas de severidad media fueron: agrietamiento en bloque, corrugación, parches, pulimentos de agregados.

La falla más influyentes en el deterioro del pavimento son las corrugaciones y pulimentos de agregados nivel de severidad media lo cual se presentan en toda la superficie analizada de igual manera están las exudaciones y parches severidad

También de severidad media fallas que ayudan en el deterioro acelerado del pavimento.

Como se aprecia en la tabla 42. Se obtuvieron 05 valores deducidos: 37.8, 18.3, 9.8, 6.4, 6.2. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 29, dando como resultado un índice de 71 que corresponde a un pavimento regular.

**Tabla 41. Hoja de registro de la unidad de muestra U 17, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 17			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.						
2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)						
3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.						
4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.						
5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.							
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
3 H	3.00						3.00	1.30	8.60
4 L	2.30						2.30	1.00	3.90
10 M	2.10	1.30					3.40	1.48	3.50
11 L	0.20	1.50	0.50				2.20	0.96	2.20
11 M	23.32	1.40					24.72	10.74	32.40
12 M	88.50						88.50	38.46	9.80

**Muestra Unidad de U 17.****Tabla 42. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 17**

<b>PAVEMENT CONDITION INDEX</b>									
<b>FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO</b>									
<b>No</b>	<b>Valores Deducidos</b>						<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	32.4	9.8	8.6	3.9	3.5	2.2	60.4	6	26.20
2	32.4	9.8	8.6	3.9	3.5	2	60.2	5	30.20
3	32.4	9.8	8.6	3.9	2	2	58.7	4	32.00
4	32.4	9.8	8.6	2	2	2	56.8	3	37.00
5	32.4	9.8	2	2	2	2	50.2	2	38.00
6	32.4	2	2	2	2	2	42.4	1	42.00

**Max. CDV : 42****PCI : 58****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 17 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 03 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: abultamientos y hundimientos, parcheo.

Las fallas de severidad media fueron: grietas longitudinales y transversales, parcheo, pulimentos de agregados.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los parches y pulimentos de agregados severidad media presentándose en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los abultamientos y hundimientos y parches.

Como se aprecia en la tabla 44. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 32.4, 9.8, 8.6, 3.9, 3.5, 2.2. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 42, dando como resultado un índice de 58 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 43. Hoja de registro de la unidad de muestra U 18, de la Av. Antenor Orrego..**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 18			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3 M	7.20	4.50				11.70	5.08	11.40	
11 L	2.10	35.40	0.40	1.80		39.70	17.25	22.30	
11 H	0.72	0.02	0.03			0.77	0.33	5.50	
12 M	88.50					88.50	38.46	9.80	
13 M	0.42	0.40	0.09			0.91	0.40	17.00	
19 H	1.80					1.80	0.78	14.90	



**Muestra Unidad de U 18.****Tabla 44. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 18**

PAVEMENT CONDITION INDEX									
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
No	Valores Deducidos						Total	q	CDV
1	22.3	17	14.9	11.4	9.8	5.5	80.9	6	39.00
2	22.3	17	14.9	11.4	9.8	2	77.4	5	38.80
3	22.3	17	14.9	11.4	2	2	69.6	4	38.80
4	22.3	17	14.9	2	2	2	60.2	3	38.00
5	22.3	17	2	2	2	2	47.3	2	35.00
6	22.3	2	2	2	2	2	32.3	1	32.00

**Max. CDV : 39****PCI : 61****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 18 tiene 230.54 m<sup>2</sup> , Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fue: parcheo.

Las fallas de severidad media fueron: agrietamiento en bloque, parcheo, pulimento de agregados, huecos.

Las fallas de nivel severidad alto fue: desprendimiento de agregados.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los pulimentos de agregados y huecos severidad media y desprendimiento de agregado severidad alta estas fallas se presentan en toda la superficie analizada dañando la estructura del pavimento.

Como se aprecia en la tabla 46. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 22.3, 17.0, 14.9, 11.4, 9.8, 5.5. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 39, dando como resultado un índice de 61 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 45. Hoja de registro de la unidad de muestra U 19, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI						Nivel de Severidad:			
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE						L= Bajo			
HOJA DE REGISTRO						M= Medio			
HOJA DE REGISTRO						H= Alto			
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.			<b>Sección :</b> 01			<b>Unidad de muestra :</b> U 19			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.			<b>Fecha :</b> 05/03/2018			<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
1 L	1.20	0.85				2.05	0.89	9.00	
11 L	35.40	0.20	2.40			38.00	16.51	21.80	
12 M	88.50					88.50	38.46	9.80	
13 M	0.05	0.90	0.07			1.02	0.44	18.80	

**Muestra Unidad de U 19.****Tabla 46. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 19**

PAVEMENT CONDITION INDEX							
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO							
No	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	21.8	18.8	9.8	9	59.4	4	32.00
2	21.8	18.8	9.8	2	52.4	3	32.00
3	21.8	18.8	2	2	44.6	2	32.00
4	21.8	2	2	2	27.8	1	28.00

**Max. CDV : 32****PCI : 68****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 19 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, parcheo.

Las fallas de severidad media fueron: pulimentos de agregados, huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los pulimentos de agregados y parches, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta la falla piel de cocodrilo y parches severidad baja.

Como se aprecia en la tabla 48. Se obtuvieron 04 valores deducidos: 21.8, 18.8, 9.8, 9.0. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 32, dando como resultado un índice de 68 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 47. Hoja de registro de la unidad de muestra U 20, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 20			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3 L	1.96	1.20				3.16	1.37	0.00	
11 L	35.40	1.00				36.40	15.82	21.40	
12 M	88.50					88.50	38.46	9.80	
13 L	0.70	0.35	0.15			1.20	0.52	11.30	
13 H	0.02	0.08	0.40			0.50	0.22	10.10	

**Muestra Unidad de U 20.****Tabla 48. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 20**

PAVEMENT CONDITION INDEX							
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO							
No	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	21.4	11.3	10.1	9.8	52.6	4	27.00
2	21.4	11.3	10.1	2	44.8	3	27.00
3	21.4	11.3	2	2	36.7	2	25.00
4	21.4	2	2	2	27.4	1	27.00

**Max. CDV : 27****PCI : 73****Clasificación : Muy bueno**

La unidad de muestra U 20 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: parcheo, huecos.

Las fallas de severidad media fueron: pulimentos de agregados, huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los pulimentos de agregados y huecos severidad media se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están parches y huecos de severidad baja.

Los agrietamientos en bloque no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 50. Se obtuvieron 04 valores deducidos: 21.4, 11.3, 10.1, 9.8. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 27, dando como resultado un índice de 73 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 49. Hoja de registro de la unidad de muestra U 21, de la Av. Antenor Orrego.**

<b>METODO PCI</b>							Nivel de Severidad:		
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>							L= Bajo		
<b>HOJA DE REGISTRO</b>							M= Medio		
<b>HOJA DE REGISTRO</b>							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 21			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
7 M	6.00					6.00	2.61	7.90	
11 L	35.40	3.00	0.70			39.10	16.99	22.10	
12 M	88.50					88.50	38.46	9.80	
13 M	0.04	0.60	0.01			0.65	0.28	12.70	
17 L	0.55					0.55	0.24	1.20	

**Muestra Unidad de U 21.****Tabla 50. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 21**

PAVEMENT CONDITION INDEX								
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
No	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	22.1	12.7	9.8	7.9	1.2	53.7	4	28.00
2	22.1	12.7	9.8	2	1.2	47.8	3	30.00
3	22.1	12.7	2	2	1.2	40	2	30.00
4	22.1	2	2	2	1.2	29.3	1	29.00

**Max. CDV : 30****PCI : 70****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 21 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: parcheo, grieta parabólica.

Las fallas de severidad media fueron: grieta de borde, pulimentos de agregados, huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los pulimentos de agregados severidad media, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla parches, grieta parabólica severidad baja.

Como se aprecia en la tabla 52. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 22.1, 12.7, 9.8, 7.9, 1.2. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 30, dando como resultado un índice de 70 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 51. Hoja de registro de la unidad de muestra U 22, de la Av. Antenor Orrego.**

<b>METODO PCI</b>							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto											
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>																		
<b>HOJA DE REGISTRO</b>																		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 22												
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54												
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.	2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)	3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.	4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.	5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1 L	0.80	0.30					1.10	0.48	5.90									
4 M	1.02	0.60					1.62	0.70	10.30									
11 L	35.40						35.40	15.38	21.10									
12 M	88.50						88.50	38.46	9.80									
13 L	0.38	0.05					0.43	0.19	5.10									
13 H	0.30	0.06	0.02				0.38	0.17	24.60									



**Muestra Unidad de U 22.****Tabla 52. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 22**

<b>PAVEMENT CONDITION INDEX</b>									
<b>FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO</b>									
<b>No</b>	<b>Valores Deducidos</b>						<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	24.6	21.1	10.3	9.8	5.9	5.1	76.8	6	36.00
2	24.6	21.1	10.3	9.8	5.9	2	73.7	5	37.00
3	24.6	21.1	10.3	9.8	2	2	69.8	4	39.00
4	24.6	21.1	10.3	2	2	2	62	3	39.00
5	24.6	21.1	2	2	2	2	53.7	2	39.00
6	24.6	2	2	2	2	2	34.6	1	34.00

**Max. CDV : 39****PCI : 61****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 22 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, parches, huecos.

Las fallas de severidad media fueron: abultamientos y hundimientos, pulimento de agregados.

Las fallas de nivel severidad alto fue: huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos de severidad alta luego los pulimentos de agregados severidad media, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los huecos y parches de severidad baja.

Como se aprecia en la tabla 54. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 24.6, 21.1, 10.3, 9.8, 5.9, 5.1. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 39, dando como resultado un índice de 61 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 53. Hoja de registro de la unidad de muestra U 23, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 23			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
3 L	1.30					1.30	0.56	0.00	
11 L	35.40					35.40	15.38	21.10	
12 M	88.50					88.50	38.46	9.80	
13 M	0.40	0.60	0.05			1.05	0.46	19.30	
13 H	0.07	0.02	0.03	0.40		0.52	0.23	28.10	

**Muestra Unidad de U 23.****Tabla 54. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 23**

PAVEMENT CONDITION INDEX							
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO							
No	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	28.1	21.1	19.3	9.8	78.3	4	44.00
2	28.1	21.1	19.3	2	70.5	3	45.00
3	28.1	21.1	2	2	53.2	2	39.00
4	28.1	2	2	2	34.1	1	34.00

**Max. CDV : 45****PCI : 55****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 23 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: parches.

Las fallas de severidad media fueron: pulimentos de agregados, huecos.

Las fallas de nivel severidad alto fue: huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos severidad alta luego los pulimentos de agregados severidad media presentándose en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están parches severidad baja.

El agrietamiento en bloque no afectan el estado del pavimento, pues el tamaño de estas fallas no es representativo comparado con toda la unidad de muestra. Su valor deducido es cero.

Como se aprecia en la tabla 56. Se obtuvieron 04 valores deducidos: 28.1, 21.1, 19.3, 9.8. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 45, dando como resultado un índice de 55 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 55. Hoja de registro de la unidad de muestra U 24, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
HOJA DE REGISTRO							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 24			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
1 L	3.50						3.50	1.52	14.00
11 L	35.40	0.68	3.00				39.08	16.98	22.10
12 M	88.50						88.50	38.46	9.80
17 L	0.90	1.20					2.10	0.91	3.70

**Muestra Unidad de U 24.****Tabla 56. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 24**

PAVEMENT CONDITION INDEX							
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO							
No	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	22.1	14	9.8	3.7	49.6	4	26.00
2	22.1	14	9.8	2	47.9	3	29.00
3	22.1	14	2	2	40.1	2	29.00
4	22.1	2	2	2	28.1	1	28.10

**Max. CDV : 29****PCI : 71****Clasificación : Muy bueno**

La unidad de muestra U 24 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, parches, grieta parabólica.

Las fallas de severidad media fue: pulimento de agregados.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los pulimentos de agregados severidad media, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están piel de cocodrilo, parches, grieta parabólica de severidad baja.

Como se aprecia en la tabla 58. Se obtuvieron 04 valores deducidos: 28.1, 21.1, 19.3, 9.8. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 29, dando como resultado un índice de 71 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 57. Hoja de registro de la unidad de muestra U 25, de la Av. Antenor Orrego.**

<b>METODO PCI</b>							Nivel de Severidad:		
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>							L= Bajo		
<b>HOJA DE REGISTRO</b>							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 25			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO
5 L	2.30						2.30	1.00	2.00
11 L	35.40						35.40	15.38	21.10
12 M	88.50						88.50	38.46	9.80
13 M	2.00	0.40					2.40	1.04	31.90
13 H	0.25	0.06	0.75				1.06	0.46	38.00

**Muestra Unidad de U 25.****Tabla 58. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 25**

PAVEMENT CONDITION INDEX								
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO								
No	Valores Deducidos					Total	q	CDV
1	38	31.9	21.1	9.8	2	102.8	4	34.00
2	38	31.9	21.1	2	2	95	3	61.00
3	38	31.9	2	2	2	75.9	2	55.00
4	38	2	2	2	2	46	1	46.00

**Max. CDV : 61****PCI : 39****Clasificación : Malo**

La unidad de muestra U 25 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: corrugación, parches.

Las fallas de severidad media fueron: pulimentos de agregados, huecos.

Las fallas de nivel severidad alto fue: huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos severidad alta luego los pulimentos de agregados severidad media, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los corrugación y parches nivel de severidad baja.

Como se aprecia en la tabla 60. Se obtuvieron 05 valores deducidos: 38.0, 31.9, 21.1, 9.8, 2.0. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 29, dando como resultado un índice de 71 que corresponde a un pavimento malo.

**Tabla 59. Hoja de registro de la unidad de muestra U 26, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 26			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
7 L	0.60					0.60	0.26	0.00	
11 L	35.40					35.40	15.38	21.10	
12 M	88.50					88.50	38.46	9.80	
13 M	0.04	0.90				0.94	0.41	18.40	
13 H	0.01	0.08	0.40			0.49	0.21	27.40	



**Muestra Unidad de U 26.****Tabla 60. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 26**

PAVEMENT CONDITION INDEX							
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO							
No	Valores Deducidos				Total	q	CDV
1	27.4	21.1	18.4	9.8	76.7	4	43.00
2	27.4	21.1	18.4	2	68.9	3	43.00
3	27.4	21.1	2	2	52.5	2	38.00
4	27.4	2	2	2	33.4	1	33.00

**Max. CDV : 43****PCI : 57****Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 26 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: parches.

Las fallas de severidad media fueron: pulimentos de agregados, huecos.

Las fallas de nivel severidad alta fue: huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos severidad alta, luego los pulimentos de agregados y huecos de severidad media que aparte de ser una falla, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los parches.

Como se aprecia en la tabla 62. Se obtuvieron 04 valores deducidos: 27.4, 21.1, 18.4, 9.8. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 43, dando como resultado un índice de 57 que corresponde a un pavimento bueno.

**Tabla 61. Hoja de registro de la unidad de muestra U 27, de la Av. Antenor Orrego.**

METODO PCI							Nivel de Severidad:		
INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE							L= Bajo		
HOJA DE REGISTRO							M= Medio		
							H= Alto		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección :</b> 01		<b>Unidad de muestra:</b> U 27			
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54			
1. Piel de cocodrilo.		6. Depresión.		11. Parches.		16. Desplazamiento.			
2. Exudación.		7. Grieta de borde.		12. Pulimentos de agregados.		17. Grietas parabólicas (slippage)			
3. Agrietamiento en bloque.		8. Grieta de reflexión de junta.		13. Huecos.		18. Hinchamiento.			
4. Abultamientos y hundimientos.		9. Desnivel carril/berma.		14. Cruce de vías férreas.		19. Desprendimiento de agregados.			
5. Corrugación.		10. Grietas long. y transversales.		15. Ahuellamiento.					
FALLA	CANTIDADES PARCIALES					TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO	
11 L	35.40	1.60	2.30			39.30	17.08	22.20	
12 M	88.50					88.50	38.46	9.80	
19 L	0.84	1.60				2.44	1.06	2.00	

**Muestra Unidad de U 27.****Tabla 62. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 27**

PAVEMENT CONDITION INDEX						
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO						
No	Valores Deducidos			Total	q	CDV
1	22.2	9.8	2	34	2	24.00
2	22.2	2	2	26.2	1	26.00

**Max. CDV : 26**

**PCI : 74**

**Clasificación : Muy bueno**

La unidad de muestra U 27 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: parches, desprendimiento de agregados.

Las fallas de severidad media fueron: pulimento de agregados.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los pulimentos de agregados severidad media, se presenta en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están los parches y desprendimientos de agregados severidad baja

Como se aprecia en la tabla 64. Se obtuvieron 03 valores deducidos: 22.2, 9.8, 2.0. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 26, dando como resultado un índice de 74 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 63. Hoja de registro de la unidad de muestra U 28, de la Av. Antenor Orrego.**

<b>METODO PCI</b>							Nivel de Severidad: L= Bajo M= Medio H= Alto											
<b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTOS EN VÍAS DE PAVIMENTO FLEXIBLE</b>																		
<b>HOJA DE REGISTRO</b>																		
<b>Nombre de la vía :</b> Av. Antenor Orrego - Trujillo - la Libertad.				<b>Sección:</b> 01		<b>Unidad de muestra :</b> U 28												
<b>Ejecutor :</b> Escudero Flores Joel.				<b>Fecha :</b> 05/03/2018		<b>Área :</b> 230.54												
1. Piel de cocodrilo.	6. Depresión.	11. Parches.	16. Desplazamiento.	2. Exudación.	7. Grieta de borde.	12. Pulimentos de agregados.	17. Grietas parabólicas (slippage)	3. Agrietamiento en bloque.	8. Grieta de reflexión de junta.	13. Huecos.	18. Hinchamiento.	4. Abultamientos y hundimientos.	9. Desnivel carril/berma.	14. Cruce de vías férreas.	19. Desprendimiento de agregados.	5. Corrugación.	10. Grietas long. y transversales.	15. Ahuellamiento.
FALLA	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD	VALOR DEDUCIDO									
1 L	1.50	2.60					4.10	1.78	1.78									
11 L	35.40						35.40	15.38	15.38									
12 M	88.50						88.50	38.46	38.46									
17 L	0.80						0.80	0.35	0.15									
13 L	0.07	0.05	0.22				0.34	0.15	0.10									
13 H	0.03	0.01	0.20				0.24	0.10	0.35									

**Muestra Unidad de U 28.****Tabla 64. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 28**

PAVEMENT CONDITION INDEX									
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
No	Valores Deducidos						Total	q	CDV
1	38.5	15.38	1.78	0.35	0.15	0.1	56.22	2	39.00
2	35.6	2	1.78	0.35	0.15	0.1	39.98	1	38.50

**Max. CDV : 39**

**PCI : 61**

**Clasificación : Bueno**

La unidad de muestra U 28 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, parcheo, huecos, grietas parabólicas.

Las fallas de severidad media fue: pulimentos de agregados.

Las fallas de severidad media fue: huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos de severidad alta y baja luego los pulimentos de agregados severidad media ya que aparte de ser una falla, se presentan en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están la piel de cocodrilo, parcheo, huecos, grietas parabólicas severidad baja.

Como se aprecia en la tabla 66. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 21.1, 20.3, 15.6, 9.8, 4.4, 1.9. Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 29, dando como resultado un índice de 71 que corresponde a un pavimento bueno.



**Muestra Unidad de U 28.**

**Tabla 66. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 29**

PAVEMENT CONDITION INDEX									
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
No	Valores Deducidos						Total	q	CDV
1	24.7						24.7	2	19
2	24.7						24.7	1	27

**Max. CDV : 27**

**PCI : 73**

**Clasificación : Muy Bueno**

La unidad de muestra U 29 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, parcheo, huecos, grietas parabólicas.

Las fallas de severidad media fue: pulimentos de agregados.

Las fallas de severidad media fue: huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos de severidad alta y baja luego los pulimentos de agregados severidad media ya que aparte de ser una falla, se presentan en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están la piel de cocodrilo, parcheo, huecos, grietas parabólicas severidad baja.

.

Como se aprecia en la tabla 67. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 24.7 Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 27, dando como resultado un índice de 73 que corresponde a un pavimento Muy bueno.





**Muestra Unidad de U 30.**

**Tabla 68. Calculo del PCI de la unidad de muestra U 30**

PAVEMENT CONDITION INDEX									
FORMATO PARA LA OBTENCION DEL MAXIMO VALOR DEDUCIDO CORREGIDO									
No	Valores Deducidos						Total	q	CDV
1	14.1						14.1	2	10
2	14.1						14.1	1	16

**Max. CDV : 16**

**PCI : 84**

**Clasificación : Muy Bueno**

La unidad de muestra U 28 tiene 230.54 m<sup>2</sup> y pertenece Av. Antenor Orrego. No presenta cambios de sección dentro de su área, por lo que se le ha denominado sección 04 a dicha región de pavimento.

Las fallas de nivel severidad bajo fueron: piel de cocodrilo, parcheo, huecos,

Las fallas de severidad media fue: pulimentos de agregados.

Las fallas de severidad media fue: huecos.

La falla más influyente en el deterioro del pavimento son los huecos de severidad alta y baja luego los pulimentos de agregados severidad media ya que aparte de ser una falla, se presentan en toda la superficie analizada. Seguida de esta falla están la piel de cocodrilo, parcheo, huecos, grietas parabólicas severidad baja.

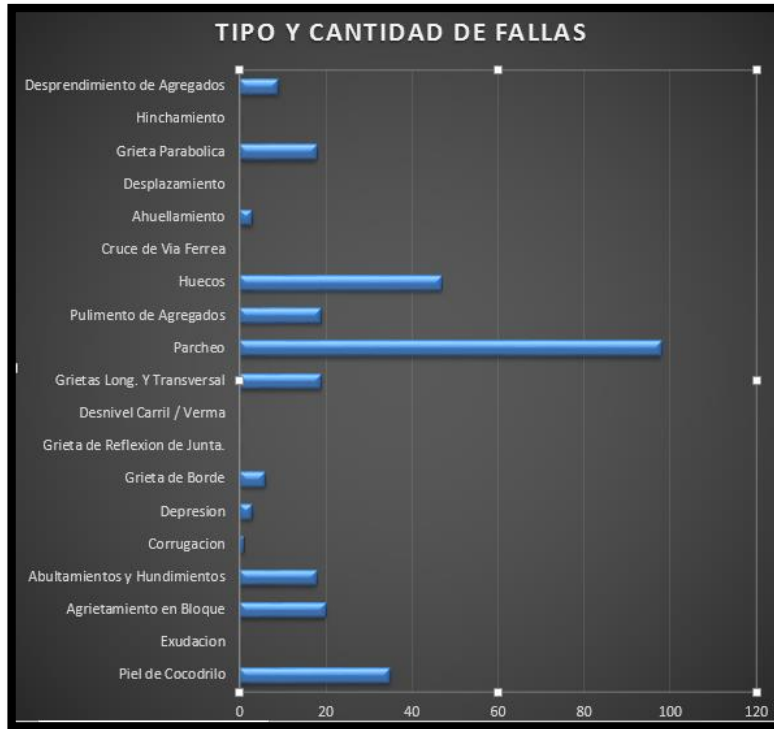
Como se aprecia en la tabla 67. Se obtuvieron 06 valores deducidos: 14.1 Siguiendo el procedimiento, se obtiene como máximo valor deducido corregido 16, dando como resultado un índice de 84 que corresponde a un pavimento muy bueno.

**Tabla 69: Resumen del estado actual de cada unidad de muestra.**

<b>TRAMO</b>	<b>UNIDAD DE MUESTREO</b>	<b>ABCISA INICIAL</b>	<b>ABCISA FINAL</b>	<b>AREA DE SECCION (m2)</b>	<b>CALIFICACION DEL PCI</b>	<b>PCI DE SECCION</b>
01	U 01	0	32.47	230.54	50	REGULAR
01	U 02	32.47	64.94	230.54	41	REGULAR
01	U 03	64.94	97.41	230.54	46	REGULAR
01	U 04	97.41	129.88	230.54	39	MALO
01	U 05	129.88	162.35	230.54	29	MALO
01	U 06	162.35	194.82	230.54	31	MALO
01	U 07	194.82	227.29	230.54	4	FALLADO
01	U 08	227.29	259.76	230.54	35	MALO
01	U 09	259.76	292.23	230.54	27	MALO
01	U 10	292.23	324.7	230.54	54	REGULAR
01	U 11	324.7	357.17	230.54	79	MUY BUENO
01	U 12	357.17	389.64	230.54	67	BUENO
01	U 13	389.64	422.11	230.54	66	BUENO
01	U 14	422.11	454.58	230.54	71	MUY BUENO
01	U 15	454.58	487.05	230.54	54	REGULAR
01	U 16	487.05	519.52	230.54	54	REGULAR
01	U 17	519.52	551.99	230.54	58	BUENO
01	U 18	551.99	584.46	230.54	61	BUENO
01	U 19	584.46	616.93	230.54	68	BUENO
01	U 20	616.93	649.4	230.54	73	MUY BUENO
01	U 21	649.4	681.87	230.54	70	BUENO
01	U 22	681.87	714.34	230.54	61	BUENO
01	U 23	714.34	746.81	230.54	55	BUENO
01	U 24	746.81	779.28	230.54	71	MUY BUENO
01	U 25	779.28	811.75	230.54	39	MALO
01	U 26	811.75	844.22	230.54	57	BUENO
01	U 27	844.22	876.69	230.54	74	MUY BUENO
01	U 28	876.69	909.16	230.54	61	BUENO
01	U 29	909.16	941.63	230.54	73	MUY BUENO
01	U 30	947.1	1006.57	230.54	84	MUY BUENO

Elaboración: Fuente propia

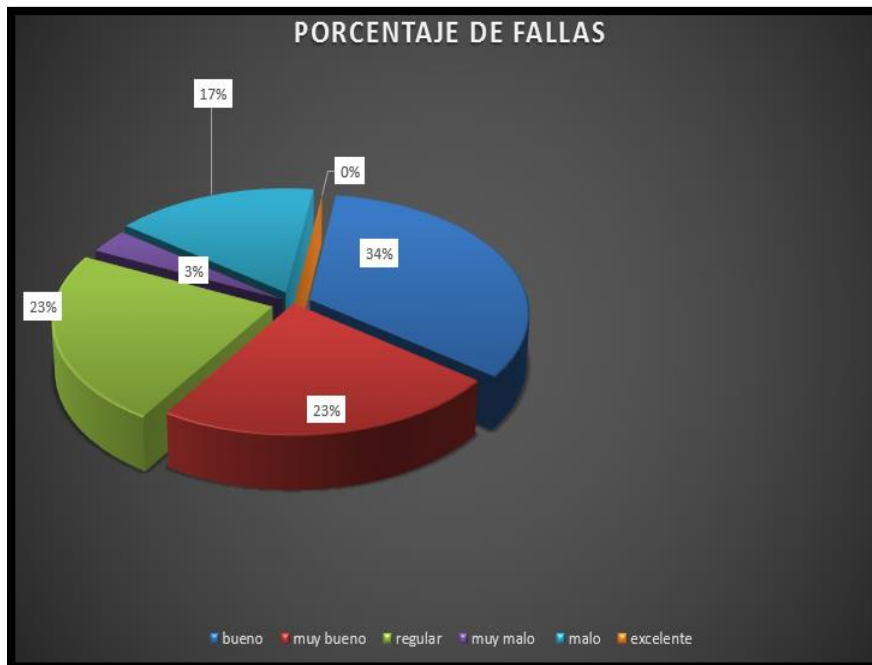
**Figura 39: Grafico estadístico de fallas del pavimento.**



Elaboración:

Fuente propia

**Figura 40: Grafico estadístico de porcentaje de cada falla del pavimento.**



Elaboración: Fuente propia

**Figura 41: Grafico estadístico del estado de vía en estudio según el rango de calificación del manual del ASTM D6433.**



Elaboración: Fuente propia

## CAPITULO VI: CONCLUSIONES.

- a) En el proyecto de investigación realizado al pavimento flexible Av. Antenor Orrego, tramo Urb. Trupal – Urb. Los Claveles del distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, en el Departamento de La Libertad; en el año 2018, según los parámetros establecidos por el manual del ASTM D6433 Método del Índice de Condición del Pavimento es de 55 por lo que se concluye que el pavimentos flexible está en una condición Buena .
- b) Respecto al Estudio de Trafico, podemos concluir que el vehículo predominante es camión y combis con el 30%, según se muestra en la Tabla 10.
- c) La patologías que afectan al pavimento de la Av. Antenor Orrego, son las fallas de: parches, huecos, desprendimientos de agregados, pulimentos de agregados, abultamiento y hundimientos, agrietamientos en bloque, piel de cocodrilo, grietas longitudinales y transversales con una severidad baja, media y alta de afectación. parcheo, es el mayor tipo de falla del sector de estudio, porque representa el 36.98% de todas la fallas, Otras fallas también incidentes son huecos que representa el 17.74% respectivamente.
- d) Los niveles de severidad de cada tramo son: El tramo 01 de las 03 unidades de muestreo presenta un estado Regular con un PCI promedio de 50, en el tramo 04 de las 07 unidades el estado del pavimento es Malo con un PCI promedio de 30, en el tramo 07 de las 12 unidades el estado del pavimento es Bueno con un PCI promedio de 62.
- e) De todas las unidades de muestreo en los cuatro tramos finalmente se concluye que el estado promedio del PCI es **55**. En toda la vía, por lo que se concluye que el estado actual del pavimento es **Bueno** para el Pavimento Flexible de la Av. Antenor Orrego, tramo Urb.Trupal-Los Claveles, del distrito de Trujillo, Provincia de Trujillo, en el Departamento de La Libertad; en el año 2018, según los parámetros establecidos por el manual del ASTM D6433 Método del Índice de Condición del Pavimento en la evaluación de pavimentos flexibles PCI.
- f) Como alternativa de solución se puede concluir que el parcheo es el 36.98 % es lo más recomendable para tener una vía con mejor fluidez y mayor vida útil.

## **CAPITULO VII: RECOMENDACIONES.**

- a) Se recomienda a nuestras autoridades locales, darle la debida importancia al mantenimiento de los pavimentos flexible, considerando un presupuesto con el fin de mantener las vías de la ciudad en estado óptimo de serviciabilidad.
- b) Se deben realizar posibles tratamientos de fallas (soluciones) tales como: piel de cocodrilo bacheo y sellado superficial en zonas críticas. Servirá para tener tener un pavimento en mejores condiciones.
- c) Se recomienda a las autoridades locales implementar un sistema de monitoreo haciendo uso del método PCI por ser un método viable para conservar nuestras vías en buen estado, teniendo en cuenta que un pavimento fallado tiene mayor costo de reparación que un pavimento que solo necesite de mantenimiento.
- d) Se recomienda complementar con Estudio de Suelos y diseño de mezclas asfálticas para determinar las reparaciones o mantenimiento, con mayor detalle.
- e) Finalmente se recomienda que el pavimento Av. Antenor Orrego hacer una evaluación y un mantenimiento de los pavimentos flexibles en todo Trujillo con la finalidad de aumentar la vida útil.

## REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.

1. Canto Maya, D., & Sánchez Aguilar, N. (16 de 02 de 2014). GLOBALIZACION Y TURISMO. Obtenido de GLOBALIZACIÓN EN LOS MEDIOS DE TRANSPORTE: <https://globalizacionyturismo2014.wordpress.com/2014/02/16/globalizacion-en-los-medios-de-transporte/>
2. Cañizares Sánchez, J., & Ochoa Cañizares, M. (2002). Evaluación de la condición del pavimento flexible y estudio deflectométrico de la via Sayausí-Tres Cruces. Recuperado el 10 de 08 de 2016, de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/handle/123456789/7311>
3. Estacio Caceres, D. (12 de 01 de 2009). PROCEDIMIENTO DE EVALUACIÓN TECNICO-ECONOMICA, PARA SELECCIONAR EL TIPO DE PAVIMENTO A CONSTRUIR EN UNA CARRETERA. Recuperado el 26 de 08 de 2016, de
4. Gamboa Chicchón, K. (26 de 09 de 2012). Cálculo del índice de condición aplicado en del pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura. Recuperado el 11 de 08 de 2016, de <http://pirhua.udep.edu.pe/handle/123456789/1351>
5. Giordani, C., & Leone., D. (s.f.). PAVIMENTOS. Recuperado el 24 de 09 de 2016, [https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1\\_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf](https://www.fro.utn.edu.ar/repositorio/catedras/civil/1_anio/civil1/files/IC%20I-Pavimentos.pdf)
6. Guillermo Thenoux, R. G. (1995). EVALUACIÓN TÉCNICA DEL PAVIMENTO Y COMPARACIÓN DE MÉTODOS DE DISEÑO DE CAPAS DE REFUERZO ASFÁLTICO. Recuperado el 26 de 08 de 2016, de <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/view/364>
7. Hurtado Arias, W. (2016). Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha. Recuperado el 13 de 09 de 2016, de <http://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/1263>
8. Marya J., S. A. (15 de 04 de 2010). EVALUACIÓN INTEGRAL DE LA VÍA LOCAL CUMANÁ – CUMANACOA (L001); PROGRESIVA 0+000 (PUENTE ALIVIADERO MANZANARES) HASTA PROGRESIVA 10+000 (VÍA CUMANACOA), DE LOS MUNICIPIOS SUCRE Y MONTES DEL ESTADO SUCRE. Recuperado el 07 de 09 de 2016, de <http://hdl.handle.net/123456789/2600>

9. Jofre Alejandro, M. (03 de 01 de 2013). Infraestructura vial y pavimentos. Recuperado el 24 de 09 de 2016, de <http://pavimyvias77.blogspot.pe/>
10. Medina Palacios, A., & De la Cruz Puma, M. (01 de 11 de 2015). Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. Recuperado el 22 de 09 de 2016, de <http://hdl.handle.net/10757/581505>
11. Niola Valencia, M. (11 de 11 de 2015). Análisis de las fallas del Pavimento flexible de la avenida Arízaga entre 9 de Mayo y Ayacucho. Recuperado el 11 de 08 de 2016, de <http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/5003>
12. Rabanal Pajares, J. (2014). ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA DE EVITAMIENTO NORTE, UTILIZANDO EL METODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO. CAJAMARCA - 2014. Recuperado el 26 de 08 de 2016, de <http://repositorio.upn.edu.pe/xmlui/handle/11537/5511>
13. Rodríguez Velásquez, D. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de. Recuperado el 08 de 10 de 2016, de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI\\_180.pdf?sequence=1](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/123456789/1350/ICI_180.pdf?sequence=1)



## ANEXOS.

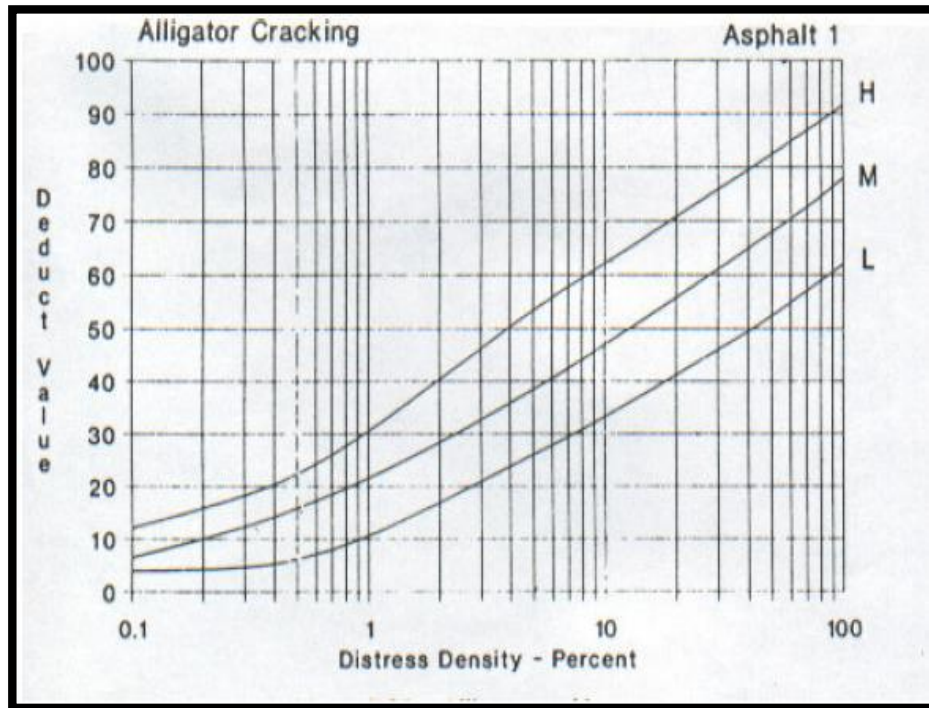
ANEXO 01: Resumen de muestras.

TRAMO	UNIDAD DE MUESTREO	ABCISA INICIAL	ABCISA FINAL	AREA DE SECCION (m <sup>2</sup> )	CALIFICACION DEL PCI	PCI DE SECCION
1	U1	0	32.47	230.54	50	REGULAR
1	U2	32.47	64.94	230.54	41	REGULAR
1	U3	64.94	97.41	230.54	46	REGULAR
1	U4	97.41	129.88	230.54	39	MALO
1	U5	129.88	162.35	230.54	29	MALO
1	U6	162.35	194.82	230.54	31	MALO
1	U7	194.82	227.29	230.54	4	FALLADO
1	U8	227.29	259.76	230.54	35	MALO
1	U9	259.76	292.23	230.54	27	MALO
1	U10	292.23	324.7	230.54	54	REGULAR
1	U11	324.7	357.17	230.54	79	MUY BUENO
1	U12	357.17	389.64	230.54	67	BUENO
2	U13	389.64	422.11	230.54	66	BUENO
2	U14	422.11	454.58	230.54	71	MUY BUENO
2	U15	454.58	487.05	230.54	54	REGULAR
2	U16	487.05	519.52	230.54	54	REGULAR
2	U17	519.52	551.99	230.54	58	BUENO
2	U18	551.99	584.46	230.54	61	BUENO
2	U19	584.46	616.93	230.54	68	BUENO
2	U20	616.93	649.4	230.54	73	MUY BUENO
2	U21	649.4	681.87	230.54	70	BUENO
2	U22	681.87	714.34	230.54	61	BUENO
2	U23	714.34	746.81	230.54	55	BUENO
2	U24	746.81	779.28	230.54	71	MUY BUENO
3	U25	779.28	811.75	230.54	39	MALO
3	U26	811.75	844.22	230.54	57	BUENO
3	U27	844.22	876.69	230.54	74	MUY BUENO
3	U28	876.69	909.16	230.54	61	BUENO
3	U29	909.16	941.63	230.54	73	MUY BUENO
3	U30	947.1	1006.57	230.54	84	MUY BUENO
<b>PROMEDIO DE LOS INDICES DE MUESTRA</b>					<b>55</b>	<b>BUENO</b>

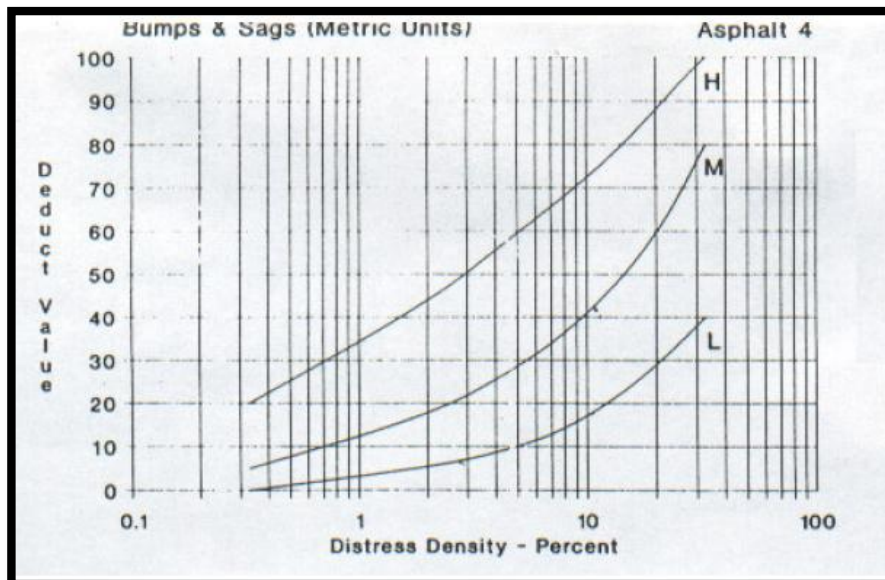


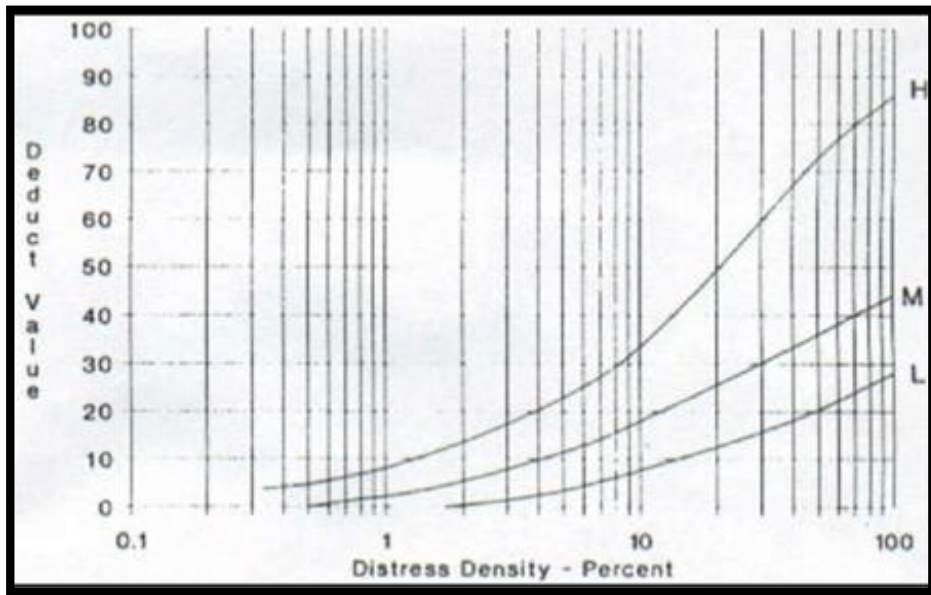
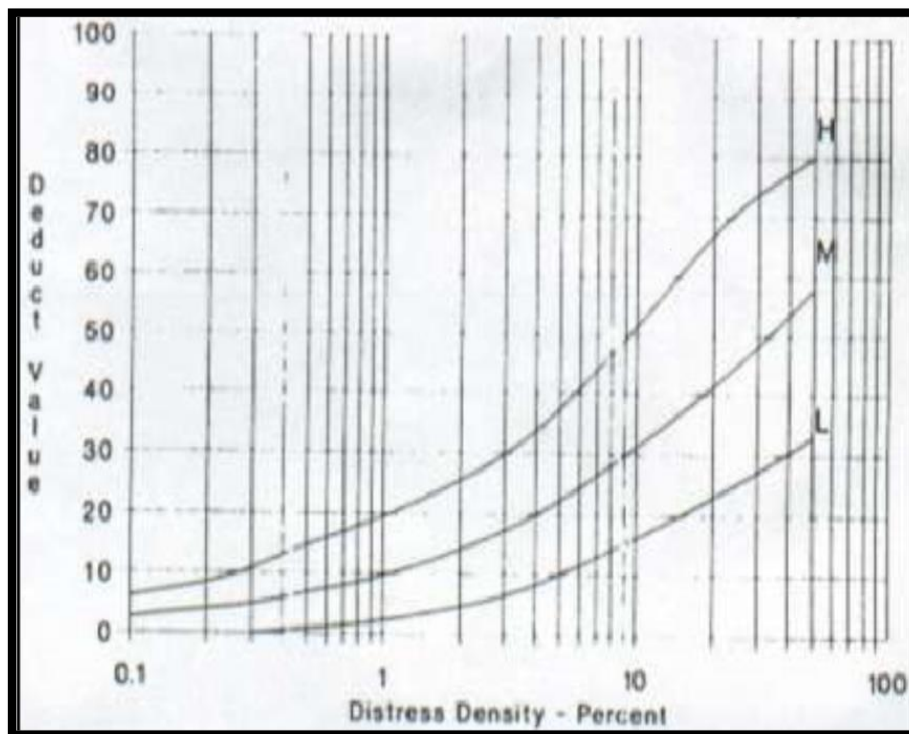
ANEXO 03: Ábacos de curvas valor deducido.

FALLA 01. Piel de cocodrilo.

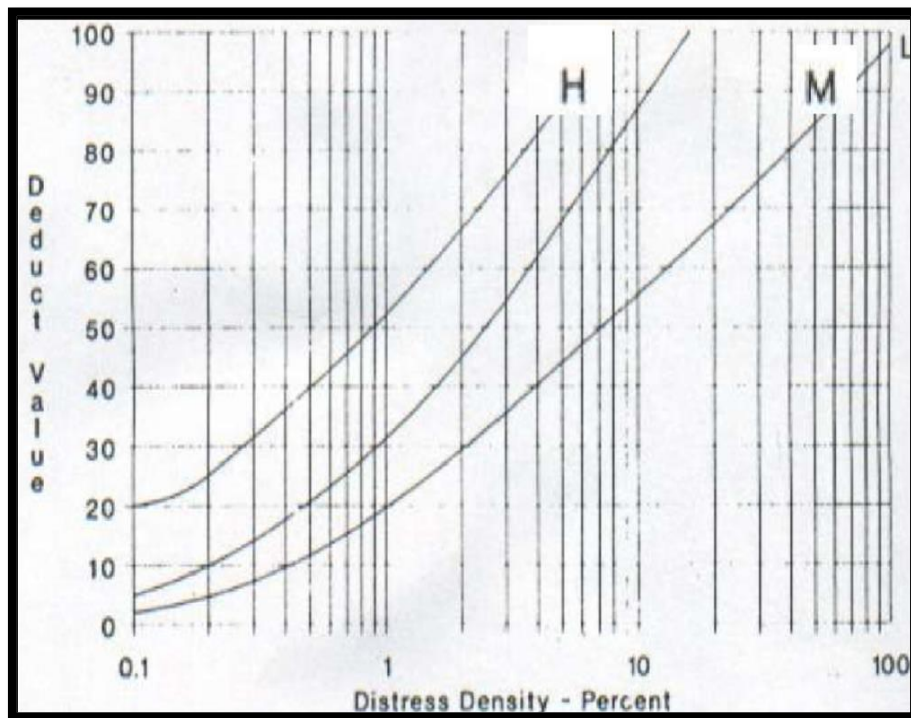


FALLA 04. Abultamiento y hundimiento.

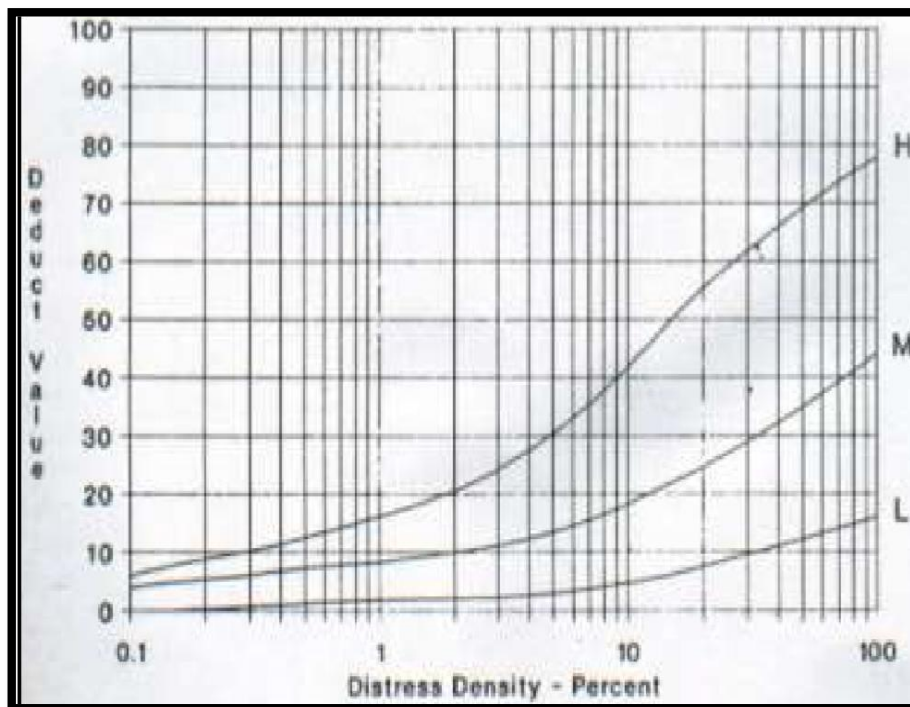


**FALLA 10. Fisuras longitudinales y transversales.****FALLA 11. Parches y Parches de cortes utilitarios**

**FALLA 13. Huecos.**



**FALLA 19. Peladuras por intemperismo y desprendimiento de agregados.**



**ANEXO 03: Fotos del Trabajo Realizado.**



