



---

**UNIVERSIDAD CATÓLICA LOS ÁNGELES  
CHIMBOTE**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA PROFESIONAL DE  
INGENIERÍA CIVIL**

**DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS  
PATOLOGÍAS QUE AFECTAN AL PAVIMENTO  
FLEXIBLE DEL JIRON MICAELA BASTIDAS,  
DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA  
HUAMANGA, REGION AYACUCHO, EN EL AÑO  
2019**

**TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE  
INGENIERO CIVIL**

**AUTOR:**

**SANCHEZ REYNAGA, ROLY EDDIN**

**ORCID: 00000-0001-5582-13147**

**ASESOR:**

**RETAMOZO FERNANDEZ, SAUL WALTER**

**ORCID: 0000-0002-3637-8780**

**AYACUCHO - PERÚ**

**2020**

# **TÍTULO DE LA TESIS**

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS QUE AFECTAN AL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRON MICAELA BASTIDAS, DISTRITO SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA HUAMANGA, REGION AYACUCHO, EN EL AÑO 2019.

## **EQUIPO DE TRABAJO**

### **AUTOR**

Sánchez Reynaga, Roly Eddin  
ORCID: 0000-0001-5582-1314  
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote  
Estudiante de Pregrado  
Ayacucho-Perú

### **ASESOR**

Retamozo Fernández, Saúl Walter  
ORCID: 0000-0002-3637-8780  
Universidad Católica Los Ángeles de Chimbote  
Facultad de Ingeniería  
Escuela profesional de Ingeniería Civil  
Ayacucho-Perú

### **JURADO**

Purilla Velarde, Jesús Luis  
ORCID: 0000-0002-2103-3077  
Esparta Sánchez, José Agustín  
ORCID: 0000-0002-7709-2279  
Sánchez Quiñones, Víctor Andrés  
ORCID: 0000-0002-6946-864X

## FIRMA DE JURADO Y ASESOR

---

Retamozo Fernández, Saúl Walter  
ORCID: 0000-0002-3637-8780  
**Asesor**

---

Purilla Velarde, Jesús Luis  
ORCID: 0000-0002-2103-3077  
**Presidente**

---

Esparta Sánchez, José Agustín  
ORCID: 0000-0002-7709-2279  
**Miembro**

---

Sánchez Quiñones, Víctor Andrés  
ORCID: 0000-0002-6946-864X  
**Miembro**

## **AGRADECIMIENTOS**

El mayor agradecimiento a la Universidad Católica Los Ángeles Chimbote, a la escuela de Formación Profesional de Ingeniería Civil.

Al Ing. Saúl Walter Retamozo Fernández por toda su atención brindada y por impartir sus conocimientos en este proceso de aprendizaje en la que nos hemos encaminado, ya que sin ella no alcanzaríamos los resultados esperados, gracias.

A Dios supremo por brindarme La oportunidad de estar en este mundo y que dia a dia ilumina mi vida.

## **DEDICATORIA**

El presente trabajo dedico mi madre por darme la vida y tener mucha paciencia y comprenderme en mis dificultades.

A Dios, a mi padre y mi familia que gracias a su cariño, comprensión y confianza que me dan día a día, puedo salir adelante en este proceso de mi formación profesional.

## RESUMEN

---

El presente trabajo se enmarca en La determinación y evaluación de las patologías que afectan al pavimento flexible en el jr. Micaela Bastidas, Distrito de San Juan Bautista, Provincia Huamanga, Región Ayacucho, en el año 2019. Por el hecho de que el comportamiento estructural del pavimento flexible, se ve muy afectada por las diferentes patologías, ya que estas pueden intervenir en el cambio estructural de la misma, provocando así daños severos que repercuten en la transitabilidad y la incomodidad del usuario, y para dar solución a esta incertidumbre se planteó como problema de investigación ¿Cómo la determinación y evaluación de las patologías nos permitirán obtener el PCI del pavimento flexible del Jr. Micaela Bastidas, Distrito de San Juan Bautista, Provincia Huamanga, Región Ayacucho, en el año 2019?. Con el **objetivo** de Determinación y Evaluación de las Patologías existentes en el pavimento flexible del Jr. Micaela bastidas, del distrito de San Juan Bautista y así obtener el estado actual y condición de servicio en que se encuentra el pavimento. La **metodología** utilizada es de tipo cualitativo, con un nivel descriptivo y de diseño no experimental.

Así mismo el análisis y procedimiento de datos se realizó de acuerdo a los datos recogidos, con el programa Excel, elaborándose gráficos y tablas, para llegar así al resultado, las cuales arrojan que en la cuadra 01 se presentan baches y desprendimiento de agregados con un 3.8% y 64.46% respectivamente, seguida de la cuadra 03 con desprendimiento de agregados de 22.96%, pulimiento de agregados 12.45% de severidad respectivamente, así mismo las patologías que se encontraron en todo la Cuadra en estudio con mayor grado de incidencia fueron el desprendimiento de agregados, seguida pulimiento de agregados y baches, las cuales nos lleva a la conclusión de que los tramos 01 y 03 necesitan una reparación inmediata, y el resto de la vía necesita un mantenimiento periódico para que la vía se mantenga en buen estado y así alargar su vida útil.

**Palabras clave:** Estudio visual, patología, pavimento flexible.

---

## ABSTRACT

---

The present work is framed in The determination and evaluation of the pathologies that affect the flexible pavement in jr. Micaela Bastidas, District of San Juan Bautista, Province Huamanga, Region Ayacucho, in the year 2019. Due to the fact that the structural behavior of the flexible pavement, is greatly affected by the different pathologies, since these can intervene in the structural change of the same, thus causing severe damage that has an impact on the user's passability and discomfort, and to solve this uncertainty was raised as a research problem. How the determination and evaluation of pathologies allows us to obtain the PCI of the flexible pavement of the Jr. Micaela Bastidas, District of San Juan Bautista, Province Huamanga, Region Ayacucho, in the year 2019? With the objective of determining and evaluating the different pathologies that affect the flexible pavement, of said route, through a visual analysis and comparison of information. The methodology used is qualitative, with a descriptive level and non-experimental design. Likewise, the analysis and the data procedure were made according to the data collected, with the Excel program, elaborating graphs and tables, to arrive at the result, any throwing that in block 01 there are bumps and detachment of aggregates with a 3.8% and 64.46% respectively, following block 03 with detachment of aggregates of 22.96%, polishing of aggregates 12.45% of severity respectively, likewise the pathologies that were found throughout the Block in study with greater degree of frequency were the detachment of aggregates, then polishing of aggregates and potholes, which lead us to the conclusion that sections 01 and 03 require immediate repair, and the rest of the road needs periodic maintenance for the road to remain in good condition and thus lengthen its useful life.

**Keywords:** Visual study, pathology, flexible pavement.

---

# ÍNDICE GENERAL

<b>TÍTULO DE LA TESIS</b>	<b>i</b>
<b>EQUIPO DE TRABAJO</b>	<b>ii</b>
<b>FIRMA DE JURADO Y ASESOR</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iv</b>
<b>DEDICATORIA</b>	<b>v</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>vi</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>viii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xiv</b>
<b>I INTRODUCCIÓN.</b>	<b>1</b>
<b>II REVISIÓN DE LA LITERATURA.</b>	<b>2</b>
2.1 Antecedentes. . . . .	2
2.1.1 Antecedentes Locales. . . . .	2
2.1.2 Antecedentes Nacionales. . . . .	5
2.1.3 Antecedentes Internacionales. . . . .	14

2.2	Marco teórico. . . . .	19
2.2.1	Pavimentos. . . . .	19
2.2.1.1	Pavimento flexible. . . . .	20
2.2.1.2	Elemento Estructural del Pavimento. . . . .	21
2.2.1.3	Ventajas y Desventajas del uso del Pavimento. . . . .	22
2.2.1.4	Causas de la manifestación de fallas en los pavimentos flexibles. . . . .	23
2.2.1.5	Diferentes fallas patológicas en los pavimentos flexibles. . . . .	24
2.2.1.6	Ejemplos de patologías en pavimentos flexibles. . . . .	25
2.2.2	Fallas por fisuras y grietas. . . . .	25
2.2.3	Fallas por deformaciones superficiales. . . . .	31
2.2.4	Fallas por desprendimientos. . . . .	34
2.2.5	Otras fallas. . . . .	36
2.2.6	Método del índice de condición del pavimento. . . . .	40
2.2.6.1	¿Qué es el índice de la condición del pavimento? . . . . .	40
2.2.6.2	Que mide el índice de condición de pavimento . . . . .	41
2.2.6.3	Qué proporciona el índice de condición de pavimento . . . . .	41
2.2.6.4	Procedimiento de determinación PCI. . . . .	41
2.2.6.5	Evaluación de Cuadras viales en el área de estudio. . . . .	43
2.2.6.6	Valores de PCI de las secciones del pavimento. . . . .	44
2.2.6.7	Determinación de índice de condición de pavimento. . . . .	45
<b>III HIPÓTESIS.</b>		<b>47</b>
3.1	Hipótesis general. . . . .	47
3.2	Hipótesis específicas. . . . .	47
<b>IV METODOLOGÍA.</b>		<b>48</b>
4.1	Diseño de la investigación. . . . .	48

4.2	Población y muestra. . . . .	49
4.2.1	Población. . . . .	49
4.2.2	Muestra. . . . .	50
4.3	Definición y operacionalización de variables e indicadores. . . . .	50
4.4	Técnicas e instrumentos de recolección de datos. . . . .	52
4.4.1	Técnicas. . . . .	52
4.4.2	Instrumentos. . . . .	52
4.5	Plan de análisis. . . . .	52
4.6	Matriz de consistencia. . . . .	53
4.7	Principios éticos. . . . .	55
4.7.1	Proteccion de personas. . . . .	55
4.7.2	Cuidado del medioambiente y la biodiversidad. . . . .	55
4.7.3	Libre participación y derecho a estar informado. . . . .	55
4.7.4	Beneficencia no Maleficencia. . . . .	56
4.7.5	Justicia. . . . .	56
4.7.6	Integridad física. . . . .	56
<b>V</b>	<b>RESULTADOS.</b>	<b>57</b>
5.1	Resultados. . . . .	57
5.2	Análisis de resultados. . . . .	69
5.2.1	Cuadra 01: desde el Jr. José Olaya, hasta el Jr. Cesar Vallejo. . .	70
5.2.2	Cuadra 02: Desde el Jr. Cesar Vallejo hasta el Psj. Alameda. . .	71
5.2.3	Cuadra 03: Desde el Psj. Alameda hasta el Jr. 9 de Octubre. . .	72
5.2.4	Cuadra 04: Desde el Jr. 9 de Octubre hasta Jr. Basilio Auqui. . .	73
5.2.5	Cuadra 05: Desde el Jr. Basilio Auqui hasta el Jr. Pockras. . .	73
5.2.6	Cuadra 06: Desde el Jr. Pockras hasta el Jr. José Carlos Mariátegui . . . . .	74
5.2.7	Resultados finales. . . . .	75

<b>VI CONCLUSIONES.</b>	<b>77</b>
<b>ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.</b>	<b>78</b>
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b>	<b>79</b>
<b>ANEXOS</b>	<b>82</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

2.1	Carga en pavimentos rígidos y flexibles. <b>Fuente:</b> Ricardo J. Miranda Rebolledo, Deterioro en pavimentos rígidos y flexibles . . . . .	20
2.2	Capas de un pavimento asfáltico. <b>Fuente:</b> Castaño Martínez, Federico L; Pavimentos flexibles. . . . .	22
2.3	Tipos de patologías en Pavimentos flexibles. <b>Fuente:</b> Rodríguez Vásquez Valera, Identificación y evaluación de fallas superficiales, 2002 . . . . .	25
2.4	Patología tipo Piel de cocodrilo. <b>Fuente:</b> Elaboración propia, 2019 . . . . .	26
2.5	Patología tipo Grietas de borde. <b>Fuente:</b> Maestría en vías terrestres Modulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	27
2.6	Patología tipo Grietas de borde. <b>Fuente:</b> Maestría en vías terrestres Modulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	27
2.7	Patología tipo Grietas longitudinales. <b>Fuente:</b> Maestría en vías terrestres Modulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	28
2.8	Patología tipo Fisura de reflexión de junta. <b>Fuente:</b> Manual para la inspección visual de Pavimentos Flexibles, 2006 . . . . .	29
2.9	Patología tipo Fisuras parabólicas. <b>Fuente:</b> Manual para la inspección visual de Pavimentos Flexibles, 2006. . . . .	30
2.10	Patología tipo Pulimento de agregados. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres Modulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009. . . . .	31
2.11	Patología tipo Hundimientos en el pavimento.. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres módulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	32

2.12 Patología tipo Ahuellamiento. <b>Fuente:</b> Manual para la inspección visual de Pavimentos Flexibles. . . . .	33
2.13 Patología tipo Corrugaciones. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	34
2.14 Patología tipo Baches. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	35
2.15 Patología tipo Desprendimiento de agregados. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	36
2.16 Patología tipo Exudación. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	37
2.17 Patología tipo Desnivel de carril-berma. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	38
2.18 Patología tipo Parches. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	39
2.19 Patología tipo Afloramiento de finos. <b>Fuente:</b> Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009 . . . . .	40
2.20 Caracterización y clasificación del tamaño del PCI. <b>Fuente:</b> (Karim M., Haleem rubasi, Abdo Saleh, 2016). . . . .	42
2.21 Determinación del mínimo número de cantidades de Muestra a ser encuestadas. <b>Fuente:</b> (Manual PCI, 2002). . . . .	45
4.1 El MOAER del Diseño de investigación. <b>Fuente:</b> Domínguez Jiménez B, investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos, 2006 . . . . .	49

## ÍNDICE DE TABLAS

4.1	Matriz de operacionalización de variables. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	51
4.2	Matriz de consistencia. <b>Fuente:</b> Elaboración propia. . . . .	54
5.1	Rangos de Calificación del PCI. <b>Fuente:</b> (Manual del PCI, 2002) . . . . .	58
5.2	Hoja de registro de inspección cuadra 01 <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	58
5.3	Hoja de registro de inspección cuadra 01 <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	58
5.4	Calculo del PCI de M1 <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	59
5.5	Incidencia de las patologías de la Muestra1 en la Cuadra 1. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	59
5.6	Hoja de registro de inspección cuadra 02. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	60
5.7	Calculo del PCI de M2 <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	60
5.8	Incidencia de las patologías de la Muestra2 en la Cuadra 1. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	61
5.9	Hoja de registro de inspección cuadra 03. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	62
5.10	Calculo del PCI de M3 <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	62
5.11	Incidencia de las patologías de la Muestra3 en la Cuadra 1. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	63
5.12	Hoja de registro de inspección cuadra 04. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	64
5.13	Calculo del PCI de M4 <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	64
5.14	Incidencia de las patologías de la Muestra4 en la Cuadra 1. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	65
5.15	Hoja de registro de inspección cuadra 05. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	66

5.16	Calculo del PCI de M5 <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	66
5.17	Incidencia de las patologías de la Muestra5 en la Cuadra 1. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	67
5.18	Hoja de registro de inspección cuadra 06. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	68
5.19	Calculo del PCI de M6 <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	68
5.20	Incidencia de las patologías de la Muestra6 en la Cuadra 1. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	69
5.21	Resumen de resultados del PCI en el Jr Micaela Bastidas. <b>Fuente:</b> Elaboración Propia . . . . .	75

# I. INTRODUCCIÓN.

Como consecuencia al índice de incremento vehicular y la servisiabilidad de la infraestructura del pavimento se viene observando las diferentes anomalías o fallas que presenta el área de rodadura del asfalto, por tal efecto se vio la necesidad de un estudio detallado, con la finalidad de dar solución a la **problemática** de “Como la determinación y evaluación de las patologías nos permitirán obtener el PCI del pavimento flexible”. La **justificación** es dar a conocer la condición actual en la que se encuentran ya que algunas se pueden visualizar y otras se ponen en manifiesto al momento de transitar en un vehículo a una velocidad media. **objetivo:** Determinación y Evaluación de las Patologías existentes en el pavimento flexible del Jr. Micaela bastidas, del distrito de San Juan Bautista y así obtener el estado actual. Las mismas que serán determinadas mediante una inspección visual, para después tomar datos y evaluar las condiciones en la que se encuentran. La **metodología** a utilizar para el estudio en mención es de tipo cualitativa, nivel de investigación descriptivo, de diseño no experimental y de corte transversal. Los **resultados** obtenidos nos arrojan que la cuadra 01 se presentan baches y desprendimiento de agregados con un 3.8% y 64.46% respectivamente, seguida de la cuadra 03 con desprendimiento de agregados de 22.96%, pulimiento de agregados 12.45% de severidad respectivamente, así mismo las patologías que se encontraron en todo la Cuadra en estudio con mayor grado de incidencia fueron el desprendimiento de agregados, seguida pulimento de agregados y baches, en conclusión los tramos 01 y 03 necesitan una reparación inmediata y el resto de la vía según el resultado y la clasificación del PCI, necesita un mantenimiento periódico para que así se mantenga en buen estado y alargar su vida útil.

## II. REVISIÓN DE LA LITERATURA.

### 2.1 Antecedentes.

#### 2.1.1 Antecedentes Locales.

APLICACIÓN DE LA GEOMALLA BIAxIAL Y LA GEOMALLA DE FIBRA DE VIDRIO EN EL DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES DE ALTO TRÁNSITO EN ZONAS URBANAS - AV. JAVIER PÉREZ DE CUELLAR (ENTRADA DEL TERMINAL TERRESTRE-AYACUCHO). [1]:

- **Objetivos.** Mejorar y controlar los agrietamientos por flexión, por fatiga y deformaciones plásticas que hoy en día muestran las calles de nuestra ciudad; aplicando para ello un diseño de pavimento flexible que integra las geomallas biaxiales y las geomallas de fibra de vidrio.
- **Metodología.** Tipo descriptivo porque describe la realidad sin alterar.
- **Resultados.** Con la realización del diseño de toda la estructura del pavimento o la repavimentación de las ya existentes se pretende que la vía alcance un nivel de servicio óptimo en la cual el confort sea apreciable por los usuarios que circulan por esta vía debido a la gran importancia de esta y reducir los costos de mantenimiento.
- **Conclusión.** La repavimentación puede ser una solución mucho más económica en la vía en estudio debido a que esta ya cuenta con un pavimento; pero como esta muestra muchas fallas se plantea esta solución para suplir dichas deficiencias.

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE UBICADO EN EL DISTRITO DE AYACUCHO, PROVINCIA DE HUAMANGA DEPARTAMENTO DE AYACUCHO. [2]:

- **Objetivos.** Determinar cuáles son los factores que originan el deterioro de los pavimentos flexibles en la ciudad de Ayacucho.
- **Metodología.** Es evaluativo visual a través de una hoja de evaluación.
- **Resultados.** El nivel de incidencia de las patologías del concreto asfáltico en los Pavimentos del Distrito de Ayacucho –Huamanga – Ayacucho son Hundimientos, Grietas diagonales - Lineales, Baches, pulimento de agregados, piel de cocodrilo.
- **Conclusión.** El índice promedio de condición de pavimento, para los pavimentos del Distrito de Ayacucho – Huamanga – Ayacucho es 50 y en concordancia con la escala de evaluación del PCI, se concluye que su estado de conservación es REGULAR.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE, PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DE RODADURA DE LA AVENIDA CARLOS LA TORRE CORTÉZ, DISTRITO DE HUANTA. [3]:

- **Objetivos.** Determinar el índice de integridad funcional a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de patología en el pavimento flexible. Con un diseño metodológico descriptivo, transversal.
- **Metodología.** Con un diseño metodológico descriptivo, transversal. Y cualitativo correlacional-explicativo y no experimental.

- **Resultados.** La presencia de patologías en cada unidad muestral son similares, con una incidencia permanente principal de pérdida de áridos en el 95% de la población muestral, ahuellamiento en el 60%, huecos en el 40% y fisuras de bloque en el 60%, con existencia de bacheos hasta del 40% en condiciones regulares a malas, que generan incomodidad durante la transitabilidad a velocidades mayores a 30 km/hra, determinándose la existencia de una falla funcional acentuada motivo del presente trabajo de investigación en el pavimento flexible del tramo elegido.
- **Conclusión.** El valor promedio de PCI = 34, clasificándonos como un pavimento en estado de conservación MALO, según la tabla de clasificación de fallas y que para su puesta en operación requiere de permanentes mejoras que generan mayores gastos de mantenimiento para un pavimento cuya vida útil del proyecto ha superado los 15 años de servicio, y cuyos mantenimientos periódicos no se han proyectado con regularidad.

EVALUACION ECONOMICA EN EL CICLO DE VIDA DEL PAVIMENTO RIGIDO Y FLEXIBLE EN LAS VIAS ARTERIALES Y COLECTORAS DEL DISTRITO DE AYACUCHO. [4]:

- **Objetivos.** Determinará la rentabilidad de los pavimentos de vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho mediante indicadores de rentabilidad.
- **Metodología.** La metodología de investigación fue de tipo descriptivo y analítica de diseño no experimental.
- **Resultados.** En la Av. Javier Pérez de Cuellar se establece para el pavimento rígido, un espesor de losa de concreto de 26 cm con  $f'c$  280 kg/cm<sup>2</sup> considerando dowells y barras de amarre como refuerzo en la juntas transversales y longitudinales respectivamente, cuya carga de tráfico es de 13'163,461.9 EE, mientras que, para el pavimento flexible, se considera un

espesor de carpeta asfáltica de 11cm con base de 20 cm y sub base de 15cm para una carga de tráfico de 8'786,794 EE. Las estructuras adoptadas en esta vía, generan un costo de construcción del pavimento flexible del 83% del costo de construcción del pavimento rígido, además de ello, se tiene un costo de operación y mantenimiento mayor en la alternativa 2 que en la 1, como se muestra en el cuadro 4.2 ya que éste requiere de un sellado asfáltico cuando las fisuras superen el 3% y de un fresado y reemplazo de carpeta asfáltica cuando el IRI sobrepase los 3.5 m/km, mientras que el pavimento rígido únicamente requiere del resellado de juntas cada 10 años como prevención para evitar el ingreso de agua en la base y materiales incompresibles en las juntas.

- **Conclusión.** A partir del Valor Actual Neto (VAN) obtenido para los pavimentos propuestos en las vías analizadas, se concluye que, en el 87.5% de los casos evaluados, la construcción de un pavimento rígido (alternativa 1) es más rentable que la construcción de un pavimento flexible (alternativa 2) para las vías arteriales y colectoras del distrito de Ayacucho.

### 2.1.2 Antecedentes Nacionales.

EVALUACION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. LEONCIO PRADO TRAMO ENTRE LA CALLE REAL Y LA AV. HUANCVELICA, DISTRITO DE CHILCA DE HUANCAYO EN EL AÑO 2016 [5]:

- **Objetivos.** Identificar las alternativas de solución a la condición del pavimento flexible de la Av. Leoncio Prado tramo entre la Calle Real y la Av. Huancavelica haciendo uso del método de evaluación PCI.
- **Metodología.** La presente investigación es de tipo aplicada o tecnológica, el nivel es correlacional-explicativo, con un enfoque cuantitativo.
- **Resultados.** Una vez realizada la evaluación se obtuvieron los índices y condiciones de las tablas 33, 34,35 y 36 que reflejan el estado del pavimento en

las secciones delimitadas al inicio de la investigación. Agrupando estos valores en función al tramo al que pertenecen se determinó que el primer tramo que se ubica entre la calle Real y el Jr. Arequipa se encuentra en un estado “muy malo” y el segundo que se ubica entre el Jr. Arequipa y la Av. Huancavelica se encuentra en un estado Bueno.

- **Conclusión.** Para el primer tramo de la vía en estudio las alternativas de solución son actividades de mantenimiento y rehabilitación o una reconstrucción y para el segundo tramo una rehabilitación que sirva como correctivo a las fallas que empiezan a manifestarse.

EVALUACION SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL METODO PAVENT CONDITION INDEX (PCI) EN LAS VIAS ARTERIALES: CINCUENTENARIO, COLON Y MIGUEL GRAU (HUACHO- HUAURA-LIMA) [6]:

- **Objetivos.** El objetivo es determinar la condición actual del pavimento existente en las vías mencionadas, para definir si se encuentra operando en un óptimo nivel de servicio y asimismo proponer la mejor alternativa de solución como conservación del pavimento.
- **Metodología.** Desarrolla la evaluación superficial del pavimento flexible de las vías mencionadas aplicando el método Pavement Condition Index (PCI), con el fin de conocer la condición del pavimento flexible existente.
- **Resultados.** Se determinó que el 100 por ciento de las vías no ha sido evaluado; por lo tanto, con la aplicación de la metodología PCI, identificando los parámetros de evaluación, determinando el índice de condición y obteniendo la condición del pavimento, finalmente se puede realizar la evaluación superficial del pavimento para obtener el estado de conservación de las vías arteriales en estudio.

- **Conclusión.** Al realizar la evaluación superficial del pavimento flexible, mediante el método Pavement Condition Index, se conoce que el estado de conservación de la Av. Cincuentenario es “regular” con un PCI de 51.84, mientras que la Av. Colón y Miguel Grau presentan un estado de conservación “bueno” con un PCI de 59.29.

#### CÁLCULO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO (PCI) BARRANCO – SURCO – LIMA. [7]:

- **Objetivos.** Determinar el Índice de Condición de Pavimento, tipo de daños, la severidad y la cantidad o densidad del pavimento en la Av. Pedro de Osma de la cuadra N° 1 a la cuadra N° 8 en el distrito de Barranco y la Av. Prolongación de La Castellana de la cuadra N° 10 a la cuadra N° 11 en el distrito de Surco.
- **Metodología.** La metodología de la presente tesis es no experimental de tipo descriptiva, donde se analizará el tipo de daños, la severidad y cantidad o densidad del pavimento.
- **Resultados.** El Índice de condición del pavimento de la sección central es 37, lo que representa una clasificación del pavimento como malo. Esta sección está altamente deteriorada y es probable que ya no cuente con vida residual, pero esto puede ser determinado con exactitud con ensayos no destructivos y/o destructivos.
- **Conclusión.** Llega a la conclusión de que, en la Av. Prolongación de la Castellana, es la sección del pavimento que está en mal estado y es probable que no tenga vida residual, donde la falla con mayor incidencia es la piel de cocodrilo causada por fatiga, las obras a ejecutar en esta sección son la reconstrucción total de la sección.

#### DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA AV. CHULUCANAS ENTRE LAS

PROGRESIVAS KM. 0+000 AL KM. 0+670 DEL DISTRITO VEINTISÉIS DE OCTUBRE. PIURA. [8]:

- **Objetivos.** Tuvo como objetivo general la Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la av. Chulucanas entre las progresivas Km.0+000 al Km.0+670 del distrito Veintiséis de octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura, octubre 2017.
- **Resultados.** La vía de pavimento flexible de av. Chulucanas entre las progresivas Km.0+000 al Km.0+670 distrito Veintiséis de octubre, Provincia de Piura, Departamento de Piura, se obtuvo como resultado por el método Índice de condición del pavimento (PCI) arrojó un 56.14% el estado de la vía, eso quiere decir que tenemos un pavimento bueno por tablas del PCI la patología con mayor incidencia fue desprendimiento de agregados. El nivel de incidencia de las patologías del pavimento flexible de la AV. Chulucanas entre las progresivas Km.0+000 al Km.0+670 del distrito de 26 de octubre son: a) Ahuellamientos 0.31%, b) Abultamiento y Hundimiento 0.80%, c) corrugación 0.56%, d) Huecos 0.02%, e) Desprendimiento de agregados 13.08%, f) Pulimento de Agregados 10.10%. La patología más predominante en el pavimento flexible es: e) pulimento de agregados 12.01%, La patología más predominante en el pavimento flexible es: e) Desprendimiento de agregados 13.08%, La patología con mayor severidad en la vía es desprendimiento de agregados 13.08%.La severidad presentada en la vía es MODERADA, las unidades de muestreo evaluadas 1, 2, 14,15 y 16 muestran una severidad alta por presentar Desprendimiento de Agregados.
- **Conclusión.** Cada diseño de pavimentos ostenta deterioros típicos donde se busca efectuar un estudio de procedimientos y criterios para poder solucionar y resarcir estos deterioros de manera posible y eficaz ya que hoy en día existen daños para los diferentes tipos de pavimentos lo cual nos centraremos y daremos

solución .

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS DEL ASFALTO PARA OBTENER EL ÍNDICE DE INTEGRIDAD ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO Y CONDICIÓN OPERACIONAL DE LA SUPERFICIE DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JIRÓN FRANCISCO BOLOGNESI DEL DISTRITO DE SATIPO. JUNIN. [9]:

- **Objetivos.** El objetivo general de la presente tesis es Determinar un Índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie del Pavimento flexible del Jirón Bolognesi, Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, Región de Junín, a partir de la determinación y evaluación de la incidencia de las patologías; entonces obtener el estado actual y condiciones del servicio de la infraestructura existente, según los diferentes tipos de patologías que se presentan en la misma, estos justificados en base a resultados de evaluación in situ.
- **Metodología.** La metodología de investigación empleada es descriptiva, no experimental y de corte transversal en Enero 2017.
- **Resultados.** Una vez registrados todos los datos de campo y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se pudo calcular el PCI promedio de las 03 unidades de muestra consideradas, para ello se determinó el  $PCI_{Promedio} = 50.67$  del pavimento del Jirón Francisco Bolognesi, que corresponde a un estado REGULAR.
- **Conclusión.** Este proyecto de determinación y evaluación de las patologías del asfalto para obtener el índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie del pavimento flexible del Jirón Francisco Bolognesi del Distrito de Satipo, Provincia de Satipo, región Junín, Enero – 2017; constituye un gran aporte a la Municipalidad Distrital de Satipo, con la cual se tendrá un parámetro para la planificación de mantenimiento y conservación.

EVALUACIÓN DEL ESTADO SITUACIONAL DE PAVIMENTOS FLEXIBLES MEDIANTE EL MÉTODO P.C.I. CASO DE ESTUDIO: AV. LEONCIO PRADO, TRAMO JR. TUPAC AMARU - AV. LOS INCAS DEL DISTRITO DE CHILCA - PROVINCIA DE HUANCAYO - REGIÓN JUNIN. [10]:

- **Objetivos.** Evaluar el estado situacional de la Av. Leoncio Prado, Tramo Jr. Túpac Amaru ( Km. 2+200.00) – Av. Los Incas ( Km. 2+670.00) del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo, Región Junín; aplicando el método PCI.
- **Metodología.** En el estudio se aplica un tipo de investigación APLICADA, NO EXPERIMENTAL DE TIPO TRANSECCIONAL porque toma conocimiento ya establecidos de la Ingeniería de Caminos de la rama de infraestructura vial geotecnia con el propósito de describir variables y analizar su incidencia e interrelación en un momento dado.
- **Resultados.** Detallamos la metodología aplicada para este caso en particular el pavimento flexible de la Av. Leoncio Prado, Tramo Jr. Túpac Amaru ( Km. 2+200.00) – Av. Los Incas ( Km. 2+670.00) Distrito de Chilca – Huancayo, siguiendo los lineamientos básicos y definidos por la Norma ASTM D6433- 03. Procedimiento estándar para inspección del Índice de Condición de Pavimentos flexibles. Detallamos la metodología aplicada para este caso en particular el pavimento flexible de la Av. Leoncio Prado, Tramo Jr. Túpac Amaru ( Km. 2+200.00) – Av. Los Incas ( Km. 2+670.00) Distrito de Chilca – Huancayo, siguiendo los lineamientos básicos y definidos por la Norma ASTM D6433- 03. Procedimiento estándar para inspección del Índice de Condición de Pavimentos flexibles.
- **Conclusión.** Luego de realizar la validación de la Hipótesis General en la evaluación visual realizado al tramo en estudio, mediante el Método PCI (Índice de Condición de Pavimento), se concluye que el estado situacional del pavimento de la Av. Leoncio Prado, Tramo Jr. Túpac Amaru (Km. 2+200.00) – Av. Los

Incas ( Km. 2+670.00) del Distrito de Chilca, Provincia de Huancayo, Región Junín; se encuentra en un Rango de Clasificación MALO debido a un que se obtuvo una calificación de 26.19.

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DEL JR. JOSÉ GÁLVEZ DEL DISTRITO DE LINCE APLICANDO EL MÉTODO DEL PCI.  
[11]:

- **Objetivos.** 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.
- **Metodología.** La metodología está dividida en 6 puntos secuenciados, los cuales consisten en la toma de muestras. Se escoge un pavimento a evaluar, la cual estará divididas en unidades de muestreo, es decir por áreas. Luego se procede a realizar la recolección de datos, mediante el levantamiento de las fallas existente para proceder a un análisis de estos. Luego se evaluaron los resultados y se propondrá alternativas de solución con la propuesta de un presupuesto de rehabilitación.
- **Resultados.** Una vez registrados todas las fallas e información de la vía, y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se logró determinar el valor del PCI promedio de las 2 secciones determinadas. Para tener una idea global de cuál es el estado del pavimento del Jr. José Gálvez se ha elaborado una tabla donde se muestra a manera de resumen las secciones, las unidades de muestra, el área de cada una de ella, el valor de PCI de cada unidad de muestra, el valor del PCI de la secciones identificadas y por ultimo las clasificación correspondiente a los valores de PCI.
- **Conclusión.** El estado del pavimento flexible del Jr. José Gálvez es regular para las secciones identificadas. El pavimento flexible del Jr. José Gálvez actualmente está apto para brindar adecuadas condiciones para los usuarios.

EVALUACIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE POR EL MÉTODO PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI) EN LA VÍA: PALCA – LAIMINA – HUANCVELICA [12].

- **Objetivos.** Determinar la evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) para saber el estado de conservación de la vía Palca - Laimina - Huancavelica.
- **Metodología.** El método Pavement Condition Index (PCI); compone el modo más completo para la evaluación y cálculo objetiva del pavimento, siendo pródigamente aceptado y formalmente adoptado como procedimiento estandarizado, donde fue publicado por American Standard for Testing Materials (ASTM) como un método de análisis.
- **Resultados.** Se identificó que todo el tramo de la vía no ha sido evaluado, por tal razón con la aplicación del método Pavement Condition Index (PCI), realizando el trabajo de campo identificamos los parámetros de evaluación superficial, determinando el índice de condición y obteniendo como resultado el estado actual del pavimento que se encuentra actualmente, de esta manera se puede realizar la evaluación superficial del pavimento para obtener el estado de conservación de la Vía: Palca – Laimina – Huancavelica.
- **Conclusión.** Concluyendo una vez realizado la evaluación superficial del pavimento flexible aplicando el método Pavement Condición Index (PCI), se tiene como resultado “Pobre” con un PCI de 34.65 el estado de conservación de la Vía: Palca – Laimina – Huancavelica.

ANÁLISIS DEL ESTADO DE CONSERVACIÓN, APLICANDO EL MÉTODO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA CARRETERA KUNTUR WASI - JANCOS, SAN PABLO, REGIÓN CAJAMARCA [13]:

- **Objetivos.** Obtener el estudio de la condición en que se encuentra la vía, Aplicando el Pavement Condition Index en la carretera Kuntur Wasi - Jancos, San Pablo, Región Cajamarca.
- **Metodología.** El proyecto realizado es del tipo aplicada ya que se aplica en la solución del problema para el mejoramiento y rehabilitación de la vía. El tipo de nivel de estudio es: Descriptiva, porque la investigación busca conocer cuál es la problemática, mediante la descripción del método PCI, lo cual se logrará a través de la recolección e interpretación de la información obtenida en campo.
- **Resultados.** En función a los resultados obtenidos para este objetivo específico, lo que más se pudo encontrar a lo largo de la carretera analizada y las más frecuentes en las unidades de muestras son las fallas tipo peladura (18L) y tipo baches (13H), de nivel de rigidez bajo y alto respectivamente. Estas fallas encontradas fueron las que se localizaron en la mayoría de cada una de las unidades de muestra. Y las causas que producen fallas en el pavimento asfáltico son aquellas que presentan un valor deducido alto, las que más daños han hecho son la peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados con severidad alta y los baches de severidad media, también factores climáticos, deficiencias en el proceso constructivo, fallas geológicas y las cuales influyen en el paquete estructural.

EVALUACION DE PAVIMENTOS FLEXIBLES POR EL METODO PAVER Y PROPUESTA DE MANTENIMIENTO VIAL INTEGRAL DE LA CARRETERA COLTA-ALAUSSI DE LA PROVINCIA DE CHIMBORAZO. [14]:

- **Objetivos.** Determinar el estado funcional actual de la vía Colta–Alausí y proponer un plan de mantenimiento integral para pavimentos flexibles.
- **Metodología.** La presente investigación tiene la finalidad de solucionar los problemas permanentes que existen en las vías que son objeto de estudio, debido

a falta de información de las características funcionales y estructurales en donde se van a realizar los análisis, por lo cual se realizara una investigación de tipo: Campo y bibliográfica.

- **Resultados.** La provincia de Chimborazo cuenta con vías de primer orden una de ellas es la vía E35 (panamericana sur), que para nuestro estudio hemos tomado el tramo Colta- Alausí (aproximadamente 72 km), la misma que presenta fallas en la capa asfáltica. Para la evaluación del estado actual de la vía se tomó en cuenta los factores más importantes como son: el tráfico y el clima, la evaluación se lo realizo por medio del método visual PAVER.
- **Conclusión.** Se determinó el TPDA actual de la vía de 3537 vehículos, para de esta manera realizar la propuesta de mantenimiento de acuerdo al nivel de servicio que presta la misma.

### 2.1.3 Antecedentes Internacionales.

DETERIORO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RÍGIDOS. [15]:

- **Objetivos:** El objetivo es identificar las fallas que sufren los pavimentos flexibles y otorgar soluciones para la conservación y rehabilitación de los mismos, al mínimo costo y con el más eficiente resultado posible.
- **Metodología:** Además de la inspección visual, pueden emplearse pruebas destructivas y no-destructivas para determinar la condición estructural y las condiciones del material bajo la superficie del pavimento.
- **Resultados:** En los resultados se muestra la conservación de pavimentos aplicada a los sectores 1 y 2 de Valdivia, destacando las causas que produjeron estos deterioros, y las reparaciones aplicadas, indicando los procesos constructivos en la reconstrucción de calzadas de pavimentos y carpetas

asfálticas, sirviendo de un gran aporte a los profesionales que pretendan desarrollarse en el área de obras viales.

- **Conclusión:** Llega la conclusión que una forma apropiada de reconocer o identificar las fallas del pavimento, luego determinar del porqué se han producido, es, mediante el estudio detallado de reconocimiento considerando por lo menos una vez al año, preferiblemente antes del comienzo de las lluvias.

DIAGNÓSTICO DE VÍA EXISTENTE Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA NUEVA MEDIANTE PARÁMETROS OBTENIDOS DEL ESTUDIO EN FASE I DE LA VÍA ACCESO AL BARRIO CIUDADELA DEL CAFÉ- VÍA LA BADEA. [16]:

- **Objetivos:** Presentar y comparar los resultados obtenidos por la evaluación de las diversas metodologías empleadas para el diseño de la estructura de pavimento requerido según la solicitud de tránsito del sector, y definir cual es la estructura más favorable a emplear según el análisis exhaustivo de las diferentes metodologías y condiciones existentes y proyectadas en la vía nueva.
- **Metodología:** Este trabajo realiza una evaluación de los diferentes métodos empleados para el diseño de estructuras de pavimento según criterios y parámetros empíricos, semi-empíricos y racionales, para establecer las distintas alternativas estructurales que se tienen en esta área.
- **Resultados:** El proyecto pretende comparar los resultados obtenidos de los diferentes diseños empleados, y de esta manera definir de acuerdo a criterios ingenieriles las diferentes recomendaciones y conclusiones que al respecto se puedan realizar.
- **Conclusión:** Dentro del contexto del diseño de pavimentos se acepta que el dimensionamiento de estas estructuras, se incluya las diferentes características de los materiales a emplear en las capas del pavimento y se defina los espesores

necesarios, de tal forma que el pavimento mantenga un "índice" de servicio aceptable durante la vida de servicio estimada.

#### INNOVACIÓN DEL MÉTODO VIZIR EN ESTRATEGIAS DE CONSERVACIÓN Y MANTENIMIENTO DE CARRETERAS DE BAJO VOLUMEN DE TRÁNSITO. [17]:

- **Objetivos:** Evaluación de la condición superficial de pavimentos, en carreteras de bajo volumen de tránsito, basado en una modificación del método VIZIR que no es muy difundido en nuestro medio, como ocurre en otros países de Europa, África, América Central y del Sur.
- **Metodología:** El método propuesto se incluye realizar una corrección por fragilidad del pavimento básico, considerando que el deterioro del pavimento está expuesto a factores influyentes, como la topografía, configuración de la sección de la vía.
- **Conclusion:** Los métodos foráneos existentes deben ser innovados para su empleo e implementación de políticas de trabajo, en base a estudios de investigación que contribuyan al mantenimiento y uso de los recursos adecuadamente.

#### CUALIFICACION CUANTITATIVA DE LAS PATOLOGIAS EN EL PAVIMENTO FLEXIBLE PARA LA VIA SIBERIA – TENJO EN LA SABANA DE BOGOTA [18]:

- **Objetivos:** Caracterizar los tipos y niveles de incidencia de las patologías existentes en la estructura de pavimento apoyada sobre suelos arcillosos desecados en el corredor vial que une el sector de Siberia con el municipio de Tenjo en Cundinamarca.
- **Metodología:** El presente documento hace referencia a un texto de tipo retrospectivo, debido a que en el mismo se trabajó con investigaciones realizadas

por diferentes autores, los cuales realizaron acercamientos y estudios sobre el suelo y estructura en estudio; pero del mismo modo se realizó la inspección y medición de las patologías en la vía.

- **Resultados:** Una vez realizada la revisión bibliográfica, la inspección visual y el catalogo del manual de daños de INVIAS, se procedió al análisis de las patologías encontradas, así como la asociación de las mismas a la desecación, vegetación, a aspectos ambientales y geológicos; una vez obtenida dicha relación se pudo hacer un análisis de la incidencia de estas patologías en la funcionalidad de la zona de estudio y la seguridad del usuario.
- **Conclusion:** El tramo vial en estudio, se dividió en primera medida debido a la extensión de la misma, y en segunda medida por la magnitud y repetición de las patologías, esto en consecuencia de la cercanía y los tipos de la vegetación que se encuentran en diferentes puntos de la vía.

#### PAVIMENTO DE CONCRETO HIDRÁULICO EN CARRETERAS [19]:

- **Objetivos:** Conocer el desarrollo y procedimiento constructivo del pavimento de concreto hidráulico, obteniendo así las ventajas y desventajas que se tienen con respecto al pavimento flexible.
- **Metodología:** En cuanto a la metodología en los aspectos relacionados con pavimentos, se describirán las propiedades del suelo y el método de diseño para pavimento.
- **Conclusion:** La finalidad de este trabajo no fue el hacer un recetario, sino una guía útil, en la cual se pretendió presentar de una forma sencilla, los criterios que se tomaron para definir los factores y variables más importantes que intervienen en el comportamiento de un pavimento de concreto hidráulico, en el cual, su análisis es difícil porque el estudio de la interacción de un elemento rígido (losa), estructuralmente bien definido, con un medio de comportamiento elastoplástico

(sub-base y terracerías) y con una mayor variabilidad de sus propiedades, hacen que el análisis sea más un arte, que una técnica

## **2.2 Marco teórico.**

Las diferentes definiciones, explicaciones o descripciones presentadas en seguida, son una orientación para comprender con mayor nitidez y detalle los diferentes análisis, métodos, y en general todo el proceso de estudio que se va desarrollar en la presente y durante el transcurso de la investigación:

### **2.2.1 Pavimentos.**

Los Pavimentos son estructuras conformadas por un conjunto de capas de materiales seleccionados y superpuestos uno del otro, que reciben en conjunto y de manera directa las cargas del tránsito y los transmiten al suelo en forma uniforme y disipada. Estas capas en conjunto deben de estar adecuadamente compactadas y bien dosificadas hasta alcanzar la resistencia especificada según reglamento. Los pavimentos según Reyes [20] deben proporcionar una superficie de rodamiento de acuerdo al funcionamiento, deben ser capaz de resistir las cargas y peripecias durante la vida útil de diseño y construcción. Deben tener: resistencia adecuada al deslizamiento, ancho apropiado, y a las cargas impuestas por el tránsito, buena adherencia y desagüe eficiente. Además debe proteger a la explanada de las precipitaciones y la intemperie. El esfuerzo al que se somete el pavimento, producto del tránsito, decrece a medida que se profundiza, es por ello que, los materiales con mayor resistencia se colocan en las capas superiores y en las capas inferiores se colocan materiales de menor resistencia obteniendo, de esta manera, pavimentos más económicos. El pavimento se divide en una serie de capas debido a la economía, ya que al determinar el espesor de cada una de las capas, se busca que este sea el mínimo posible capaz de resistir y reducir los esfuerzos sobre la capa inferior inmediata. La resistencia de cada capa depende del material que la que está conformada, de la compactación del mismo y de la humedad a la cual está sometido, estas últimas son fundamentales ya que la mayoría de las deformaciones permanentes se producen debido a una inadecuada compactación

y excesiva presencia de humedad. Generalmente existen dos tipos de pavimentos: pavimentos rígidos y pavimentos flexibles. Estos se diferencian entre sí en el material de la cual están compuestos y su comportamiento estructural de cada uno de ellos, las cuales se pueden visualizar en Imagen.

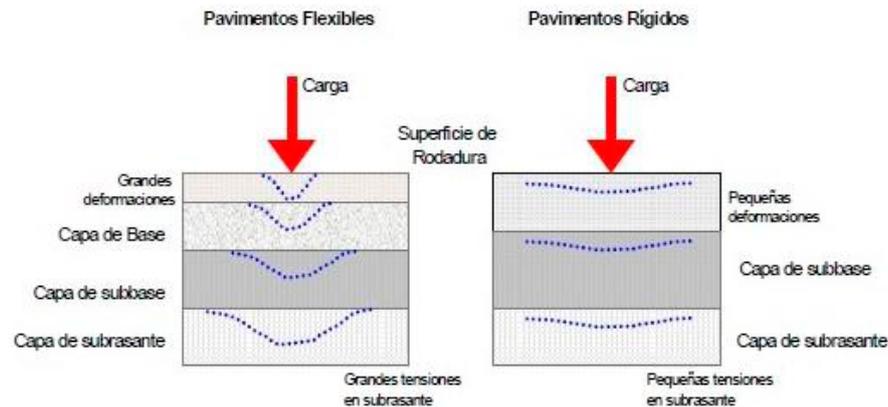


Figura 2.1: Carga en pavimentos rígidos y flexibles.

Fuente: Ricardo J. Miranda Rebolledo, Deterioro en pavimentos rígidos y flexibles

### 2.2.1.1 Pavimento flexible.

Reyes [20] define “pavimentos flexibles son aquellos cuya estructura total se reflecta o flexiona dependiendo de las cargas que se transitan sobre él”. La estructura de pavimento flexible está compuesta por varias capas de material. Cada capa recibe las cargas por encima de la capa, que se extiende en ella, entonces pasa estas cargas a la siguiente capa inferior. Por lo tanto, la capa más abajo en la estructura del pavimento, recibe menos carga. El uso de pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parkings. El pavimento flexible es un sistema tricapa, cuya capa superior es de concreto asfáltico, compuesto de ligante, usualmente el asfalto, el cual es un derivado de la refinación del petróleo, y agregados pétreos; materiales granular y suelo. Este tipo de pavimento se llama flexible porque al ser sometido a una carga sufre una deformación y recuperación deseada, al cesar la carga, completamente elástica.

### **2.2.1.2 Elemento Estructural del Pavimento.**

Según Henry [21], se definen.

Contiene la misma estructura de un pavimento flexible, con la variación que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con algún aditivo que puede ser: asfalto, cal, cemento, emulsión o químicos; los cuales permitan incrementar la capacidad portante del suelo.

#### **Sub-rasante:**

Es la superficie que sirve de fundación al pavimento. Está constituida por el suelo y se puede representar en corte, lleno o una combinación de los dos.

#### **Sub-base:**

Es la primera capa de la estructura del pavimento que se dispone sobre la subrasante, con el fin de facilitar un buen drenaje en el pavimento y permitir la construcción del resto de la estructura. En esta capa se presenta una disipación parcial de esfuerzos.

**Base:** Es la capa que se construye sobre la sub-base, y en su construcción se emplean materiales de mejor calidad y con mejores especificaciones de construcción. Su importancia radica en su capacidad estructural y de protección del resto de pavimento. Además permite la circulación de vehículos mientras se construye la capa de rodadura. La capa base es indispensable para cualquier tipo o sistema de pavimento, ya que en ella están presentes la mayor disipación de esfuerzos.

#### **Capa de rodadura:**

Es la capa que se encuentra en la parte superior del pavimento por las cuales circulan los vehículos durante el periodo de duración y servisiabilidad para la cual está construida. Esta capa debe resistir a la acción abrasiva generada por el tráfico y a la investida del medio ambiente. Tiene el cometido de proteger la estructura, impermeabilizando la superficie del pavimento, además debe ser suave y de extensión continua para que sea cómoda a la circulación de vehículos sobre ella, como también debe ser áspera para asegurar la adherencia de los vehículos, como se Muestra en la

Imagen N° 02.

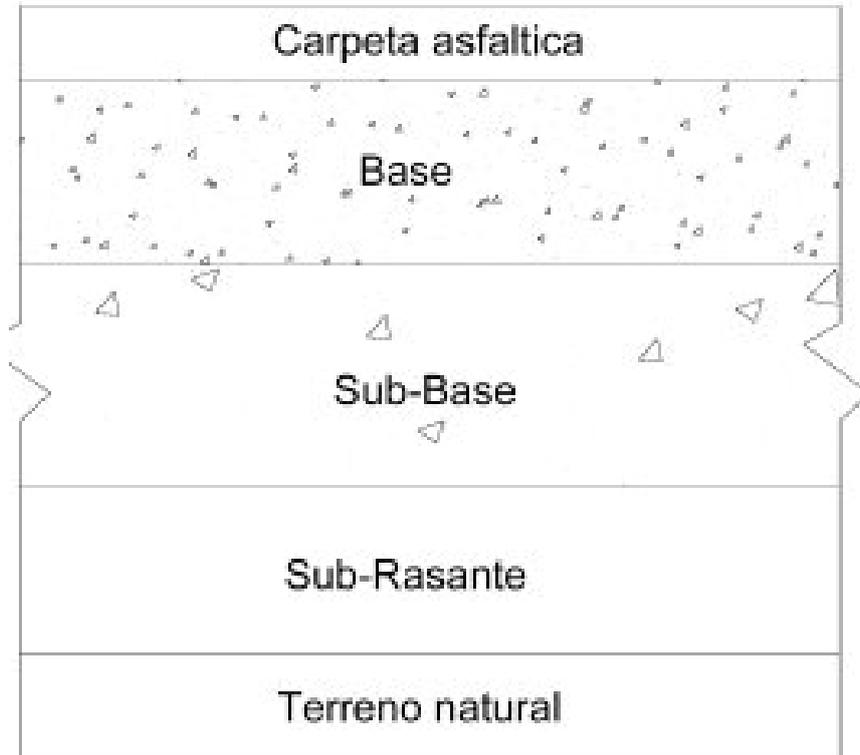


Figura 2.2: Capas de un pavimento asfáltico.

Fuente: Castaño Martínez, Federico L; Pavimentos flexibles.

### 2.2.1.3 Ventajas y Desventajas del uso del Pavimento.

Según, Higuera [22].

#### **Ventajas:**

- Su fabricación al comienzo del proyecto parece ser más económica.
- Tiene un ciclo de vida de entre 10 y 15 años, según el uso a la que está determinada.

#### **Desventajas:**

- Requiere de un mantenimiento constante para cumplir con su vida útil.
- El tránsito pesado producen daños las que se manifiestas como.

- Las diferentes patologías que se manifiestan ya sea por temperatura, o el intemperismo, implican un tratamiento frecuente a base de diferentes componentes de recubrimientos superficiales.
- Las distancias de frenado con respecto a superficies de hormigón son mucho mayores, sobre todo cuando el asfalto está húmedo y con huellas.
- Cuando ya se forman huellas en el pavimento del asfalto, la práctica ha demostrado, que la disposición de una carpeta de asfalto sobre el pavimento existente no evitara que se vuelva a presentar fallas.
- Las huellas que dejan las ruedas reaparecen a causa de una compactación inadecuada ante la incapacidad de lograr una adecuada superficie y/o ante la imposibilidad del asfalto de resistir las presiones actuales de los neumáticos y los volúmenes de tráfico de hoy en día.

#### **2.2.1.4 Causas de la manifestación de fallas en los pavimentos flexibles.**

Como, Corros y Corredor [23], mencionan, existen causas de diversos orígenes las cuales se manifiestan en el transcurso de su vida de servicio de una vía asfáltica, las mismas que dañan la condición de la superficie de rodamiento, lo cual afecta su función de dar un adecuado rodaje seguro, económico y cómodo a los usuarios. Entre las causas que se manifiestan para el origen del defecto de un asfalto se pueden enunciar:

1. Ausencia de acciones de rehabilitación durante la vida útil y el fin del período de diseño original. En este caso la falla es la prevista o esperada.
2. Acrecentamiento del tránsito con respecto a los estudios de estimación realizadas durante el diseño del pavimento original.
3. Desperfecto en el proceso constructivo, por motivo del mal manejo y uso en la calidad de los materiales empleados.

4. Imperfección en el diseño (errores en la estimación del tránsito o en la valoración de las propiedades de los materiales empleados).
5. Circunstancias climáticas imprevistas antes y durante la ejecución (lluvias torrenciales).
6. Falta de construcción de drenaje tanto superficial como subterráneo.
7. Ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos de acuerdo a la severidad.

Según la causa de origen, los desperfectos pueden clasificarse como estructurales o funcionales (superficiales). En el segundo aspecto, la falla se muestra o se ciñe a la superficie de capa de rodadura y a la acción de reparación se preside a la corrección de la fricción (seguridad), o a la modificación de la rugosidad (comodidad), al cual se logra con la colocación de capas asfálticas de bajo espesor que no contribuyen desde el punto de vista estructural.

#### **2.2.1.5 Diferentes fallas patológicas en los pavimentos flexibles.**

Todas las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, dentro de ello podemos mencionar a la calidad de los materiales, proceso de construcción, tránsito vehicular con sobrecarga, carencia de obras de arte (cunetas, alcantarillas, badenes, cruces peatonales, buzón de alcantarilla, etc.) y medio ambiente. Estos factores combinados, son la causa del deterioro progresivo del pavimento, situación que se agrava, al no darle un mantenimiento adecuado a la vía. Existen dos tipos de fallas.

##### **Fallas Estructurales.**

Según, Rodríguez [24], explica que son las que originan un deterioro en el paquete estructural del pavimento, disminuyendo la cohesión de las capas y afectando su comportamiento frente a cargas externas.

##### **Fallas funcionales.**

Según, Rodríguez [24], explica que son las que afectan la transitabilidad, es decir, la calidad aceptable de la superficie de rodadura, la estética de la pista y la seguridad que brinda al usuario.

### 2.2.1.6 Ejemplos de patologías en pavimentos flexibles.

Según, Rodríguez [24], concluye que los defectos que presenta un pavimento y que disminuyen la comodidad del usuario o la vida de servicio de esa estructura, frecuentemente corresponden a defectos constructivos y difícilmente pueden clasificarse como deterioros. Las fallas en los pavimentos flexibles son típicas, los mismos que se agrupan en 4 categorías:

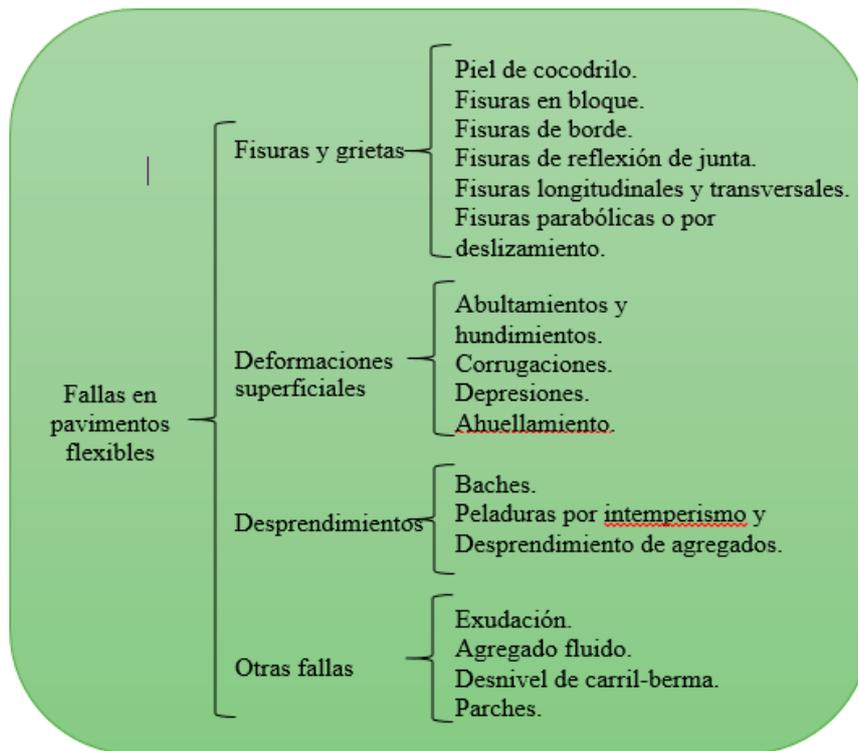


Figura 2.3: Tipos de patologías en Pavimentos flexibles.

Fuente: Rodríguez Vásquez Valera, Identificación y evaluación de fallas superficiales, 2002

### 2.2.2 Fallas por fisuras y grietas.

1. **Piel de cocodrilo.** Es la falla más común por fatiga del material, como su nombre lo indica está formada por fisuras interconectadas y se considera una falla mayor.

Este tipo de deterioro comienza en la parte inferior de la capa de concreto asfáltico o de la base estabilizada (si existe), donde las tensiones y deformaciones causadas por las cargas de tránsito alcanzan sus mayores valores. Las fisuras se propagan a la superficie en forma de fisuras longitudinales más o menos paralelas. Luego la rotura evoluciona, se unen las fisuras y forman trozos de tamaño más o menos uniforme con bordes agudos y quebrados en un aspecto que hace recordar a la piel de cocodrilo, Para mayor detalle se puede visualizar en la Imagen.



Figura 2.4: Patología tipo Piel de cocodrilo.

Fuente: Elaboración propia, 2019

2. **Fisura en Bloque.** Las grietas de bloques se ven como grandes rectángulos interconectados (aproximadamente). Serie de fisuras interconectadas formando piezas aproximadamente rectangulares, de diámetro promedio mayor de 30 cm, con un área variable de 0.10 a 9.0 m<sup>2</sup>. El agrietamiento en bloque no está asociado a la carga, pero generalmente es causado por la contracción del pavimento de asfalto debido a la incapacidad del aglutinante de asfalto para expandirse y contraerse con los ciclos de temperatura. Esto puede deberse a que la mezcla se mezcló y se puso demasiado seca; Mezcla de agregados finos con asfalto de baja penetración y agregados absorbentes; mala elección del aglutinante de asfalto en el diseño de la mezcla; o envejecimiento de asfalto seco. Para mayor detalle se puede visualizar en

la siguiente Imagen.



Figura 2.5: Patología tipo Grietas de borde.

**Fuente:** Maestría en vías terrestres Modulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

3. **Grietas de borde.** Son grietas en forma de media luna que se producen en los bordes de las carpetas asfálticas que no cuentan con bermas pavimentadas y son provocadas por las cargas cuando la base es débil. Para mayor detalle se puede visualizar en la siguiente Imagen.



Figura 2.6: Patología tipo Grietas de borde.

**Fuente:** Maestría en vías terrestres Modulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

4. **Grietas Longitudinales.** Los pavimentos de tipo flexible y de características urbanas, pueden presentar agrietamiento en el sentido longitudinal respecto al eje de una calle. Cuando este tipo de agrietamiento manifiesta una abertura mayor a los

2 mm, y comienza a ser de presencia repetitiva, sobre todo en las proximidades de camellones y otras áreas ajardinadas, es necesario pensar en la posibilidad de que se estén presentando cambios volumétricos en el apoyo del pavimento. Para mayor detalle se puede visualizar en la Imagen.



Figura 2.7: Patología tipo Grietas longitudinales.

**Fuente:** Maestría en vías terrestres Modulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

**5. Fisuras de reflexión de Junta.** Estas son grietas en una capa de pavimento flexible de un pavimento rígido (es decir, asfalto sobre concreto). Ocurren directamente sobre las juntas rígidas del pavimento subyacente. El agrietamiento por reflexión conjunta no incluye las grietas de reflexión que se producen lejos de una junta subyacente o de cualquier otro tipo de base (por ejemplo, cemento o cal estabilizada). El agrietamiento por reflexión conjunta no incluye las grietas de reflexión que se producen lejos de una junta subyacente o de cualquier otro tipo de base (por ejemplo, cemento o cal estabilizada) (Paveman pro, 2017). Para mayor detalle se puede visualizar en la Imagen.



Figura 2.8: Patología tipo Fisura de reflexión de junta.

Fuente: Manual para la inspección visual de Pavimentos Flexibles, 2006

6. **Fisuras Parabólicas o por deslizamiento.** Son fisuras en forma de media luna que apuntan en la dirección de las fuerzas de tracción de las ruedas sobre el pavimento. Las fisuras en arco no necesariamente apuntan en el sentido del tránsito. Por ejemplo, si se frena el vehículo cuesta abajo, la dirección de la fisuras está cuesta arriba [25]. Se producen cuando los efectos de frenado o giro de las ruedas de los vehículos provocan un resbalamiento y deformación de la superficie de pavimento. Para mayor detalle se puede visualizar en la Imagen



Figura 2.9: Patología tipo Fisuras parabólicas.

Fuente: Manual para la inspección visual de Pavimentos Flexibles, 2006.

7. **Pulimento de agregados.** Este daño es causado por la repetición de cargas de tránsito. Cuando el agregado en la superficie se vuelve suave al tacto, la adherencia con las llantas del vehículo se reduce considerablemente. Cuando la porción de agregado que está sobre la superficie es pequeña, la textura del pavimento no contribuye de manera significativa a reducir la velocidad del vehículo. El pulimento de agregados debe contarse cuando un examen revela que el agregado que se extiende sobre la superficie es degradable y que la superficie del mismo es suave al tacto. Para mayor detalle se visualiza en la Imagen.

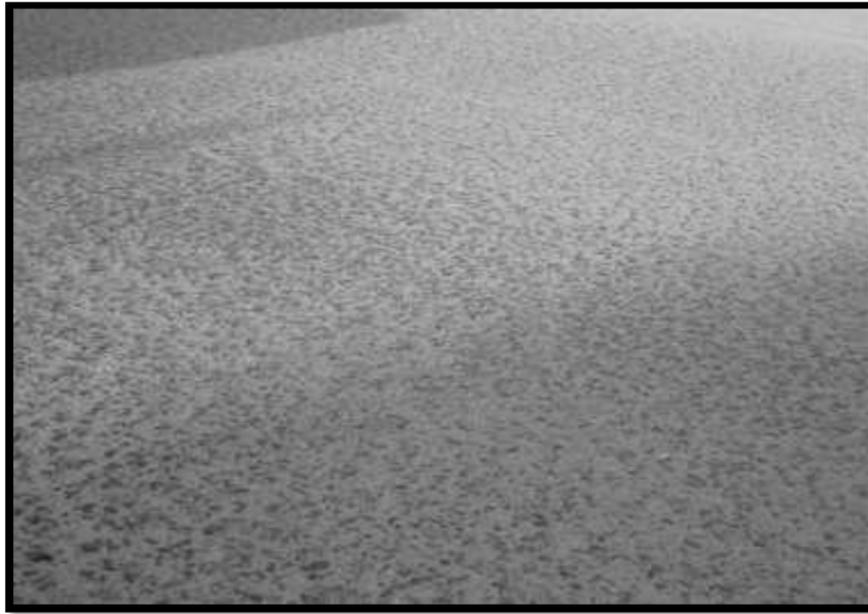


Figura 2.10: Patología tipo Pulimento de agregados.

**Fuente:** Maestrías en vías terrestres Modulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009.

### 2.2.3 Fallas por deformaciones superficiales.

Según Crespo [26], En su libro, “Diseño, Construcción y Mantenimiento de Pavimentos de Concreto”, Define las siguientes fallas.

1. **Hundimientos.** Los hundimientos son desplazamientos hacia abajo, pequeños y abruptos, de la superficie del pavimento. Las distorsiones y desplazamientos que ocurren sobre grandes áreas del pavimento, causando grandes o largas depresiones en el mismo, se llaman “ondulaciones”. Para mayor detalle se puede visualizar en la siguiente Imagen.

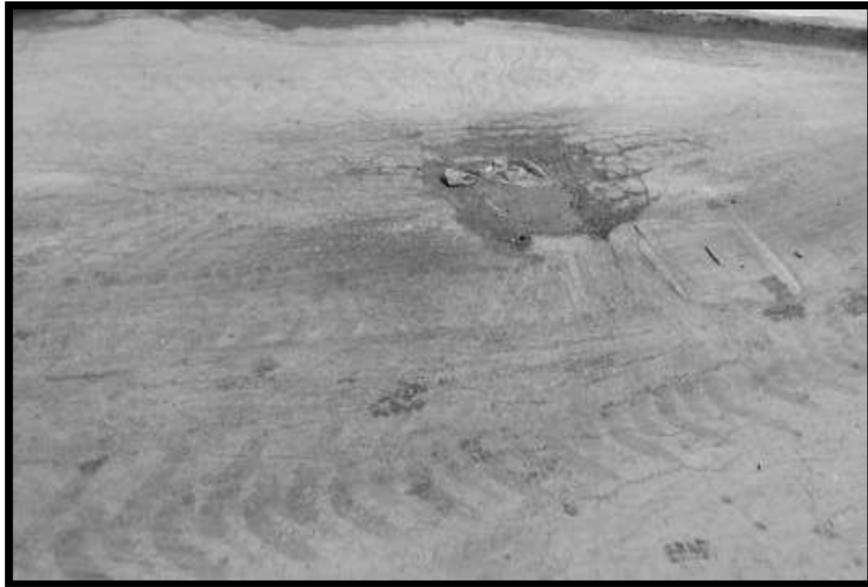


Figura 2.11: Patología tipo Hundimientos en el pavimento..

**Fuente:** Maestrías en vías terrestres módulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

2. **Ahuellamiento.** Son Pequeñas depresiones en forma de Bache en la superficie del pavimento que penetran a través de la capa de asfalto hasta la base. Por lo general, tienen bordes filosos y lados verticales cerca de la parte superior del agujero. Los baches son el resultado de la infiltración de humedad y generalmente el resultado final del agrietamiento del cocodrilo no tratado. A medida que el agrietamiento del cocodrilo se vuelve severo, las grietas interconectadas crean pequeños trozos de pavimento, que pueden ser desalojados a medida que los vehículos pasan sobre ellos. El agujero restante después de que el trozo de pavimento se desaloja se llama un bache. Para mayor detalle se puede visualizar en la siguiente Imagen.



Figura 2.12: Patología tipo Ahuellamiento.

Fuente: Manual para la inspección visual de Pavimentos Flexibles.

3. **Corrugaciones.** La corrugación (también llamada “sartanejas”) es una serie de cimas y depresiones muy próximas que ocurren a intervalos bastante regulares, usualmente a menos de 3.0 m. Las cimas son perpendiculares a la dirección del tránsito; este tipo de daño es usualmente causado por la acción del tránsito combinada con una carpeta o una base inestables. Es causado por un espesor insuficiente del pavimento; falta de compactación del asfalto, la base de piedra o el suelo; mezclas de asfalto débil; o infiltración de humedad.



Figura 2.13: Patología tipo Corrugaciones.

Fuente: Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

## 2.2.4 Fallas por desprendimientos.

- a. **Baches (huecos).** Cavidad, normalmente redondeada, que se forma al desprenderse mezcla asfáltica. Para considerarla como bache al menos una de sus dimensiones un mínimo debe tener de 150 mm.

### Posibles Causas:

- Pavimento estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante.
- Drenaje inadecuado o insuficiente.
- Defecto de construcción.
- Derrame de solventes (bencina, aceite, etc.) o quema de elementos sobre el pavimento.



Figura 2.14: Patología tipo Baches.

Fuente: Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

b. **Desprendimiento de agregados.** Conocida también como desintegración, corresponde a la disgregación superficial de la capa de rodadura debido a una pérdida gradual de agregados, haciendo la superficie más rugosa y exponiendo de manera progresiva los materiales a la acción del tránsito y los agentes climáticos. Este tipo de daño es común en tratamientos superficiales, caso en el que pueden aparecer estrías en la dirección del riego y debe ser reportado como surcos.

**Posibles Causas:**

- Aplicación irregular del ligante en tratamientos superficiales.
- Problemas de adherencia entre agregado y asfalto.
- Uso de agregados contaminados con finos o agregados muy absorbentes.
- Lluvia durante la aplicación o el fraguado del ligante asfáltico.
- Endurecimiento significativo del asfalto.
- Deficiencia de compactación de la carpeta asfáltica.
- Contaminación de la capa de rodadura con aceite, gasolina y otros. Imagen N°.



Figura 2.15: Patología tipo Desprendimiento de agregados.

**Fuente:** Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

## 2.2.5 Otras fallas.

a. **Exudación.** Esta tipo de daño se presenta con una película o afloramiento del ligante asfáltico sobre la superficie del pavimento generalmente brillante, resbaladiza y usualmente pegajosa. Es un proceso que puede llegar a afectar la resistencia al deslizamiento.

### **Posibles Causas:**

- La exudación se genera cuando la mezcla tiene cantidades excesivas de asfalto haciendo que el contenido de vacíos con aire de mezcla sea bajo, sucede especialmente durante épocas o en zonas calurosas. También puede darse por el uso de asfaltos muy blandos o por derrame de ciertos solventes.



Figura 2.16: Patología tipo Exudación.

Fuente: Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

b. **Desnivel de carril-berma.** Corresponde a una diferencia de elevación entre la calzada y la berma, debido a un desplazamiento de la berma. Permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento, provocando su deterioro.

**Posibles Causas:**

- Generalmente sucede cuando existen diferencias entre los materiales de la berma y el pavimento o por el bombeo del material de base en la berma. También puede estar asociado con problemas de inestabilidad de los taludes aledaños. Para mayor detalle se puede apreciar en la Imagen



Figura 2.17: Patología tipo Desnivel de carril-berma.

Fuente: Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

c. **Parches.** Los parches corresponden a áreas donde el pavimento original fue removido y reemplazado por un material similar o diferente, ya sea para reparar la estructura (a nivel del pavimento asfáltico o hasta los granulares) o para permitir la instalación o reparación de alguna red de servicios (agua, gas, etc.)

**Posibles Causas:**

- Procesos constructivos deficientes.
- Sólo se recubrió la zona deteriorada sin solucionar las causas que lo originaron.
- Deficiencias en las juntas.
- Parche estructuralmente insuficiente para el nivel de solicitaciones y características de la subrasante.
- Mala construcción del parche (base insuficientemente compactada, mezcla asfáltica mal diseñada). Para mayor detalle se puede visualizar en la Imagen.



Figura 2.18: Patología tipo Parches.

**Fuente:** Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

d. **Afloramiento de Finos.** Esta patología corresponde a la salida de agua infiltrada, junto con materiales finos de la capa de base por las grietas, cuando circulan sobre ellas las cargas de tránsito. La presencia de manchas o de material acumulado en la superficie cercan ala borde de las grietas indica la existencia del fenómeno. Se encuentra principalmente en pavimentos semirrígidos.

**Posibles Causas:** Ausencia o inadecuado sistema de sub drenaje, exceso de finos en la estructura.



Figura 2.19: Patología tipo Afloramiento de finos.

Fuente: Maestrías en vías terrestres modulo, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009

## **2.2.6 Método del índice de condición del pavimento.**

### **2.2.6.1 ¿Qué es el índice de la condición del pavimento?**

El PCI es el que califica la condición de la superficie de una red de carreteras. El PCI proporciona una calificación numérica para la condición de segmentos de carretera dentro de la red de carreteras, donde 0 es la peor condición posible y 100 es lo mejor. Las dificultades del pavimento se clasifican en dos categorías diferentes. El primero se conoce como falla funcional. En este caso, el pavimento no cumple su función prevista sin causar incomodidad a los pasajeros o altas tensiones en los vehículos. La segunda, conocida como falla de la estructura, incluye un colapso de la estructura del pavimento o la ruptura de uno o más componentes del pavimento con tal magnitud que el pavimento se vuelve insostenible para sostener las cargas impuestas sobre su superficie. En algunos casos, un tipo de falla puede ser causada por el otro tipo, pero en su mayoría solo hay un tipo de falla. La falla funcional depende principalmente del grado de rugosidad de la superficie. La falla de la estructura en un pavimento flexible puede ser el resultado de la fatiga, la consolidación o la cizalladura, y puede

desarrollarse en la sub rasante, la sub base, la capa base o la superficie. Los pavimentos de carreteras requieren trabajos de mantenimiento y rehabilitación continuos para evitar el deterioro causado por la carga repetitiva del tráfico y los factores ambientales. Para lograr esto, un procedimiento sistemático para programar el mantenimiento y la rehabilitación funciona para optimizar los beneficios para los usuarios de la carretera y minimizar los costos para la entidad responsable de la gestión del pavimento se reconoce como una medida útil. El índice de condición del pavimento (PCI, por sus siglas en inglés) normalmente se determina anualmente para evaluar los cambios que ocurren en el sistema de red vial. La calificación PCI de una carretera se basa en las dificultades de superficie observadas. La clasificación PCI no es una medida directa de la capacidad estructural, resistencia al deslizamiento o rugosidad del camino; sin embargo, es una herramienta objetiva.

#### **2.2.6.2 Que mide el índice de condición de pavimento**

El PCI mide dos condiciones:

- El tipo, extensión y gravedad de las dificultades de la superficie del pavimento (típicamente grietas y surcos).
- La suavidad y el confort de marcha de la carretera.

#### **2.2.6.3 Qué proporciona el índice de condición de pavimento**

- La condición actual de la red de carreteras.
- La tasa de deterioro de la red de carreteras a lo largo del tiempo.

#### **2.2.6.4 Procedimiento de determinación PCI.**

Una inspección visual de la superficie del pavimento puede proporcionar información valiosa. Los datos de inspección visual se pueden usar para evaluar la condición actual del pavimento, predecir el rendimiento futuro del pavimento,

determinar y priorizar las necesidades de M y R de la pavimentación, estimar cantidades de reparación y evaluar el rendimiento de diferentes técnicas y materiales M y R. El procedimiento PCI es el estándar utilizado por la industria de la carretera y el ejército para evaluar visualmente la condición actual del pavimento. El procedimiento se describe en las referencias en PAVER (1982), Sociedad Americana para Pruebas y Materiales (ASTM) D6433-09 (2009) y Shahin (1997) y se ha utilizado en este estudio. Durante una encuesta PCI, se registran y analizan signos visibles de deterioro. El valor PCI calculado final es un número de cero a 100, con 100 que representa un pavimento en excelentes condiciones. La calificación de la condición del pavimento se determina a partir de una correlación que presenta la calificación de la condición del pavimento como una función del valor PCI. La Tabla 1 Muestra las clasificaciones de PCI.

PCI	Calificación	caracterización
85 – 100	Excelente	Muy Suave
70 – 85	Muy bueno	Suave
55 – 70	Bueno	Suave con algunos baches o depresiones
40 – 55	Regular	Cómodo con intermitente, golpes y depresiones
25 – 40	Malo	Incomodo con frecuentes golpes o depresiones.
10 – 25	Muy malo	Incomodo con constante golpes y depresiones.

Figura 2.20: Caracterización y clasificación del tamaño del PCI.

Fuente: (Karim M., Haleem rubasi, Abdo Saleh, 2016).

Al interpretar los datos de condición visual recopilados, tres aspectos diferentes de los datos recopilados son de interés: el índice compuesto, el tipo de angustia presente y la tasa de deterioro. El valor PCI en sí mismo proporciona una idea general de la condición del pavimento y la magnitud del trabajo que se requerirá para rehabilitar el pavimento. Los pavimentos en el extremo superior de la escala son más probablemente sean candidatos para mantenimiento y rehabilitación menor, mientras que aquellos en los rangos más bajos son más probables requerir rehabilitación estructural o reconstrucción. Para evaluar un pavimento, antes que nada, el pavimento la red debe dividirse en ramas (como calles, áreas de estacionamiento, etc.) y cada

rama debe dividirse en secciones que tienen ciertas características consistentes en toda su área o longitud, como composición, historia de la construcción, tráfico y pavimento condición. Una unidad de Muestra es cualquier área identificable de la sección de pavimento Es el componente más pequeño de la red de pavimento. Cada sección de pavimento se divide en unidades de Muestra para la inspección del pavimento.

- a. Luego, los pasos para realizar la encuesta de condición y determinar la calificación PCI se realiza según la literatura (PAVER 1982; ASTM D6433-09 2009; Shahin 1997)
- b. Inspeccione la unidad de Muestra, determine el tipo de emergencia y nivel de gravedad y luego medir la densidad.
- c. Los valores deducibles se determinan a partir de la deducción curvas de valor para cada tipo de dificultad y gravedad.
- d. Un valor total de deducible (TDV) se calcula sumando todos los valores deducibles individuales.
- e. Una vez que se calcula el TDV, el valor deducido corregido (CDV) se puede determinar a partir de las curvas de corrección.
- f. Al determinar el CDV, si alguna persona deduce el valor es más alto que el CDV, el CDV se establece igual a el mayor valor de deducible individual.
- g. El PCI se calcula utilizando la relación  $PCI = 100 - CDV$ .

#### **2.2.6.5 Evaluación de Cuadras viales en el área de estudio.**

Descrito anteriormente, se divide en unidades de Muestra; se determina el número de unidades de Muestra a inspeccionar según las especificaciones y luego seleccionado al azar. Cada una de las unidades de Muestra seleccionadas al azar es luego encuestada derivar la PCI y la PCI promedio de cada sección está determinado.

En función del valor PCI de la sección, el mantenimiento necesario o el procedimiento de rehabilitación es sugirió.

#### **2.2.6.6 Valores de PCI de las secciones del pavimento.**

En primer lugar, el tamaño de Muestra debe seleccionarse correctamente porque el pavimento incluye una carretera de dos carriles. El segundo paso es determinar el número de Muestras que se elegirán para inspección. Se obtiene el número total de Muestras N en una rama dividiendo la longitud de la rama por la longitud de la Muestra, como se Muestra a continuación:

$$N = \frac{\textit{longitud de seccion.}}{\textit{Longitud de la muestra}}$$

Las curvas que se Muestran en la Imagen se utilizan para seleccionar número mínimo de unidades de Muestra que deben ser inspeccionados. Al realizar la inspección inicial, el rango PCI para una sección de pavimento (es decir, PCI de la unidad de Muestra más baja sustraída del PCI de la más alta unidad de Muestra) se supone que es 25 para el concreto asfáltico (AC) superficies. Sin embargo, si el rango PCI de las Muestras se consideró que era menor a 25 para un pavimento flexible, sería necesario volver a la Imagen 2, comenzar la escala N nuevamente, proceda verticalmente a la curva para PCI rango menor a 25, lea el número de Muestras a inspeccionar en la escala n y determinar las Muestras adicionales a ser incluido (Karim M., Haleem rubasi, Abdo Saleh, 2016).

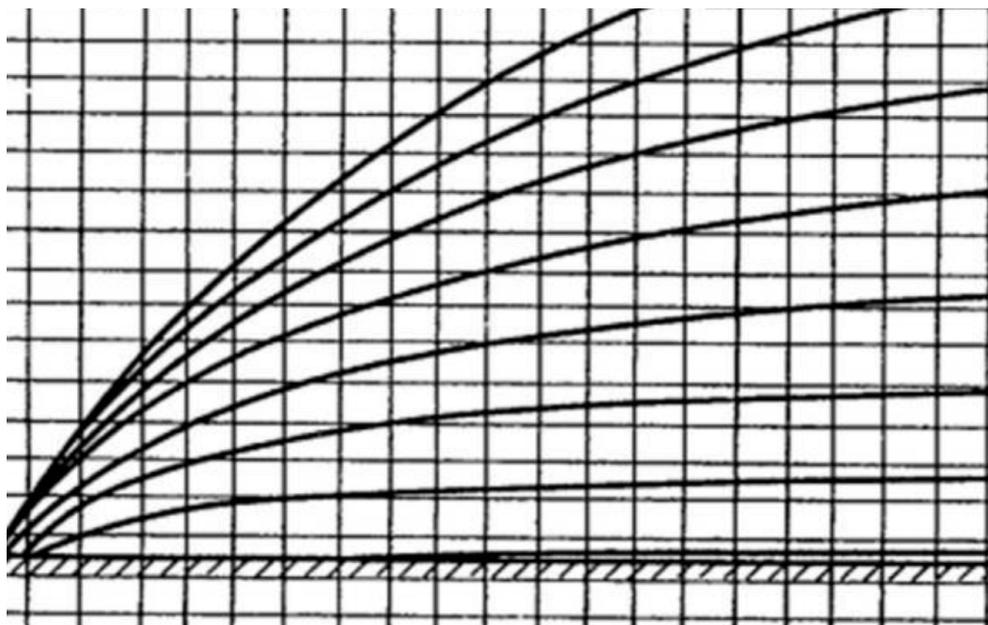


Figura 2.21: Determinación del mínimo número de cantidades de Muestra a ser encuestadas.  
Fuente: (Manual PCI, 2002).

### 2.2.6.7 Determinación de índice de condición de pavimento.

Hay muchos programas de software disponibles para ayudar calcular y registrar el PCI para una sección de carretera (Municipal DataWorks, por ejemplo, tiene una herramienta PCI), pero los cálculos son relativamente simples y pueden hacerse a mano o con la ayuda de una hoja de cálculo. Dado que cada tipo de dificultad en la superficie indica una diferencia tipo de problema, algunos más severos y otros menos, cada la angustia se le da un peso para reflejar su importancia en una rehabilitación estrategia de habilitación (que se Muestra como "Wi" en la tabla). La calificación numérica de la gravedad de la angustia y para la densidad de la angustia se combina y luego se multiplican por su peso La suma de todas las angustias da DMI (Índice de Manifestación de Socorro) para la sección de la carretera. El inspector también califica el confort y la velocidad, asignándole una calificación numérica entre 0 y 10, donde 10 es equivalente a una carretera nueva. El PCI se puede calcular utilizando un software programa o a mano basado en fórmulas bien establecidas. Tomar por ejemplo, una carretera local en condiciones relativamente buenas (ver gráfico de arriba para la hoja

de evaluación) con un confort vial calificación de 7. El valor calculado de la PCI es 72.5. Este PCI se usa como una guía para la rehabilitación y el mantenimiento.

### **III. HIPÓTESIS.**

#### **3.1 Hipótesis general.**

Determinar el índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie del asfalto de todas y cada una de las secciones del Jr. Micaela Bastidas.

#### **3.2 Hipótesis específicas.**

1. Mediante la observación y el análisis detallado de las patologías de dicha vía objeto de estudio.
2. Estudiar el deterioro de la vía mediante un análisis visual y comparación de información.

## IV. METODOLOGÍA.

### 4.1 Diseño de la investigación.

Domínguez [27], interpreta que el diseño de la investigación se refiere a la manera práctica y concreta de responder las preguntas de investigación para alcanzar los objetivos señalados. Por el tipo de investigación, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas de una investigación **cuantitativa**, porque: Según, Fiallo [28] “criterios de clasificación”, son estudios intensivos y de profundidad que se aplican, por lo general, en Muestras pequeñas para lograr la interpretación del fenómeno que se quiere investigar. A este tipo de investigación le interesa lo particular; lo contextual, los relatos vividos, predomina el método inductivo. Se adscriben a este enfoque los estudios de casos, la investigación acción, la investigación etnográfica, entre otros. Por tanto en razón, que se utilizaron conocimientos de las ciencias administrativas, a fin de aplicarlas en el proceso de evaluación de las patologías y su influencia desempeño de una empresa competitiva. De acuerdo a la naturaleza del estudio de la investigación, reúne por su nivel las características de un estudio **descriptivo**, porque: Según, [27] Son aquellas que actúan en el presente y sobre dos variables de tipo dependiente (V.D.). Miden y evalúan con precisión el grado de relación que existe entre dos conceptos o variables en un grupo de sujetos durante la investigación. La correlación puede ser positiva o negativa. Exigen el planteamiento de hipótesis que se comprobarán o no. Su utilidad radica en saber cómo se puede comportar un concepto o variable, conociendo el comportamiento de otra variable relacionada. Se desarrollará la investigación utilizando el método diseño

no experimental, para el desarrollo de la siguiente investigación. La evaluación a realizar será de tipo visual y personalizada. El procesamiento de la información se hará de manera manual. La metodología a utilizar, para el desarrollo del proyecto será: Recopilación de antecedentes preliminares: En esta etapa se realizara la búsqueda el ordenamiento, análisis y validación de los datos existentes de toda la información necesaria que ayudará a cumplir con los objetivos de este proyecto.

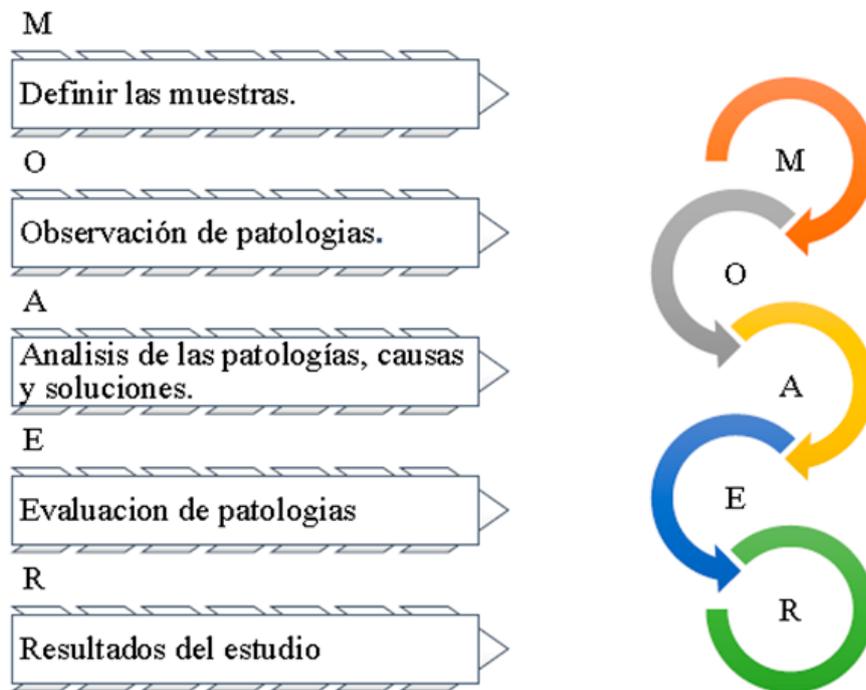


Figura 4.1: El MOAER del Diseño de investigación.

**Fuente:** Domínguez Jiménez B, investigación cualitativa: diseños, evaluación del rigor metodológico y retos, 2006

## 4.2 Población y muestra.

### 4.2.1 Población.

La población que engloba esta investigación está conformada por el total de la vía del Jr. Micaela Bastidas, que prestan servicios a toda la población ayacuchana. Habiendo sido seleccionado por su naturaleza o condición en la que se encuentra y por el interés de aplicar la técnica de evaluación para dar una solución adecuada.

#### **4.2.2 Muestra.**

La Muestra a utilizar, está conformada por los diferentes Cuadras alternativos de acuerdo a las fallas que presentan in situ.

#### **4.3 Definición y operacionalización de variables e indicadores.**

Ver la Tabla 4.1.

DETERMINACIÓN Y EVALUACIÓN DE LAS PATOLOGÍAS QUE AFECTAN AL PAVIMENTO FLEXIBLE EN EL JIRÓN. MICHAELA BASTIDAS DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA HUAMANGA, REGIÓN AYACUCHO, EN EL AÑO 2019.		
VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
Variable independiente:	<p>Patologías Mecánicas: Sismos, sobre cargas, movimientos en los terrenos, abrasión, vibraciones, etc.</p> <p>Físicas: cambios en la temperatura, deformaciones, fallas, etc.</p> <p>Químicas: Ataques con ácidos, cloruros, sulfatos, etc. Biológicas: hongos, bacterias, algas, líquenes, musgos o corrosión de metales.</p>	<p>Nivel de severidad:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Nivel de severidad Baja.</li> <li>- Nivel de severidad Media.</li> <li>- Nivel de severidad Alta.</li> </ul> <p>Tipo de presencia de patologías en forma:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Grietas.</li> <li>- Pulimento.</li> <li>- Baches.</li> </ul> <p>Grado de afectación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Parches.</li> <li>- Hundimientos.</li> <li>- Ondulaciones.</li> </ul>
Variable dependiente:	Leve, Moderado y severo	<p>Rango de Calificación del PCI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- (j3mm,3-10mm,¿10mm).</li> <li>- (j25mm,25-50mm,¿50mm).</li> <li>- (bueno, j5mm,¿5mm).</li> <li>- (j5mm,5-10mm,¿10mm).</li> <li>- (j25mm, 25-50mm,¿50mm).</li> <li>- (j3mm,10mm,¿10mm).</li> <li>- (j10mm,10-30mm,¿30mm).</li> </ul>
PCI (índice de condición del pavimento) y el grado de vulnerabilidad.		

Tabla 4.1: Matriz de operacionalización de variables.  
Fuente: Elaboración propia.

## **4.4 Técnicas e instrumentos de recolección de datos.**

Se utilizaron las siguientes técnicas e instrumentos:

### **4.4.1 Técnicas.**

Las principales técnicas que se utilizaron hasta la actualidad son:

- Análisis y evaluación visual.
- Análisis documental mediante ficha técnica del PCI.

### **4.4.2 Instrumentos.**

Los principales instrumentos que se aplicaron en las técnicas, son:

- Guía de análisis documental.
- Cinta métrica, regla milimétrica, conos de seguridad.
- Tablero de campo, cámara fotográfica y lápices.
- Programas de apoyo para el cálculo e informe como: Excel y Word.

## **4.5 Plan de análisis.**

El plan de análisis a realizarse de acuerdo a la investigación está organizado de la siguiente manera:

- Los datos que se obtendrán según el análisis serán almacenados en una base de datos tabulada en cuadros utilizando el procesador de hoja de cálculo Excel del paquete de office 2013.
- Los datos se procesarán en la hoja de cálculo Excel de acuerdo a las Muestras que se obtuvieron según los Cuadras que mostraremos en la ficha de inspección.

- Para poder clasificar se trabajará de acuerdo a cada elemento seleccionado, de manera ordenada por columnas con todos los datos recopilados, considerando el valor que le corresponda.
- Se determinará el nivel de severidad de acuerdo a la tabla del PCI plasmado en el marco teórico.
- Después de realizar el análisis exhaustivo de la información se obtendrá tablas y gráficos estadísticos correspondientes a cada Muestra seleccionada.
- Finalmente obtendremos la tabla procesada y sus respectivos gráficos que reflejaran los tipos de patologías existentes y el porcentaje de daño que presentan así como también el porcentaje total de patologías existentes.

## **4.6 Matriz de consistencia.**

Ver la Tabla 4.2.

EVALUACIÓN DEL ESTADO ACTUAL DEL PAVIMENTO RÍGIDO DEL JIRÓN 24 DE JUNIO DEL DISTRITO DE SAN JUAN BAUTISTA, PROVINCIA DE HUAMANGA – AYACUCHO – 2019.				
PROBLEMA	OBJETIVOS	JUSTIFICACIÓN	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA
<p>¿Cómo la determinación y evaluación de las patologías nos permitirán obtener el PCI del pavimento flexible del Jr. Micaela Bastidas, Distrito de San Juan Bautista, Provincia Huamanga, Región Ayacucho, en el año 2019?</p>	<p><b>Objetivo general:</b> Determinación y Evaluación de las Patologías existentes en el pavimento flexible del Jr. Micaela bastidas, del distrito de San Juan Bautista y así obtener el estado actual.</p> <p><b>Objetivos específicos:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Recopilar información bibliográfica sobre estudios referentes a patologías en pavimentos flexibles.</li> <li>2. Determinar el índice de condición del pavimento a través del diagnóstico de las patologías.</li> </ol>	<p>Realizar estudios para identificar las diferentes patologías y dar a conocer la condición actual en la que se encuentran ya que algunas se pueden visualizar y otras se ponen en manifiesto al momento de transitar en un vehículo a una velocidad media.</p>	<p><b>Hipótesis general:</b> Determinar el índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie del asfalto de todas y cada una de las secciones del Jr. Micaela Bastidas.</p> <p><b>Hipótesis específicas:</b></p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Mediante la observación y el análisis detallado de las patologías de dicha vía objeto de estudio.</li> <li>2. Estudiar el deterioro de la vía mediante un análisis visual y comparación de información.</li> </ol>	<p><b>Tipo:</b> El proyecto de investigación es de tipo exploratorio.</p> <p><b>Nivel:</b> El proyecto de investigación es de nivel cualitativo.</p> <p><b>Enfoque:</b> La investigación tiene un enfoque descriptivo.</p> <p><b>Diseño:</b> Elaborar, buscar, analizar y diseñar los instrumentos para evaluar el estado del pavimento flexible del Jr. Micaela Bastidas del distrito de San Juan Bautista, Provincia Huamanga, Región Ayacucho.</p> <p><b>Universo y muestra:</b> pavimento flexible del Jr. Micaela Bastidas del distrito de San Juan Bautista, Provincia Huamanga, Región Ayacucho.</p>

Tabla 4.2: Matriz de consistencia.

Fuente: Elaboración propia.

## **4.7 Principios éticos.**

### **4.7.1 Protección de personas.**

La persona en toda investigación es el fin y no el medio, por ello necesita cierto grado de protección, el cual se determinará de acuerdo al riesgo en que incurran y la probabilidad de que obtengan un beneficio.

En las investigaciones en las que se trabaja con personas, se debe respetar la dignidad humana, la identidad, la diversidad, la confidencialidad y la privacidad. Este principio no sólo implica que las personas que son sujetos de investigación participen voluntariamente y dispongan de información adecuada, sino también involucra el pleno respeto de sus derechos fundamentales, en particular, si se encuentran en situación de vulnerabilidad.

### **4.7.2 Cuidado del medioambiente y la biodiversidad.**

Las investigaciones que involucran el medio ambiente, plantas y animales, deben tomar medidas para evitar daños. Las investigaciones deben respetar la dignidad de los animales y el cuidado del medio ambiente incluido las plantas, por encima de los fines científicos; para ello, deben tomar medidas para evitar daños y planificar acciones para disminuir los efectos adversos y maximizar los beneficios.

### **4.7.3 Libre participación y derecho a estar informado.**

Las personas que desarrollan actividades de investigación tienen el derecho a estar bien informados sobre los propósitos y finalidades de la investigación que desarrollan, o en la que participan; así como tienen la libertad de participar en ella, por voluntad propia. En toda investigación se debe contar con la manifestación de voluntad, informada, libre, inequívoca y específica; mediante la cual las personas como sujetos investigados o titular de los datos consiente el uso de la información para los

fines específicos establecidos en el proyecto.

#### **4.7.4 Beneficencia no Maleficencia.**

Se debe asegurar el bienestar de las personas que participan en las investigaciones. En ese sentido, la conducta del investigador debe responder a las siguientes reglas generales: no causar daño, disminuir los posibles efectos adversos y maximizar los beneficios.

#### **4.7.5 Justicia.**

El investigador debe ejercer un juicio razonable, ponderable y tomar las precauciones necesarias para asegurar que sus sesgos, y las limitaciones de sus capacidades y conocimiento, no den lugar o toleren prácticas injustas. Se reconoce que la equidad y la justicia otorgan a todas las personas que participan en la investigación derecho a acceder a sus resultados. El investigador está también obligado a tratar equitativamente a quienes participan en los procesos, procedimientos y servicios asociados a la investigación.

#### **4.7.6 Integridad física.**

La integridad o rectitud deben regir no sólo la actividad científica de un investigador, sino que debe extenderse a sus actividades de enseñanza y a su ejercicio profesional. La integridad del investigador resulta especialmente relevante cuando, en función de las normas deontológicas de su profesión, se evalúan y declaran daños, riesgos y beneficios potenciales que puedan afectar a quienes participan en una investigación. Asimismo, deberá mantenerse la integridad científica al declarar los conflictos de interés que pudieran afectar el curso de un estudio o la comunicación de sus resultados.

## V. RESULTADOS.

### 5.1 Resultados.

De acuerdo al reconocimiento visual y recopilación de datos del lugar en estudio, se han adquirido los siguientes resultados, los cuales se presentan a continuación, con la finalidad de especificar la funcionalidad de la superficie de rodadura del pavimento asfáltico del Jr. Micaela Bastidas (cuadras 1 al 6), del distrito de San Juan Bautista – Ayacucho. Para cada unidad de Muestra se presenta lo siguiente:

- Hoja de registro e inspección en campo de cada unidad de Muestra, donde se asigna el tipo de patologías y su grado de severidad.
- Determinación de la condición actual de la capa de rodadura de cada cuadra.
- Cuadros estadísticos de los tipos de patologías existentes en la capa de rodadura de la vía en estudio.
- Cuadros estadísticos de la condición en que se encuentra la capa de rodadura y cálculo del PCI y porcentajes de cada patología encontrada.

**(Número máximo de valores deducidos)**

$$m_i = 1 + \frac{9}{98} * (100 - \text{max.VD})$$

RANGOS DE CALIFICACION DEL PCI	
RANGOS	CALIFICACION
100-85	Excelente
85-70	Muy bueno
70-55	Bueno
55-40	Regular
40-25	Malo
25-10	Muy malo
10-0	Fallado

Tabla 5.1: Rangos de Calificación del PCI.

Fuente: (Manual del PCI, 2002)

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)								
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					ESQUEMA			
HOJA DE REGISTRO								
Nombre de la Via		: Jr. Micaela Bastidas						
Inspeccionado por		: Roly Sanchez Reynaga						
Fecha		: Agosto 2019			Unidad de Muestreo : Cuadra 1			
Seccion		: Unica			Area de Muestreo : 667.16			
N°	DAÑO	N°	DAÑO					
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo					
2	Exudacion	12	Pulimento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos					
4	Abultamientos y Hundimientos.	14	Cruce de vis ferrea					
5	Corrugacion	15	Almeamiento					
6	Depresion	16	Desplazamiento					
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabolica(slippage)					
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de Agregados					
10	Grietas longitudinales y transversales							
Daño	patologia	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad(%)	Valor deducido
6	depresion	bajo	6.71			6.71	1.01	6.69
12	pulimento de agregados	medio	28.52	35.26	40.28	104.06	15.60	7.45
19	desprendimiento de agregados	medio	205.4	187.25	37.396	430.05	64.46	32.58
13	Huecos	alto	10.41	8.52	6.58	25.51	3.82	60
8	Grieta de reflexion de junta	bajo	0.024			0.024	0.0036	0

Tabla 5.2: Hoja de registro de inspección cuadrada 01

Fuente: Elaboración Propia

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	60	25.3	6.69	4.22	0	96.21	5	49.68
2	60	25.3	6.69	4.22	2	98.21	4	56
3	60	25.3	6.69	2	2	95.99	3	60.84
4	60	25.3	2	2	2	91.3	2	65
5	60	2	2	2	2	68	1	67.85

Tabla 5.3: Hoja de registro de inspección cuadrada 01

Fuente: Elaboración Propia

**Mayor valor deducido**

$$mi = 1 + 9/98 * (100 - \text{max. VD}) = 4.67$$

MAX CDV	67.85
PCI =	32.15
SEVERIDAD	malo

Tabla 5.4: Calculo del PCI de M1

Fuente: Elaboración Propia

MUESTRA CUADRA 01		
PATOLOGIAS		TOTAL
6 depresion		1.01
12 pulimento de agregados		15.60
19 desprendimiento de agregados		64.46
13 Huecos		3.82
8 grieta de reflexion de junta		0.0036
Pavimento en BUEN estado		15.11

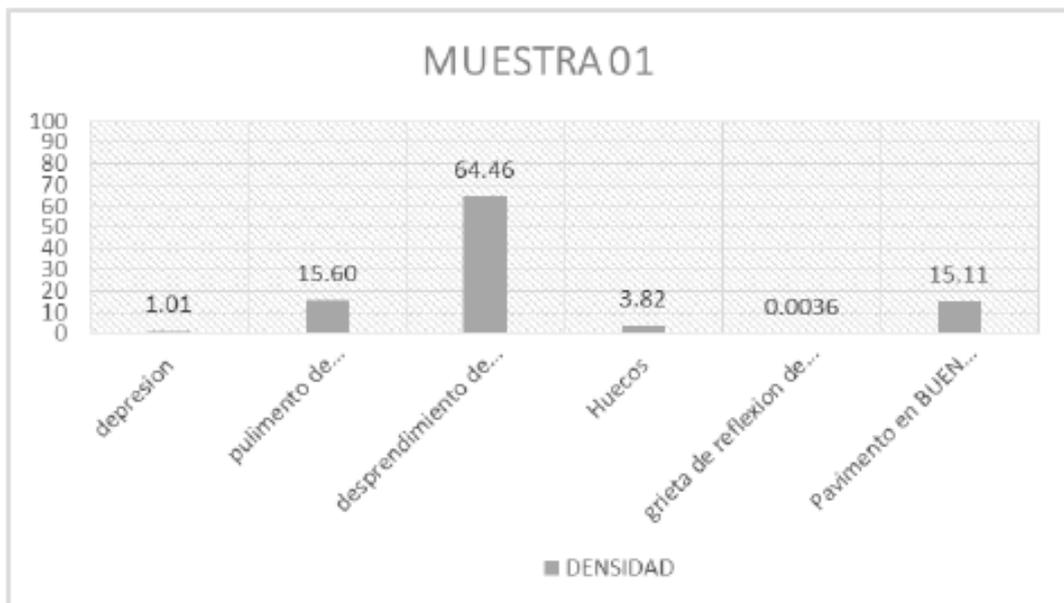


Tabla 5.5: Incidencia de las patologías de la Muestra1 en la Cuadra 1.

Fuente: Elaboración Propia

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)											
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA				
HOJA DE REGISTRO											
Nombre de la Via		: Jr. Micaela Bastidas									
Inspeccionado por		: Roly Sanchez Reynaga									
Fecha		: Mayo 2019						Unidad de Muestreo			: Cuadra 2
Seccion		: Unica						Area de Muestreo			: 654.36
N°	DAÑO				N°	DAÑO					
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo					
2	Exudacion				12	Pulimento de agregados					
3	Agrietamiento en bloque				13	Huecos					
4	Abultamientos y Hundimientos.				14	Cruce de vis ferrea					
5	Corugacion				15	Almeamiento					
6	Depresion				16	Desplazamiento					
7	Grieta de Borde				17	Grieta Parabolica(slippage)					
8	Grieta de reflexion de junta				18	Hinchamiento					
9	Desnivel carril/Berma				19	Desprendimiento de Agregados					
10	Grietas longitudinales y transversales										
Daño	patologia	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad(%)	Valor deducido			
11	Parcheo	medio	2.5	0.5	0.32	3.32	0.51	7.54			
12	pulimento de agregados	medio	28.52			28.52	4.36	1.52			
19	desprendimiento de agregados	alto	23.64	15.24	18.24	57.12	8.73	34.28			
13	Huecos	bajo	0.84	0.1	2.3	3.24	0.50	9.54			
3	Agrietamiento en bloque	medio	2.52	3.28		5.8	0.89	3.48			

Tabla 5.6: Hoja de registro de inspección cuadrilla 02.

Fuente: Elaboración Propia

### Mayor valor deducido

$$mi = 1 + 9/98 * (100 - \max. VD) = 7.04$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	34.28	9.54	7.54	4.22	3.48	59.06	5	27.78
2	34.28	9.54	7.54	4.22	2	57.58	4	36.2
3	34.28	9.54	7.54	2	2	55.36	3	35
4	34.28	9.54	2	2	2	49.82	2	36.89
5	34.28	2	2	2	2	42.28	1	41.64

Tabla 5.7: Calculo del PCI de M2

Fuente: Elaboración Propia

MAX CDV	41.64
PCI =	58.36
SEVERIDAD	buna

MUESTRA CUADRA 02		
PATOLOGIAS		TOTAL
6 Parcheo		0.51
12 pulimento de agregados		4.36
19 desprendimiento de agregados		8.73
13 Huecos		0.50
3 Agrietamiento en bloque		0.89
Pavimento en BUEN estado		85.02

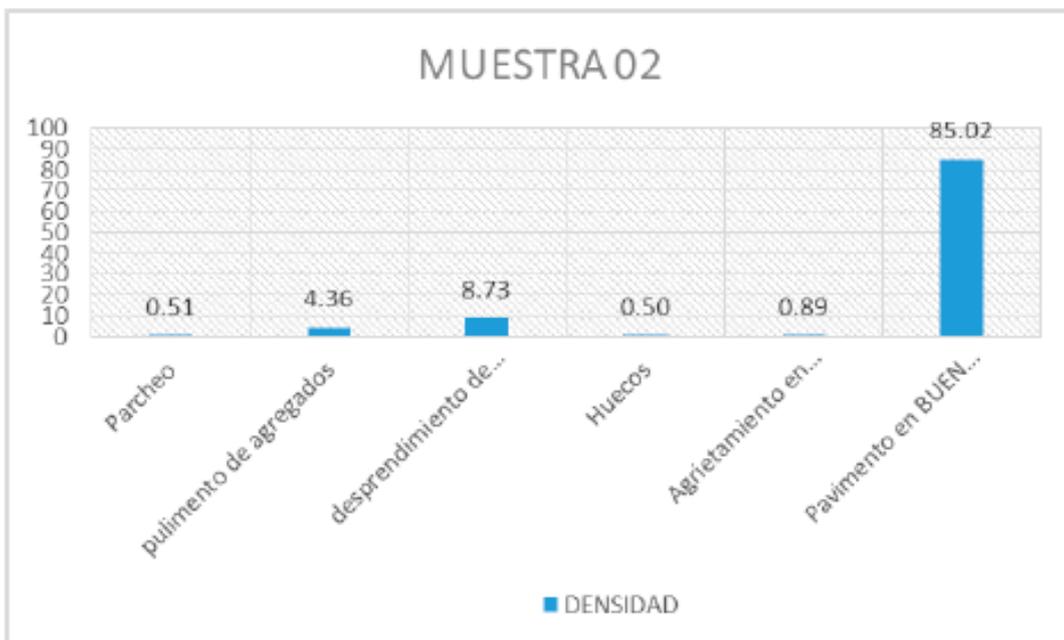


Tabla 5.8: Incidencia de las patologías de la Muestra2 en la Cuadra 1.

Fuente: Elaboración Propia

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)										
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA			
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la Via		: Jr. Micaela Bastidas								
Inspeccionado por		: Roly Sanchez Reynaga								
Fecha		: Mayo 2019				Unidad de Muestreo : Cuadra 3				
Seccion		: Unica								
Area de Muestreo		740.99								
N°	DAÑO				N°	DAÑO				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudacion				12	Pulimento de agregados				
3	Agnietamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y Huidamientos.				14	Cruce de vis ferrea				
5	Corrugacion				15	Ahollamiento				
6	Depresion				16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde				17	Grieta Parabolica(slippage)				
8	Grieta de reflexion de junta				18	Hinchamiento				
9	Desnivel carril/Berma				19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas longitudinales y transversales									
Daño	patologia	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad(%)	Valor deducido	
11	Parcheo	medio	1.2	0.52	0.28	0.87	0.25	3.12	0.42	4.58
12	pulimento de agregados	medio	12	80.25				92.25	12.45	4.32
19	desprendimiento de agregados	alto	124.2	25	12.68	8.25		170.13	22.96	52.45
13	Huecos	medio	1.25	1.68	2.34	0.68		5.95	0.80	24.05

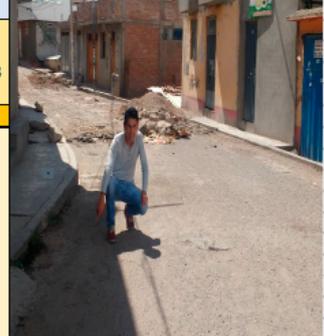


Tabla 5.9: Hoja de registro de inspección cuadra 03.

Fuente: Elaboración Propia

### Mayor valor deducido

$$mi = 1 + 9/98 * (100 - \text{max. VD}) = 5.37$$

N°	VALOR DEDUCIDO				TOTAL	q	CDV
1	52.45	24.05	4.58	4.32	85.4	4	48.68
2	52.45	24.05	4.58	2	83.08	3	53.05
3	52.45	24.05	2	2	80.5	2	59.05
4	52.45	2	2	2	58.45	1	58.25
5					0		

Tabla 5.10: Calculo del PCI de M3

Fuente: Elaboración Propia

MAX CDV	59.05
PCI =	40.95
SEVERIDAD	regular

MUESTRA CUADRA 03		
PATOLOGIAS		TOTAL
6 Parcheo		0.42
12 pulimento de agregados		12.45
19 desprendimiento de agregados		22.96
13 Huecos		0.80
Pavimento en buen estado		63.37

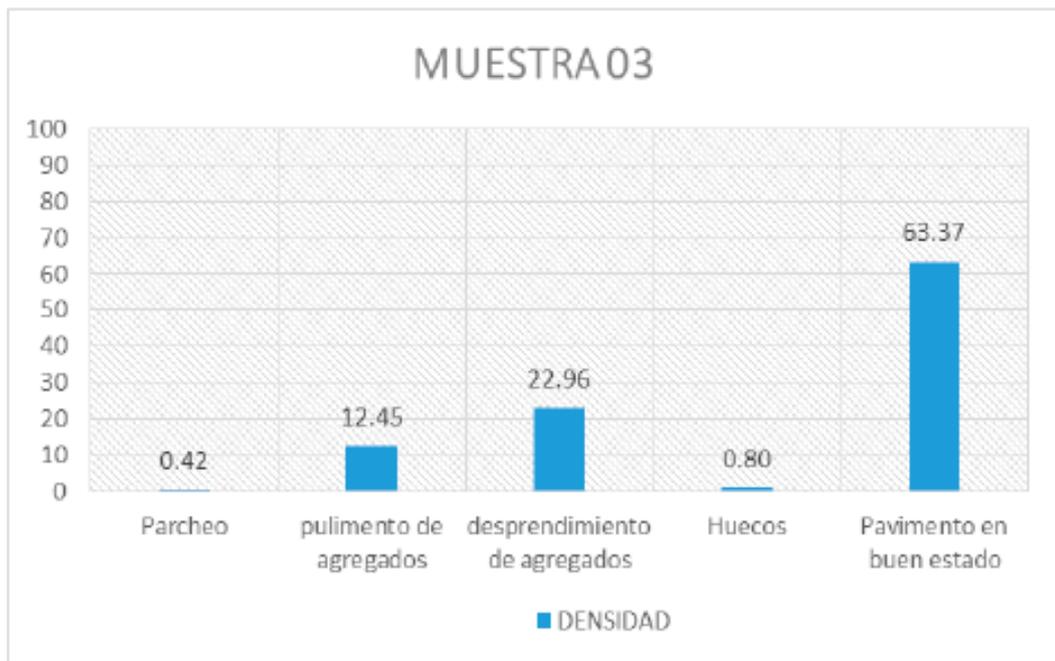


Tabla 5.11: Incidencia de las patologías de la Muestra3 en la Cuadra 1.

Fuente: Elaboración Propia

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA		
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Via		: Jr. Micaela Bastidas							
Inspeccionado por		: Roly Sanchez Reynaga							
Fecha		: Mayo 2019				Unidad de Muestreo : Cuadra 4			
Seccion		: Unica				Area de Muestreo : 597.8			
N°	DAÑO				N°	DAÑO			
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo			
2	Exudacion				12	Pulimento de agregados			
3	Agrupamiento en bloque				13	Huecos			
4	Abultamientos y Hundimientos.				14	Cruce de vis ferrea			
5	Corrugacion				15	Ahuecamiento			
6	Depresion				16	Desplazamiento			
7	Grieta de Borde				17	Grieta Parabolica(slippage)			
8	Grieta de reflexion de junta				18	Hincharmiento			
9	Desnivel carril/Berma				19	Desprendimiento de Agregados			
10	Grietas longitudinales y transversales								
Daño	patologia	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad(%)	Valor deducido
11	Parcheo	medio	3	1.2	0.56		4.76	0.80	8.25
12	pulimento de agregados	medio	13.3	9.82	3.2		26.32	4.40	1.53
19	desprendimiento de agregados	medio	18.2	12.24	58.69	124.68	213.81	35.77	22.58
13	Huecos	bajo	5.26	0.94	0.58		6.78	1.13	20.05
1	Piel de cocodrilo	bajo	6.23				6.23	1.04	11.08

Tabla 5.12: Hoja de registro de inspección cuadra 04.

Fuente: Elaboración Propia

### Mayor valor deducido

$$mi = 1 + 9/98 * (100 - \max. VD) = 8.11$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	22.58	20.05	11.08	8.25	1.53	63.49	5	31
2	22.58	20.05	11.08	8.25	2	63.96	4	35
3	22.58	20.05	11.08	2	2	57.71	3	36
4	22.58	20.05	2	2	2	48.63	2	35.84
5	22.58	2	2	2	2	30.58	1	30

Tabla 5.13: Calculo del PCI de M4

Fuente: Elaboración Propia

MAX CDV	36
PCI =	64
SEVERIDAD	bueno

MUESTRA CUADRA 04		
PATOLOGIAS		TOTAL
6	Parqueo	0.80
12	pulimento de agregados	4.40
19	desprendimiento de agregados	35.77
13	Huecos	1.13
1	Piel de cocodrilo	1.04
	Pavimento en mal estado	57.90

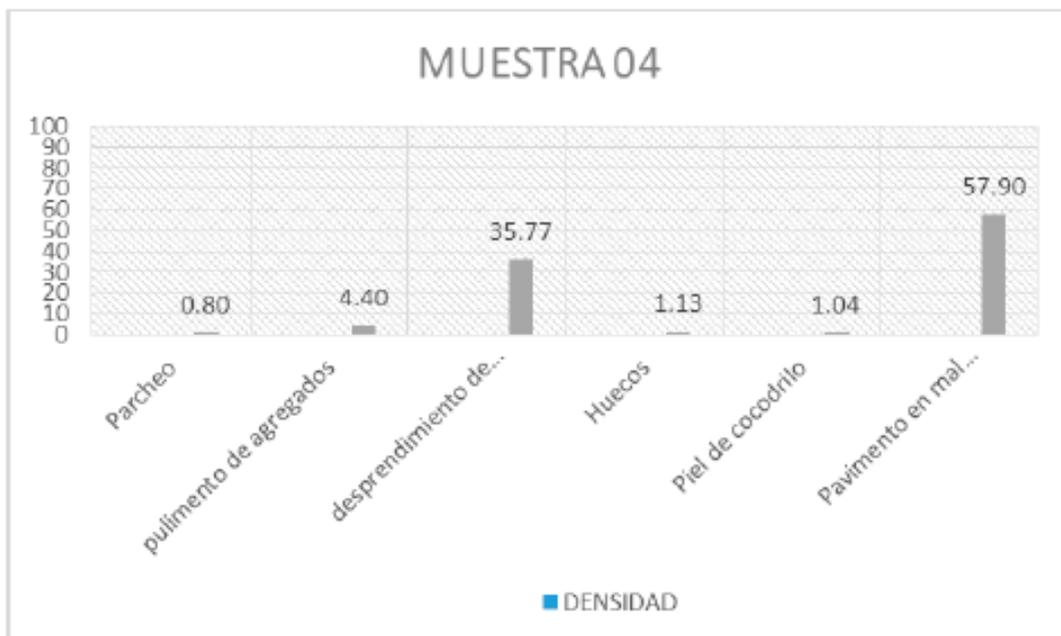


Tabla 5.14: Incidencia de las patologías de la Muestra4 en la Cuadra 1.

Fuente: Elaboración Propia

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)									
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO								ESQUEMA	
HOJA DE REGISTRO									
Nombre de la Via		: Jr. Micaela Bastidas							
Inspeccionado por		: Roly Sanchez Reynaga							
Fecha		: Mayo 2019				Unidad de Muestreo : Cuadra 5			
Seccion		: Única				Area de Muestreo : 788.24			
N°	DAÑO				N°	DAÑO			
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo			
2	Exudacion				12	Pulimento de agregados			
3	Agnrietamiento en bloque				13	Huecos			
4	Abultamientos y Hundamientos.				14	Cruce de vis ferrea			
5	Corrugacion				15	Abusellamiento			
6	Depresion				16	Desplazamiento			
7	Grieta de Borde				17	Grieta Parabolica(slippage)			
8	Grieta de reflexion de junta				18	Hincharmiento			
9	Desnivel carril/Berma				19	Desprendimiento de Agregados			
10	Grietas longitudinales y transversales								
Daño	patologia	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad(%)	Valor deducido
11	Parcheo	medio	0.25	2.4	0.65		3.3	0.42	8.56
12	pulimento de agregados	medio	12.35	15.68	18.89		46.92	5.95	2.06
19	desprendimiento de agregados	medio	124.32	40.26			164.58	20.88	22.05
13	Huecos	bajo	0.64	0.29	0.23	2.04	3.2	0.41	15
3	Agnrietamiento en bloque	medio	2.4	1.05	0.56		4.01	0.51	2.84

Tabla 5.15: Hoja de registro de inspección cuadra 05.

Fuente: Elaboración Propia

### Mayor valor deducido

$$mi = 1 + 9/98 * (100 - \max. VD) = 8.16$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	22.05	15	8.56	2.84	2.06	50.51	5	23.85
2	22.05	15	8.56	2.84	2	50.45	4	27
3	22.05	15	8.56	2	2	49.61	3	30.5
4	22.05	15	2	2	2	43.05	2	32
5	22.05	2	2	2	2	30.05	1	29.58

Tabla 5.16: Calculo del PCI de M5

Fuente: Elaboración Propia

MAX CDV	32
PCI =	68
SEVERIDAD	bueno

MUESTRA CUADRA 05		
PATOLOGIAS		TOTAL
6 Parcheo		0.42
12 pulimento de agregados		5.95
19 desprendimiento de agregados		20.88
13 Huecos		0.41
3 Agrietamiento en bloque		0.51
Pavimento en mal estado		72.34

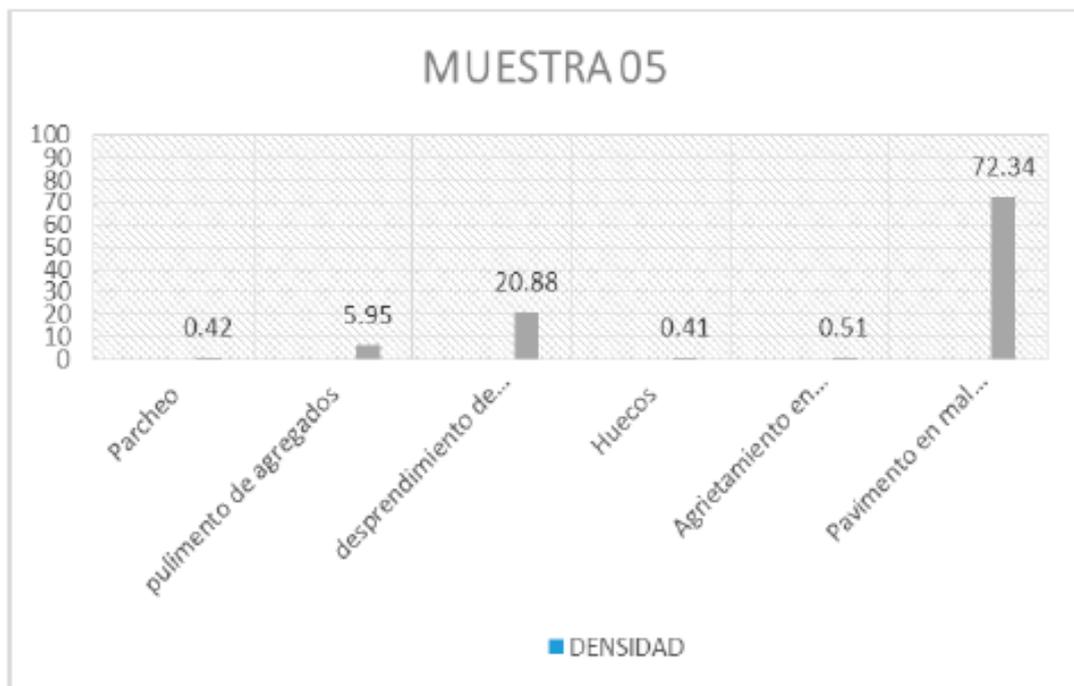


Tabla 5.17: Incidencia de las patologías de la Muestra5 en la Cuadra 1.

Fuente: Elaboración Propia

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)										
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO							ESQUEMA			
HOJA DE REGISTRO										
Nombre de la Vía		: Jr. Micaela Bastidas				Unidad de Muestreo : Cuadra 6				
Inspeccionado por		: Roby Sanchez Reynaga				Area de Muestreo : 387.52				
Fecha		: Mayo 2019								
Seccion		: Umca								
N°	DAÑO				N°	DAÑO				
1	Piel de cocodrilo				11	Parcheo				
2	Exudacion				12	Pulimento de agregados				
3	Agietaamiento en bloque				13	Huecos				
4	Abultamientos y Hundimientos.				14	Cruce de vis ferrea				
5	Corrugacion				15	Almellamiento				
6	Depresion				16	Desplazamiento				
7	Grieta de Borde				17	Grieta Parabolica(slippage)				
8	Grieta de reflexion de junta				18	Hincharmiento				
9	Desnivel carril/Berma				19	Desprendimiento de Agregados				
10	Grietas longitudinales y transversales									
Daño	patologia	Severidad	Cantidades Parciales				Total	Densidad(%)	Valor deducido	
11	Parcheo	medio	0.23	0.54	0.32		1.09	0.28	9.06	
3	Agietaamiento en bloque	medio	0.68	1.02			1.7	0.44	8.53	
19	desprendimiento de agregados	medio	35.26	18.45			53.71	13.86	18.75	
13	Huecos	bajo	0.65	1.05	0.32	0.21	2.23	0.58	9.21	
7	Grieta de Borde	alto	0.05	0.02	0.06		0.13	0.03	9	

Tabla 5.18: Hoja de registro de inspección cuadra 06.

Fuente: Elaboración Propia

### Mayor valor deducido

$$mi = 1 + 9/98 * (100 - \text{max. VD}) = 8.46$$

N°	VALOR DEDUCIDO					TOTAL	q	CDV
1	18.75	9.21	9.06	9	8.53	54.55	5	25.96
2	18.75	9.21	9.06	9	2	48.02	4	25
3	18.75	9.21	9.06	2	2	41.02	3	24.68
4	18.75	9.21	2	2	2	33.96	2	25.08
5	18.75	2	2	2	2	26.75	1	26.88

Tabla 5.19: Calculo del PCI de M6

Fuente: Elaboración Propia

MAX CDV	26.88
PCI =	73.12
SEVERIDAD	muy bueno

MUESTRA CUADRA 06		
PATOLOGIAS		TOTAL
6 Parcheo		0.28
3 Agrietamiento en bloque		0.44
19 desprendimiento de agregados		13.86
13 Huecos		0.58
7 Grieta de Borde		0.03
Pavimento en burn estado		84.84

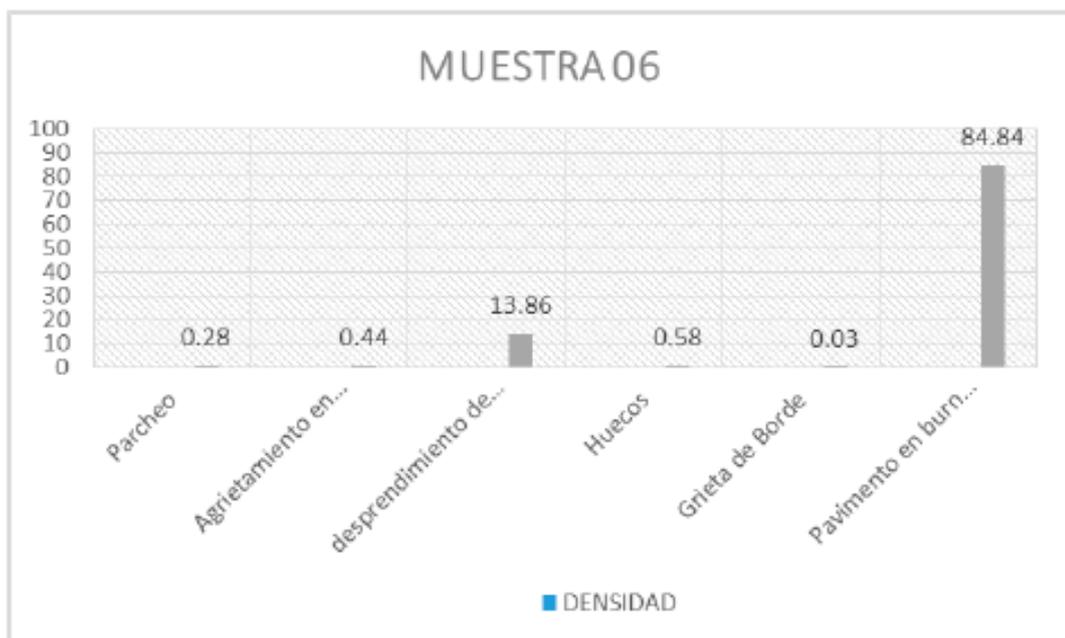


Tabla 5.20: Incidencia de las patologías de la Muestra6 en la Cuadra 1.

Fuente: Elaboración Propia

## 5.2 Análisis de resultados.

De acuerdo al análisis hecho en campo de la superficie del pavimento del Jr. Micaela Bastidas, del distrito de San Juan Bautista, provincia Huamanga, departamento de Ayacucho, Mayo 2019. Se obtuvo los resultados de las unidades de Muestras evaluadas. Nuestra área de estudio corresponde al Pavimento flexible de todo el Jr. Micaela bastidas, que comprende desde la intersección con Jr. José Olaya, hasta

la intersección con el Jr. José Carlos Mariátegui, para la cual hemos seleccionado 06 unidades de Muestra distribuidas en una longitud de 100 Mts aproximadamente del pavimento equivalente a 1 1/2 cuadras que la conforman sin considerar las intersecciones.

- Cuadra 01: Desde el Jr. Jose Olaya, hasta el Jr. Cesar Vallejo.
- Cuadra 02: Desde el Jr. Cesar Vallejo hasta el Psj. Alameda.
- Cuadra 03: Desde el Psj. Alameda. Hasta el Jr. 9 de Octubre.
- Cuadra 04: Desde el Jr. 9 de Octubre hasta Jr. Basilio Auqui.
- Cuadra 05: Desde el Jr. Basilio Auqui hasta Jr. Pokras.
- Cuadra 06: Desde el Jr. Pokras hasta el Jr. José Carlos Mariátegui.

La longitud total que se ha evaluado es de 960 metros lineales carril central de la Jr. Micaela Bastidas, que se seleccionaron de acuerdo a ciertos parámetros que se tuvieron en consideración. De acuerdo a los objetivos trazados en nuestro estudio se procedió a determinar los tipos de patología que se encontraron en el pavimento de dicho Jirón, desde el Jr. José Olaya, hasta la intersección con el Jr. José Carlos Mariátegui, tomando datos de campo mediante una inspección visual de acuerdo a una ficha técnica, identificando cada una de las patologías que se encontraron. Se detallan las patologías que se identificaron en cada Muestra y el porcentaje de afectación al pavimento en estudio.

### **5.2.1 Cuadra 01: desde el Jr. José Olaya, hasta el Jr. Cesar Vallejo.**

La cuadra 01 engloba toda una área de 667.16 m<sup>2</sup>, ubicada en el Jr. Micaela bastidas, desde la intersección con Jr. José Olaya hasta la intersección con el Jr. Cesar Vallejo. En conformidad a las patologías encontradas en la Muestra 1 del jr. Micaela Bastidas y que se plasman en el Imagen N° 22 se interpretan los resultados obtenidos.

Baches con un nivel de severidad alto de 3.82%, desprendimiento de agregados con un nivel de severidad medio de 64.46%, pulimento de agregados con nivel de severidad medio de 15.60%, Las que le siguen son: depresión y grieta de reflexión de junta con un nivel de severidad bajo de 1.01% y 0.0036% respectivamente. De las patologías antes mencionadas, los baches son la que más repercute en la capa de rodadura de la cuadra 01 seguida de desprendimiento de agregados y pulimento de agregados, siendo estas las que finalmente proporcionan el índice de condición de capa de rodadura de dicho pavimento. Como podemos apreciar en la tabla de desperfectos patológicos de la cuadra 01, se consiguieron 5 datos resultado de cálculos de: 6.69, 7.45, 32.58, 60 y 0 utilizando los ábacos según sea el tipo de severidad y con los datos de entrada de densidad de cada uno de las patologías, en función de la unidad de medida y su área total analizada. Continuando con el mecanismo de análisis del índice de condición del pavimento (PCI), se consigue el valor reducido máximo de 67.85 y obteniendo como resultado según ello un PCI (índice de condición de pavimento) de 32.15 que retribuye a un asfalto de estado malo según los rangos de calificación del PCI.

### **5.2.2 Cuadra 02: Desde el Jr. Cesar Vallejo hasta el Psj. Alameda.**

La cuadra 02 engloba toda una área de 654.36 m<sup>2</sup>, ubicada en el Jr. Micaela bastidas, desde la intersección con Jr. Cesar Vallejo, hasta la intersección con el Psj. Alameda. En conformidad a las patologías encontradas en la Muestra 2 del jr. Micaela Bastidas y que se plasman en el Imagen N° 23 se interpretan los resultados obtenidos. Desprendimiento de agregados con un nivel de inclemencia alto de 8.73%, seguida de parcheo, pulimento de agregados y agrietamiento en bloque con un nivel de severidad medio de 0.31%, 4.36% y 0.89% respectivamente, finalmente baches con un nivel de severidad bajo de 0.50%. De las enfermedades patológicas antes mencionadas, la separación de agregados son la que más repercute en la capa de rodadura de la cuadra 02 con un 8.73% seguida de pulimento de agregados y agrietamiento en bloque, siendo éste resultado la que al final proporcionan el índice de condición de capa de rodadura

de dicho pavimento. Como podemos apreciar en la tabla de fallas de patología de la cuadra 02, se obtuvieron 5 valores deducidos de: 7.54, 1.52, 34.28 9.54 y 3.48 utilizando los ábacos según sea su tipo de severidad y con los datos de entrada de densidad de cada uno de las patologías, en relación a su unidad de medida y su área total analizada. Siguiendo el procedimiento de análisis del PCI, se obtiene el valor máximo reducido de 67.85 y dando como resultado según ello un índice de condición de pavimento de 41.64 que corresponde a un pavimento bueno según los rangos de calificación del PCI.

### **5.2.3 Cuadra 03: Desde el Psj. Alameda hasta el Jr. 9 de Octubre.**

La cuadra 03 está constituida por un área de 740.29 m<sup>2</sup>, ubicada en el Jr. Micaela bastidas, desde la intersección con el Psj. Alameda hasta la intersección con Jr. 9 de octubre. De acuerdo a las patologías encontradas en la Muestra 04 del Jr. Micaela Bastidas en la Muestra 03 del Jr. Micaela Bastidas y que se Muestran en el Imagen N° 24 se interpretan los resultados obtenidos. Desprendimiento de agregados con un nivel de severidad alto de 22.96%, seguida de parcheo, pulimiento de agregados y baches con un nivel de severidad medio de 0.42%, 12.45% y 0.8% respectivamente. De las patologías antes mencionadas, el desprendimiento de agregados es la que más repercute en la capa de rodadura de la cuadra 03 con un 22.96% seguida de pulimiento de agregados, siendo éstas las que finalmente proporcionan el índice de condición de capa de rodadura de dicho pavimento. Como podemos apreciar en la tabla de fallas de patología de la cuadra 03, se obtuvieron 4 valores deducidos de: 4.58, 4.32, 52.45 y 24.05 utilizando los ábacos según sea su tipo de severidad y con los datos de entrada de densidad de cada uno de las patologías, en función de su unidad de medida y su área total analizada. Siguiendo el procedimiento de análisis del PCI, se obtiene el valor máximo reducido de 59.05 y dando como resultado según ello un índice de condición de pavimento de 40.95 que corresponde a un pavimento regular según los rangos de calificación del PCI.

#### **5.2.4 Cuadra 04: Desde el Jr. 9 de Octubre hasta Jr. Basilio Auqui.**

La cuadra 04 está constituida por un área de 597.8 m<sup>2</sup>, ubicada en el Jr. Micaela bastidas, desde la intersección con el Jr. 9 de octubre hasta la intersección con el Jr. Basilio Auqui. De acuerdo a las patologías encontradas en la Muestra 04 del Jr. Micaela Bastidas y que se Muestran en el Imagen N° 25 se interpretan los resultados obtenidos. Desprendimiento de agregados con un nivel de severidad medio de 35.77%, seguida de parcheo, pulimiento de agregados con un nivel de severidad medio de 0.80% y 4.40%. Baches y piel de cocodrilo con un nivel de severidad medio de 1.13% y 1.04%. De las patologías antes mencionadas, el desprendimiento de agregados es la que más repercute en la capa de rodadura de la cuadra 04 con un 35.77% seguida de pulimiento de agregados de 4.40%, siendo éstas las que finalmente proporcionan el índice de condición de la capa de rodadura de dicho pavimento. Como podemos apreciar en la tabla de fallas de patología de la cuadra 04, se obtuvieron 5 valores deducidos de: 8.25, 1.53, 22.58, 20.05 y 11.08 utilizando los ábacos según sea su tipo de severidad y con los datos de entrada de densidad de cada uno de las patologías, en función de su unidad de medida y su área total analizada. Siguiendo el procedimiento de análisis del PCI, se obtiene el valor máximo reducido de 36 y dando como resultado según ello un índice de condición de pavimento de 64 que corresponde a un pavimento bueno según los rangos de calificación del PCI.

#### **5.2.5 Cuadra 05: Desde el Jr. Basilio Auqui hasta el Jr. Pockras.**

La cuadra 05 está constituida por un área de 788.24 m<sup>2</sup>, ubicada en el Jr. Micaela bastidas, desde la intersección con el Jr. Basilio Auqui hasta la intersección con el Jr. Pockras De acuerdo a las patologías encontradas en la Muestra 05 del Jr. Micaela Bastidas y que se Muestran en el Imagen N° 26 se interpretan los resultados obtenidos. Desprendimiento de agregados, pulimiento de agregados, parcheo y agrietamiento en bloque con un nivel de severidad medio de 20.88%, 5.95%, 0.42%

y 0.51% respectivamente. Seguida de Baches, con un nivel de severidad bajo de 0.41%. De las patologías antes mencionadas, el desprendimiento de agregados es la que más repercute en la capa de rodadura de la cuadra 05 con un 20.88% seguida de pulimiento de agregados de 5.95%, siendo éstas las que finalmente proporcionan el índice de condición de la capa de rodadura de dicho pavimento. Como podemos apreciar en la tabla de fallas de patología de la cuadra 05, se obtuvieron 5 valores deducidos de: 8.56, 2.06, 22.05, 15 y 2.84 utilizando los ábacos según sea su tipo de severidad y con los datos de entrada de densidad de cada uno de las patologías, en función de su unidad de medida y su área total analizada. Siguiendo el procedimiento de análisis del PCI, se obtiene el valor máximo reducido de 32 y dando como resultado según ello un índice de condición de pavimento de 68 que corresponde a un pavimento bueno según los rangos de calificación del PCI.

### **5.2.6 Cuadra 06: Desde el Jr. Pockras hasta el Jr. José Carlos Mariátegui**

La cuadra 06 está constituida por un área de 387.52 m<sup>2</sup>, ubicada en el Jr. Micaela bastidas, desde la intersección con el Jr. Pockras hasta la intersección con el Jr. José Carlos Mariátegui. De acuerdo a las patologías encontradas en la Muestra 06 del Jr. Micaela Bastidas y que se Muestran en el Imagen N° 27 se interpretan los resultados obtenidos. Desprendimiento de agregados, parcheo y agrietamiento en bloque con un nivel de severidad medio de 13.86%, 0.28%, y 0.44% respectivamente. Seguida de Baches, con un nivel de severidad bajo de 0.58% y grieta de borde con nivel de severidad alto de 0.03%. De las patologías antes mencionadas, el desprendimiento de agregados es la que más repercute en la capa de rodadura de la cuadra 06 con un 13.86% seguida de baches

de 0.58%, siendo éstas las que finalmente proporcionan el índice de condición de la capa de rodadura de dicho pavimento. Como podemos apreciar en la tabla de fallas de patología de la cuadra 06, se obtuvieron 5 valores deducidos de: 9.06, 8.53,

18.75, 9.21 y 9, utilizando los ábacos según sea su tipo de severidad y con los datos de entrada de densidad de cada uno de las patologías, en función de su unidad de medida y su área total analizada. Siguiendo el procedimiento de análisis del PCI, se obtiene el valor máximo reducido de 26.88 y dando como resultado según ello un índice de condición de pavimento de 73.12 que corresponde a un pavimento muy bueno según los rangos de calificación del PCI.

### 5.2.7 Resultados finales.

Una vez registrados todos los datos de campo y obtenidos los índices de condición respectivos para cada una de las Muestras de cada cuadra, se procede a cuantificar el índice de condición de pavimento (PCI) promedio de los 6 Cuadras tomadas en consideración, para concebir un concepto en conjunto de cuál es la condición en la que se encuentra el pavimento del Jr. Micaela Bastidas-San Juan Bautista-Huamanga.

RESUMEN DE RESULTADOS						
UNIDAD DE MUESTRA	INICO	FINAL	SECCION	AREA (M2)	PCI UNIDAD DE MUESTRA	DESCRIPCION
CUADRA 01	0+000	0+108.83	UNICA	667.16	32.15	malo
CUADRA 02	0+108.83	0+205.53	UNICA	654.36	58.36	bueno
CUADRA 03	0+205.53	0+332.43	UNICA	740.99	40.95	regular
CUADRA 04	0+332.43	0+407.24	UNICA	597.8	64	bueno
CUADRA 05	0+407.24	0+509.21	UNICA	788.24	68	bueno
CUADRA 06	0+509.21	0+564.1	UNICA	387.52	73.12	muy bueno

Tabla 5.21: Resumen de resultados del PCI en el Jr Micaela Bastidas.

Fuente: Elaboración Propia

$$\text{PCI promedio} = (32.15+58.36+40.95+64+68+73.12)/6 = 56.097$$

Como resultado final se obtuvo un promedio de índice de condición de pavimento (PCI) del Jr. Micaela Bastidas desde la cuadra 1 al 6, desde la intersección con el Jr. Jose Olaya hasta la intersección con el Jr. Jose Carlos Mariátegui, un índice de 56.097 y que se clasifica como bueno, según el promedio final de todo los resultados

obtenidos en donde la circulación es cómoda hasta la actualidad con algunos pequeños baches o sacudones.

## VI. CONCLUSIONES.

Finalizado el trabajo de obtención y procesamiento de datos, así como interpretación de resultados en la presente investigación se concluye. De acuerdo con los resultados obtenidos, se concluye:

- Las patologías existentes en el pavimento flexible del Jr. Micaela Bastidas son: en su mayoría desprendimiento de agregados con un promedio de densidad de 27.77%, por tanto necesitara una capa de rodadura en las áreas afectadas por encontrarse en un nivel de severidad media.
- Se ha determinado el estado en el que se encuentra el pavimento del Jr. Micaela bastidas de todo el Cuadra, desde la cuadra 1 al 6 que comprende desde el Jr. José Olaya hasta el Jr. José Carlos Mariátegui, la cual presenta un índice de condición del 56.097% y de acuerdo al rango de calificación del PCI se encuentra en un estado bueno.
- La falta de mantenimiento y limpieza de las cunetas, las mismas que tienen una transitabilidad constante de vehículos, es alguno de los factores que conlleva a la aparición de algunas patologías, las cuales incitan al deterioro.

## **ASPECTOS COMPLEMENTARIOS.**

Las recomendaciones extraídas del estudio de caso son las siguientes:

- Se recomienda realizar un mantenimiento periódico y/o rehabilitación al Cuadra desde Jr. José Olaya, hasta el Jr. Cesar Vallejo, para brindar un tráfico vehicular y peatonal seguro y confortable.
- Al pavimento de la avenida se debió haber realizado un mantenimiento periódico por lo menos cada tres años con la finalidad de evitar el incremento de baches, fisuras de esa manera para que el pavimento logre durar el tiempo para la cual fue diseñado.
- Se debe realizar una reparación en algunos Cuadras de la cuadra 01 y la cuadra 03, donde algunas patologías son las que más afectan dicho pavimento como también la transitabilidad de los vehículos.
- Tomar en cuenta las operaciones de reparación según los resultados obtenidos en el análisis del pavimento, como también según el nivel de severidad ya que a menor daño menor será el costo de reparación, extendiendo así su periodo de vida.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

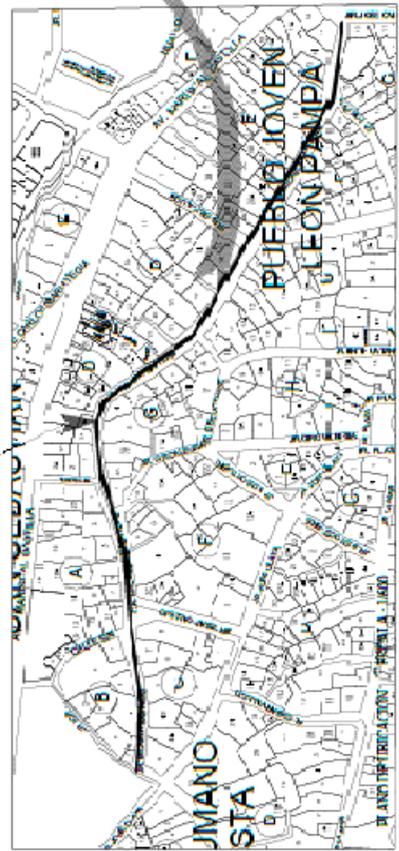
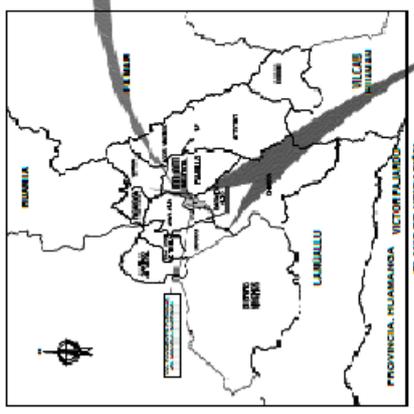
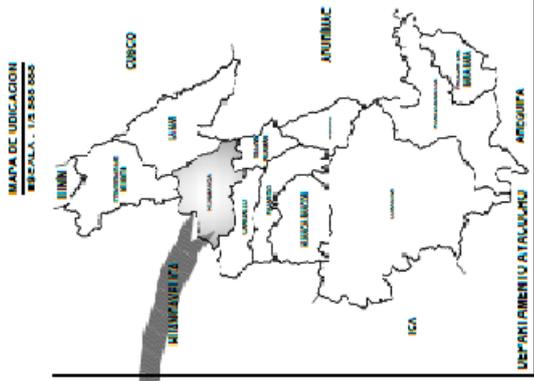
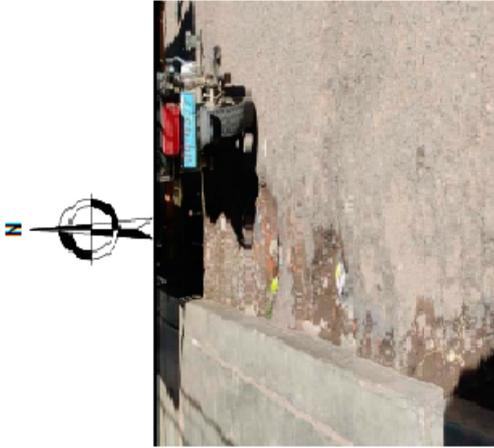
- [1] GUTIÉRREZ M. R. Aplicación de la geomalla biaxial y la geomalla de fibra de vidrio en el diseño de pavimentos flexibles de alto tránsito en zonas urbanas - av. javier pÉrez de cuellar (entrada del terminal terrestre-ayacucho). Master's thesis, 2004.
- [2] BALVIN F. Evaluación del estado actual del pavimento flexible ubicado en el distrito de ayacucho, provincia de huamanga departamento de ayacucho. Master's thesis, 2010.
- [3] J. R. CÁRDENAS RIVEROS. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible, para obtener el Índice de integridad estructural del pavimento flexible y condición operacional de la superficie de rodadura de la avenida carlos la torre cortÉz, distrito de huanta. Master's thesis, 2016.
- [4] FLOR YVALA. Evaluacion economica en el ciclo de vida del pavimento rigido y flexible en las vias arteriales y colectoras del distrito de ayacucho. *UNSCH*, 2019.
- [5] RICARDO MIGUEL GARCIA. Evaluacion del pavimento flexible de la av. leoncio prado tramo entre la calle real y la av. huancavelica, distrito de chilca de huancayo en el año 2016. Master's thesis, 2016.
- [6] LEGUIA LOARTE. Evaluacion superficial del pavimento flexible por el metodo pavent condition index (pci) en las vias arteriales: Cincuentenario, colon y miguel grau (huacho- huaura-lima). *USMP*, 2016.
- [7] ROBLES R. Cálculo del Índice de condición del pavimento (pci) barranco – surco – lima. Master's thesis, 2015.
- [8] R. PANTA CAMPOS. Determinación y evaluación de las patologías del pavimento flexible de la av. chulucanas entre las progresivas km. 0+000 al km. 0+670 del distrito veintisÉis de octubre. piura. 2017.
- [9] J. AQUINO ALIAGA. Determinación y evaluación de las patologías del asfalto para obtener el Índice de integridad estructural del pavimento y condición operacional de la superficie del pavimento flexible del jirÓN francisco bolognesi del distrito de satipo. junin. Master's thesis, 2017.
- [10] EDUARDO DE LA O MUÑOZ. Evaluación del estado situacional de pavimentos flexibles mediante el método p.c.i. caso de estudio: Av. leoncio

- prado, tramo jr. tupac amaru - av. los incas del distrito de chilca - provincia de huancayo - región junin. Master's thesis, 2018.
- [11] ARMANDO MEDINA PALACIOS; MARCOS DE LA CRUZ PUMA. Evaluación superficial del pavimento flexible del jr. José Gálvez del distrito de lince aplicando el método del pci. Master's thesis, 2015.
- [12] RONALD RAMOS QUISPE, CLAVERTH; RAMOS QUISPE. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en la vía: Palca – Iaimina – Huancavelica. Master's thesis, 2018.
- [13] RICHARD ALBERTO CUBAS TEJADA. Análisis del estado de conservación, aplicando el método del Índice de Condición del pavimento flexible en la carretera Kuntur Wasi - Jancos, San Pablo, Región Cajamarca. Master's thesis, 2019.
- [14] PABLO DARÍO CAYAMBE MANYA; JONATHAN YAHVÉ SANTILLÁN VILLAGRÁN. Evaluación de pavimentos flexibles por el método Paver y propuesta de mantenimiento vial integral de la carretera Colta-Alausi de la provincia de Chimborazo. Master's thesis, 2015.
- [15] RICARDO MIRANDA. *DETERIORO EN PAVIMENTOS FLEXIBLES Y RIGIDOS*. UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE, 2010.
- [16] RICARDO TABARES. Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio fase I de la vía acceso al barrio Ciudadela del Café - vía la Vadea. *UNC*, 2005.
- [17] A. MORALES. Innovación del método Vizir en estrategias de conservación y mantenimiento de carreteras de bajo volumen de tránsito. Master's thesis, 2016.
- [18] DANIELA ROMERO. Cualificación cuantitativa de las patologías en el pavimento flexible para la vía Siberia – Tenjo en la Sabana de Bogotá. *UNIVERSIDAD CATOLICA DE COLOMBIA*, 2017.
- [19] FERNANDO HAYASAKA REYES, JOSE ; PEÑAFIEL SOTO. Pavimento de concreto hidráulico en carreteras. Master's thesis, 1996.
- [20] REYES L. F. Estudio del ahuecamiento en mezclas asfálticas por la adición de desperdicio plástico. Master's thesis, 2003.
- [21] HENRY MARTÍNEZ B. Diseño de pavimentos, universidad Antonio Nariño. Pereira, Risalda, Colombia. Master's thesis, 2017.
- [22] CH. HIGUERA S. Comportamiento de la deflexión en función de los parámetros de diseño de una estructura de pavimento. Tunja, Colombia. Master's thesis, 2006.
- [23] CORREDOR G. CORROS M. Módulo III, diseño y evaluación de pavimentos I, 2009. Master's thesis, 2010.

- [24] V. E. RODRÍGUEZ. Foro para el dialogo y el intercambio fluido de experiencias 71 35.entre los responsables de carreteras de iberoamérica y los países ibéricos, chile. Master's thesis, 2009.
- [25] JORGE CORONADO. Manual centroamericano para diseno de pavimentos. *CONSULTOR*, 2002.
- [26] RIO R. Diseño, construcción y mantenimiento de pavimentos de concreto. Master's thesis, UNIVERSIDAD, 2004.
- [27] DOMÍNGUEZ J. Quality investigación, designs, evaluation of the methodological strictness and challenges. Master's thesis, 2006.
- [28] FIALLO R. J. Tipos y niveles de investigación científica, recopilado: Lic. Félix c. rodríguez vera. Master's thesis, 2008.

# **ANEXOS**

## **Anexo 1: Localización del proyecto.**



<b>PROYECTO:</b> DETERMINACION Y EVALUACION DE LA BATAJONERIA			
<b>UBICACION:</b> REGION : Apurimac PROVINCIA : Huamanga DISTRITO : E. B. LUGAR : Leonpampa			
<b>PLANO DE UBICACION Y LOCALIZACION</b>			
<b>PROYECTO:</b> AS-03	<b>FECHA:</b> 2017-08-15	<b>ESCALA:</b> 1:5000	<b>HOJA:</b> A-03
<b>PROYECTISTA:</b> AS	<b>PROYECTADO POR:</b> AS	<b>PROYECTADO POR:</b> AS	<b>PROYECTADO POR:</b> AS

## **Anexo 2: Instrumentos de evaluación.**

UNIDAD DE MUESTRA: 01

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTRO

HOJA DE REGISTRO

Nombre de la Via : Jr. Micaela Bastidas  
 Inspeccionado por : Roly Sanchez Reynaga  
 Fecha : Marzo 2019  
 Seccion : Unica  
 Unidad de Muestreo :  
 Area de Muestreo : 682.16

Nº	DANO	Nº	DANO
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo
2	Exudacion	12	Pulimento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y Hundimientos.	14	Cruce de vis ferrea
5	Corrugacion	15	Ahuellamiento
6	Depresion	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabolica(slippage)
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de Agregados
10	Grietas longitudinales y transversales		

Daño	patologia	Cantidades Parciales (m <sup>2</sup> )				
	Depresion	2.01	3.01	1.45		
	pulimento	11.5	8.43	8.20		
	Desnivel	245.33	32.9	37.976		
	Hueco	10.41	8.00	6.78		
	Falta junta	0.024				

OBSERVACIONES :  
 + bastante desprendimiento de agregados  
 + Demorado Parches  
 + Sumersion de las superficies por falta de  
 curatras  
 + cong. pasada constante  
 \*

UNIDAD DE MUESTRA: 02

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTRO

HOJA DE REGISTRO

Nombre de la Via : Jr. Micaela Bastidas  
 Inspeccionado por : Roly Sanchez Reynaga  
 Fecha : febrero 2007  
 Seccion : Unica  
 Unidad de Muestro :  
 Area de Muestro : 154.36

Nº	DAÑO	Nº	DAÑO
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo
2	Exudacion	12	Pulimento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de via ferrea
5	Corrugacion	15	Ahuellamiento
6	Depresion	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabolica(slippage)
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de Agregados
10	Grietas longitudinales y transversales		

Daño	patologia	Cantidades Parciales			
	Parcheo	2-5	0.5	0.36	
	Ahuellamiento	26.52			
	desplazamiento	23.64	15.24	79.24	
	Huecos	0.24	0.1	2.3	
	Agrietamiento	2.52	3.28		

OBSERVACION :  
 1. Separacion de Seccion por falta de juntas  
 \* excesivamente el agua por falta de drenaje  
 \* areas de la carpeta asfaltica por falta de base  
 por falta de uniones con concreto con juntas

UNIDAD DE MUESTRA: 03 (Dif. abarcada - 35. y de octubre)

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)  
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO  
HOJA DE REGISTRO

Nombre de la Via : Jr. Micaela Basidas  
Inspeccionado por : Roly Sanchez Reynaga  
Fecha : Marzo 2017  
Seccion : Unica  
Unidad de Muestreo :  
Area de Muestreo : 740.99

Nº	DANO	Nº	DANO
1	Piel de cocodrilo	11	Parqueo
2	Exudacion	12	Pulimento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de vis ferrea
5	Corragacion	15	Ahuellamiento
6	Depresion	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabolica(slippage)
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de Agregados
10	Grietas longitudinales y transversales		

Daño	patologia	Cantidades Parciales					
	Parqueo	1.2	0.52	0.28	0.37	0.25	
	pulimento	12	30.25				
	desprendimiento	124.2	25	12.63	8.25		
	hueco	1.25	1.63	2.34	0.64		

OBSERVACION : \* falta de evacuacion y drenaje,  
\* obstruccion de los cuartos con tierra y basura

UNIDAD DE MUESTRA: 04 (Sr. 9 de octubre - Sr. Basilio Agui)

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)

EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO

HOJA DE REGISTRO

Nombre de la Via : Jr. Micaela Bastidas  
 Inspeccionado por : Roly Sanchez Reynaga  
 Fecha : 17/10/09  
 Seccion : Unica  
 Unidad de Muestreo :  
 Area de Muestreo :

Nº	DAÑO	Nº	DAÑO
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo
2	Exudacion	12	Pulimento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y hundimientos.	14	Cruce de vis ferrea
5	Corrugacion	15	Ahuellamiento
6	Depresion	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabolica(slippage)
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril/Berna	19	Desprendimiento de Agregados
10	Grietas longitudinales y transversales		

Daño	patologia	Cantidades Parciales			
	fractura	3	1.1	0.36	
	pavimento	13.3	9.42	3.2	
	desplazamiento	13.2	12.24	52.69	124.63
	huecos	5.26	0.94	0.53	
	piel de cocodrilo	6.23			

UNIDAD DE MUESTRA 05 (Jr. Basilio Aguirre - Jr. Pafias)

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCI)					
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO					
HOJA DE REGISTRO					
Nombre de la Via		: Jr. Micaela Bastidas		Unidad de Muestreo	
Inspeccionado por		: Roly Sanchez Reynaga		Area de Muestreo : 723.24	
Fecha		: 12/10/15			
Seccion		: Unica			
Nº	DAÑO	Nº	DAÑO		
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo		
2	Exudacion	12	Pulimento de agregados		
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos		
4	Abultamientos y Hundimientos	14	Cruce de vis ferrea		
5	Corrugacion	15	Ahuellamiento		
6	Depresion	16	Desplazamiento		
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabolica(slippage)		
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento		
9	Desnivel carril/Berma	19	Desprendimiento de Agregados		
10	Grietas longitudinales y transversales				
Daño	patologia	Cantidades Parciales			
	Parcheo	0.25	2.4	0.65	
	plumote	12.35	18.68	14.89	
	desprendido	124.57	40.26		
	huaco	0.64	0.27	0.23	0.07
	Agrietado	2.4	1.05	0.86	

UNIDAD DE MUESTRA: 06 (Sr. Polvas - Sr. Jose Carlos Manafoguei)

INDICE DEL CONDICION DEL PAVIMENTO FLEXIBLE (PCF)  
EXPLORACION DE LA CONDICION POR UNIDAD DE MUESTREO

HOJA DE REGISTRO

Nombre de la Via : Jr. Micaela Bastidas  
 Inspeccionado por : Roly Sanchez Reynaga  
 Fecha : Marzo 2019  
 Seccion : Unica

Unidad de Muestreo :  
 Area de Muestreo :

Nº	DAÑO	Nº	DAÑO
1	Piel de cocodrilo	11	Parcheo
2	Exudación	12	Pulimento de agregados
3	Agrietamiento en bloque	13	Huecos
4	Abultamientos y hundimientos	14	Cruce de vis ferrea
5	Corrugación	15	Ahuellamiento
6	Depresión	16	Desplazamiento
7	Grieta de Borde	17	Grieta Parabolica (slippage)
8	Grieta de reflexion de junta	18	Hinchamiento
9	Desnivel carril/Berna	19	Desprendimiento de Agregados
10	Grietas longitudinales y transversales		

Daño	patología	Cantidades Parciales				
	Axiladas	0.23	0.54	0.32		
	axiladas	0.62	1.02			
	Depresión	23.26	12.45			
	Huecos	0.65	1.05	0.32	0.21	
	Grietas Junta	0.05	0.02	0.06		

## **Anexo 3: Fotos descriptivas.**



**Fotografía 1:** Vista de la Patología tipo Bache en la cuadra 5.



**Fotografía 2:** Vista de la Patología tipo Pulimiento de agregados cuadra 1.



**Fotografía 3:** Vista de la Patología Parcheo, Bache y Desprendimiento de agregados cuadra 3.



**Fotografía 4:** Vista de la Patología tipo Baches de borde por falta de cunetas cuadra 6.