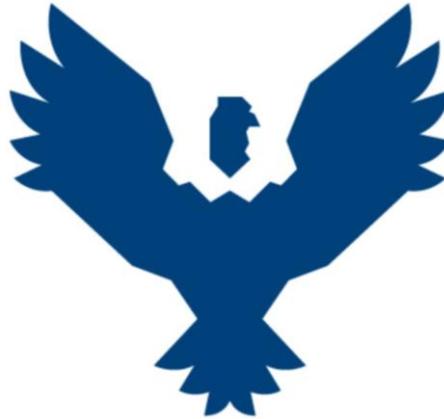




**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

---

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN  
LA AV. LA CULTURA ENTRE SANTA ÚRSULA Y MARISCAL GAMARRA POR  
LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022

---

**PRESENTADO POR:**

Bach. Erika Carrión Huillca

Bach. Jhon Waldi Salazar Valcárcel

Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil

**ASESOR:**

Mgt. Ing. Jean F. Pérez Montesinos

**CUSCO – PERÚ**

2023



## DEDICATORIA

Este trabajo de investigación se lo dedico:

A mi padre, Steve Carrión Alvarez por su inquebrantable amor y devoción, persistencia, responsabilidad y valores que me enseñó a lo largo de mi infancia y mis años de universidad, así como por estar siempre a mi lado sin importar el camino que elija en la vida.

A mi madre Ambrocía Huillca Mamani por darme la vida, su guía y su inagotable inspiración, todo lo cual me ha ayudado a convertirme en una persona decente como resultado de su amor y adoración.

A mi tía Sofía Huillca Mamani, mi prima Nadiuska Yoselin Luque Huillca, por todo su cariño, por siempre estar preocupados por mí, por estar pendientes en cada paso que doy en mi vida.

A mi amado hijo Rodrigo Stefano Hinojosa Carrión por ser mi fuente de impulso e inspiración para esforzarme cada día por ser mejor persona y luchar por un futuro mejor.

A todos ustedes les dedico este trabajo, por ser parte importante de mi vida y hacer que todo esto sea posible.



## DEDICATORIA

A Dios, por ser mi guía eterna y quien me da fuerzas para poder seguir adelante, a mi mamá Vilma Valcárcel Rimache por su inquebrantable apoyo y toda la fe que han demostrado en mí en cada paso de mi vida, a mis abuelos Eugenio y Engracia quienes también fueron mis papas en mi infancia y juventud y quienes también me cultivaron valores y saber respetar a todos por igual, a mis tíos Silverio Saire, Aurelio Valcárcel y Edner Valcárcel quienes me motivaron a seguir adelante y nunca rendirse.



## AGRADECIMIENTOS

Doy las gracias a mis padres por ser quienes más han apoyado mis objetivos, por tener fe en mí y, especialmente, por los cuidados constantes de mi madre, su amor incondicional y sus ánimos para que nunca me rindiera.

A mi tía Sofía, mi prima Nadiuska Yoselin, por siempre estar conmigo y motivarme a seguir creciendo profesionalmente

Finalmente agradecer en especial a mi asesor de tesis al Ingeniero Jean F. Pérez Montesinos, por brindarnos su guía en el desarrollo de la presente tesis.

Erika Carrión Huilca



## AGRADECIMIENTOS

Agradezco de lo más profundo de mi corazón a mi mamá Vilma Valcárcel quien me dio su apoyo y comprensión para poder terminar esta investigación.

A mis tíos Silverio, Aurelio y Edner por motivarme a seguir creciendo en la vida profesional y en el trabajo laboral.

A mi asesor Ingeniero Jean F. Pérez Montesinos por brindarme sus experiencias y consejos.

A mi jurado, el Ing. Marco Silva y el Ing. H. Zevallos, por brindarme la dirección y asesoría que fueron necesarias para terminar mi tesis. Sin ellos no hubiera sido factible.

A la plana docente de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Andina del Cusco por inculcarme tan profundos conocimientos y experiencias y por compartirlos conmigo.

A la universidad Andina del Cusco por haberme convidado en sus aulas y haberme enseñado el respeto entre docentes y compañeros de salón.

Jhon Waldi Salazar Valcárcel



## ÍNDICE

DEDICATORA .....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTOS.....	iv
AGRADECIMIENTOS.....	v
ÍNDICE.....	vi
ÍNDICE DE TABLAS.....	xii
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xv
RESUMEN .....	xix
ABSTRACT .....	xxi
INTRODUCCION.....	xxiii
CAPÍTULO I.....	1
PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA.....	1
1.1.    Identificación del Problema.....	1
1.1.1.    Descripción del Problema.....	1
1.1.2.    Formulación Interrogativa del Problema.....	6
1.1.2.1.    Formulación interrogativa del problema general. ....	6
1.1.2.2.    Formulación interrogativa de los problemas específicos. ....	6
1.2.    Justificación e Importancia de la Investigación.....	7
1.2.1.    Justificación técnica.....	7
1.2.2.    Justificación Social.....	7
1.2.3.    Justificación de la Viabilidad .....	7
1.2.4.    Justificación por Relevancia.....	8
1.3.    Limitaciones de la Investigación .....	8
1.4.    Objetivos de la Investigación.....	8
1.4.1.    Objetivo General.....	8
1.4.2.    Objetivos Específicos .....	8



CAPÍTULO II.....	10
MARCO TEÓRICO .....	10
2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual.....	10
2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional.....	10
2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional.....	15
2.1.3. Antecedentes a Nivel Local.....	20
2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes .....	22
2.2.1. Pavimentos.....	22
2.2.2. Tipos de Pavimentos.....	22
2.2.3. Conformación del Pavimento .....	24
2.2.4. Ciclo de vida de los Pavimentos.....	25
2.2.5. Fallas en los Pavimentos.....	28
2.2.5.1. Fallas estructurales. ....	28
2.2.5.2. Fallas superficiales o funcionales.....	28
2.2.6. Factores a Considerar en el Diseño de Pavimentos.....	28
2.2.6.1. Transito .....	28
2.2.6.2. La Sub - Razante .....	29
2.2.6.3. El Clima.....	29
2.2.7. Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos .....	29
2.2.7.1. Técnicas de mantenimiento de pavimentos.....	30
2.2.7.2. Técnicas de rehabilitación de pavimentos.....	33
2.2.8. Fallas en Pavimentos Flexibles.....	40
2.2.8.1. Definición.....	40
2.2.8.2. Clasificación de fallas en pavimentos flexibles. ....	41
2.2.8.2.1. Piel de cocodrilo.....	45
2.2.8.2.2. Exudación.....	46
2.2.8.2.3. Agrietamiento en bloque. ....	48



2.2.8.2.4. Abultamientos y hundimientos.....	49
2.2.8.2.5. Corrugación.....	51
2.2.8.2.6. Depresión .....	51
2.2.8.2.7. Grieta de borde.....	52
2.2.8.2.8. Grieta de reflexión de juntas. ....	54
2.2.8.2.9. Desnivel carril-berma.....	55
2.2.8.2.10. Fisuras transversales y longitudinales. ....	56
2.2.8.2.11. Parches y cortes utilitarios.....	58
2.2.8.2.12. Agregados pulidos .....	60
2.2.8.2.13. Huecos o baches. ....	60
2.2.8.2.14. Ahuellamiento. ....	63
2.2.8.2.15. Desplazamiento. ....	64
2.2.8.2.16. Fisura parabólica. ....	65
2.2.8.2.17. Hinchamiento. ....	66
2.2.8.2.18. Desprendimiento de agregados.....	66
2.2.9. Estrategias de Intervención en Pavimentos .....	68
2.2.9.1. Mantenimiento o Conservación Vial.....	68
2.2.10. Método del Índice de Condición de Pavimento (PCI).....	72
2.2.10.1. Objetivos del PCI. ....	76
2.2.10.2. División del pavimento en unidades de muestreo.....	76
2.2.10.3. Materiales e Instrumentos .....	77
2.2.10.4. Muestra y Unidades de Muestra.....	80
2.2.10.5. Procedimiento De Inspección.....	82
2.2.10.6. Cálculo del PCI. ....	83
2.2.10.6.1. Determinación del PCI de la unidad de muestra. ....	83
2.2.10.6.2. Determinación del PCI de la sección.....	85
2.2.11. Método paser. ....	86



2.2.11.1. Proceso para la evaluación del pavimento método PASER y calificación de la superficie. ....	87
2.2.11.1.1. Medidas correctoras según la valoración PASER. ....	87
2.2.11.2. Inspección del Pavimento, determinación del número y área de cada sección de medición de PASER. ....	88
2.2.11.2.1. Lleno de surcos. ....	88
2.2.11.2.2. Distorsión. ....	89
2.2.11.2.3. Grietas transversales. ....	90
2.2.11.2.4. Grietas de reflexión. ....	91
2.2.11.2.5. Grietas de resbalamiento. ....	92
2.2.11.2.6. Grietas longitudinales. ....	92
2.2.11.2.7. Grietas de bloque. ....	93
2.2.11.2.8. Grietas de cocodrilo. ....	94
2.2.11.2.9. Parches. ....	95
2.2.11.2.10. Huecos ....	95
2.3. Hipótesis ....	102
2.3.1. Hipótesis General ....	102
2.3.2. Sub Hipótesis. ....	102
2.4. Definición de Variables ....	102
2.4.1. Variables Dependientes ....	102
2.4.1.1. Indicadores de variables dependientes. ....	102
2.4.2. Variables Independientes. ....	102
2.4.2.1. Indicadores de variables independientes. ....	103
2.4.3. Cuadro de Operacionalización de Variables ....	103
CAPITULO III ....	104
METODOLOGÍA. ....	104
3.1. Metodología de la Investigación. ....	104
3.1.1. Tipo de Investigación ....	104



3.1.2.	Nivel de Investigación.....	104
3.1.3.	Método de Investigación .....	105
3.2.	Diseño de la Investigación.....	105
3.2.1.	Diseño Metodológico .....	105
3.2.2.	Diseño de Ingeniería.....	107
3.3.	Población y Muestra .....	108
3.3.1.	Población .....	108
3.3.1.1.	Descripción de la población.....	108
3.3.1.2.	Cuantificación de la Población.....	108
3.3.2.	Muestra .....	108
3.3.2.1.	Descripción de la muestra.....	108
3.3.2.2.	Descripción de la muestra.....	108
3.3.2.3.	Método de muestreo.....	108
3.3.2.4.	Criterios de evaluación de muestra.....	109
3.3.3.	Criterio de Inclusión .....	109
3.4.	Instrumentos.....	110
3.4.1.	Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos.....	110
3.4.2.	Instrumento de Ingeniería.....	110
3.5.	Procedimiento de Recolección de Datos.....	110
3.5.1.	Recolección de Datos de campo para el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Método PASSER.....	110
3.5.2.	Recolección de Datos para el Método PASER.....	125
3.6.	Procedimientos de Análisis de Datos.....	125
3.6.1.	Aplicación de la Metodología PCI en la Av. de la cultura calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra en ambos sentidos.....	125
3.6.2.	Aplicación del Método PASER en la Av. de la cultura Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra en ambos sentidos.....	177
CAPITULO IV .....		193



RESULTADOS .....	193
4.1. Comparación Promedio de las Metodologías PCI y PASER.....	193
4.1.1. Comparación Promedio por las Metodologías PCI y PASER Calzada de Subida	193
4.1.2. Comparación Promedio de las Metodologías PCI y PASER Calzada de Bajada.	196
4.1.3. Tabla de Densidad por los Métodos PASER Y PCI.....	200
CAPÍTULO V.....	214
DISCUSIÓN .....	214
GLOSARIO .....	217
CONCLUSIONES.....	219
RECOMENDACIONES .....	221
PROPUESTAS DE REHABILITACION N 01 .....	223
1. Imprimación asfáltica o recapeo asfáltica .....	223
2. Reposición de carpeta asfáltica.....	223
PROPUESTA DE REHABILITACION N 02 .....	227
Imprimación.....	227
Suministro Y Colocado De Geomalla Biaxial Reforzada Con Fibra De Vidrio Para Control De Grietas Por Reflexión.....	228
MICRO REVESTIMIENTO - ASFALTICO EN FRIO (SLURRY SEAL) .....	230
BIBLIOGRAFÍA .....	236
Anexos .....	239



## ÍNDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b> <i>Calzada en Estudio</i> .....	3
<b>Tabla 2</b> <i>Longitud de Vías a Evaluar</i> .....	6
<b>Tabla 3</b> <i>Correlación de Categoría de Acción con un Rango de PCI.</i> .....	30
<b>Tabla 4</b> <i>Niveles de Severidad para Huecos</i> .....	61
<b>Tabla 5</b> <i>Tipos de Mantenimiento</i> .....	72
<b>Tabla 6</b> <i>Rangos de Clasificación del PCI</i> .....	73
<b>Tabla 7</b> <i>Alternativas de Intervención para Pavimentos Flexibles según tipo de Falla Contemplada en el Método PCI</i> .....	74
<b>Tabla 8</b> <i>Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas</i> .....	77
<b>Tabla 9</b> <i>Hoja de registro 01</i> .....	79
<b>Tabla 10</b> <i>Pavimentos Asfálticos-Método PASER Fallas y Calificación</i> .....	88
<b>Tabla 11</b> <i>Sistema de Clasificación, Características y Calificación por la Metodología PASER</i> .....	96
<b>Tabla 12</b> <i>Sistema de Clasificación, Características y Calificación por la Metodología PASER</i> .....	98
<b>Tabla 13</b> <i>Formato para la Inspección de Pavimentos Método PASER</i> .....	100
<b>Tabla 14</b> <i>Contabilizando con el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial – Fallas de los Pavimentos Asfálticos Pag.86</i> .....	101
<b>Tabla 15</b> <i>Cuadro de Operacionalización de Variables</i> .....	103
<b>Tabla 16</b> <i>Diseño Metodológico</i> .....	105
<b>Tabla 17</b> <i>Unidad de Muestra 01 de la Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra</i> ..	117
<b>Tabla 18</b> <i>Unidad de Muestra 02 de la Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra</i> ..	118
<b>Tabla 19</b> <i>Unidad de Muestra 03 de la Calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula</i> ..	119
<b>Tabla 20</b> <i>Unidad de Muestra 04 de la Calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula</i> ..	120
<b>Tabla 21</b> <i>Unidad de Muestra 01 de la Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra</i> ..	121
<b>Tabla 22</b> <i>Unidad de Muestra 02 de la Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra</i> ..	122
<b>Tabla 23</b> <i>Unidad de Muestra 03 de la Calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula</i> ..	123
<b>Tabla 24</b> <i>Unidad de Muestra 04 de la Calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula</i> ..	124
<b>Tabla 25</b> <i>Ejemplo de la Aplicación de la Metodología – Unidad de Muestra 04</i> .....	126
<b>Tabla 26</b> <i>Cálculo de la Densidad de Fallas</i> .....	127
<b>Tabla 27</b> <i>Calculo de la Determinación de Valores Deducidos Individuales</i> .....	129
<b>Tabla 28</b> <i>Calculo de Valores Deducidos Corregidos</i> .....	130



<b>Tabla 29</b> <i>Valores del PCI con la respectiva Calificación para el tramo Santa Úrsula – Mariscal Gamarra</i> .....	132
<b>Tabla 30</b> <i>Valores del PCI con la respectiva Calificación para el tramo Mariscal Gamarra – Santa Úrsula</i> .....	136
<b>Tabla 31</b> <i>Valores Deducidos – Piel de Cocodrilo</i> .....	141
<b>Tabla 32</b> <i>Valores Deducidos – Exudación</i> .....	142
<b>Tabla 33</b> <i>Valores Deducidos – Agrietamiento en Bloque</i> .....	143
<b>Tabla 34</b> <i>Valores Deducidos – Abultamiento y Hundimiento</i> .....	144
<b>Tabla 35</b> <i>Valores Deducidos – Corrugación</i> .....	145
<b>Tabla 36</b> <i>Valores Deducidos – Depresión</i> .....	146
<b>Tabla 37</b> <i>Valores Deducidos – Grietas de Borde</i> .....	147
<b>Tabla 38</b> <i>Valores Deducidos – Grieta de Reflexión de Junta</i> .....	148
<b>Tabla 39</b> <i>Valores Deducidos – Desnivel Carril – Berma</i> .....	149
<b>Tabla 40</b> <i>Valores Deducidos – Grietas Longitudinales y Transversales</i> .....	150
<b>Tabla 41</b> <i>Valores Deducidos – Parcheo</i> .....	151
<b>Tabla 42</b> <i>Valores Deducidos – Pulimiento de Agregados</i> .....	152
<b>Tabla 43</b> <i>Valores Deducidos – Huecos</i> .....	153
<b>Tabla 44</b> <i>Valores Deducidos – Cruce de Vía Férrea</i> .....	154
<b>Tabla 45</b> <i>Valores Deducidos – Ahuellamiento</i> .....	155
<b>Tabla 46</b> <i>Valores Deducidos – Desplazamiento</i> .....	156
<b>Tabla 47</b> <i>Valores Deducidos – Grietas Parabólica</i> .....	157
<b>Tabla 48</b> <i>Valores Deducidos – Hinchamiento</i> .....	158
<b>Tabla 49</b> <i>Valores Deducidos – Desprendimiento de Agregados</i> .....	159
<b>Tabla 50</b> <i>Tabla de Valores Deducidos Corregidos</i> .....	160
<b>Tabla 51</b> <i>Rangos de clasificación del PCI</i> .....	162
<b>Tabla 52</b> <i>Resumen de la Evaluación Calzada de Subida Santa Úrsula – Mariscal Gamarra</i> .....	163
<b>Tabla 53</b> <i>Resumen de la Evaluación Calzada de Bajada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula</i> .....	164
<b>Tabla 54</b> <i>Conteo de Fallas con el respectivo nivel de severidad en la Calzada de subida Santa Úrsula – Mariscal Gamarra – PCI</i> .....	165
<b>Tabla 55</b> <i>Fallas Representativas - Calzada de Subida -Método PCI</i> .....	168
<b>Tabla 56</b> <i>Conteo de Fallas con el Respectivo Nivel de Severidad en la Calzada de Bajada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula – PCI</i> .....	168



<b>Tabla 57</b> <i>Fallas Representativas - Calzada de Bajada – Método PCI</i> .....	171
<b>Tabla 58</b> <i>Condición del Pavimento- Calzada de Subida</i> .....	171
<b>Tabla 59</b> <i>Condición del Pavimento-Calzada de Bajada</i> .....	171
<b>Tabla 60</b> <i>Resultados Promedio - Metodología PCI por Calzada</i> .....	177
<b>Tabla 61</b> <i>Calzada de Subida Santa Úrsula-Mariscal Gamarra. Daños por Unidad de Muestreo Método PASER</i> .....	179
<b>Tabla 62</b> <i>CALZADA I: Subida-Santa Úrsula-Mariscal Gamarra. Clasificación según PASER</i> .....	181
<b>Tabla 63</b> <i>Calzada I: Subida- Santa Úrsula-Mariscal Gamarra. Estado de las unidades de muestreo método PASER</i> .....	184
<b>Tabla 64</b> <i>Calzada II: Bajada-Mariscal Gamarra – Santa Úrsula. Daños por unidad de muestreo método PASER</i> .....	186
<b>Tabla 65</b> <i>Calzada II: Bajada-Mariscal Gamarra – Santa Úrsula. Clasificación por Metodología PASER</i> .....	188
<b>Tabla 66</b> <i>Calzada II bajada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula. Estado de las Unidades de Muestreo Método PASER</i> .....	191
<b>Tabla 67</b> <i>Comparación Promedio por las metodologías PCI y PASER Calzada de subida</i> .....	193
<b>Tabla 68</b> <i>Comparación Promedio por las Metodologías PCI y PASER Calzada de Bajada</i> .....	196
<b>Tabla 69</b> <i>Cálculo de Densidad, Calzada de Subida - Método PASER</i> .....	200
<b>Tabla 70</b> <i>Cálculo de Densidad, Calzada de Bajada -Método PASER</i> .....	203
<b>Tabla 71</b> <i>Cálculo de Densidad, Calzada de Subida - Método PCI</i> .....	206
<b>Tabla 72</b> <i>Cálculo de Densidad Calzada de Bajada - Método PCI</i> .....	209
<b>Tabla 73</b> <i>Resumen de Resultados PCI – PASER y las opciones de conservación de pavimentos</i> .....	212
<b>Tabla 74</b> <i>Resumen de Resultados PCI – PASER</i> .....	213
<b>Tabla 75</b> <i>Requerimientos de las geomallas de fibra de vidrio</i> .....	228
<b>Tabla 76</b> <i>Granulometría de Slurry Seal según ISSA</i> .....	231
<b>Tabla 77</b> <i>Presupuesto</i> .....	235



## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Figura 1</b> <i>Localización y Macro Localización, Av. de la Cultura</i> .....	2
<b>Figura 2</b> <i>Ubicación Geográfica del Lugar de Estudio- Av. De la Cultura</i> .....	3
<b>Figura 3</b> <i>Ubicación Geográfica-Punto de Partida</i> .....	4
<b>Figura 4</b> <i>Ubicación Geográfica-Punto de Conclusión</i> .....	4
<b>Figura 5</b> <i>Fisuras Longitudinales y Transversales – Frente a la Universidad - Unsaac</i> .	5
<b>Figura 6</b> <i>Huecos – Paradero Amauta</i> .....	5
<b>Figura 7</b> <i>Sección Típica Transversal de Pavimento Rígido</i> .....	22
<b>Figura 8</b> <i>Sección Típica Transversal Pavimento Flexible</i> .....	23
<b>Figura 9</b> <i>Sección Típica Transversal Pavimento Semi-Rígido</i> .....	23
<b>Figura 10</b> <i>Sección Típica Transversal Pavimento Articulado</i> .....	24
<b>Figura 11</b> <i>Ciclo de Vida de los Pavimentos</i> .....	26
<b>Figura 12</b> <i>Ciclo de Vida de los Pavimentos con Mantenimiento y Rehabilitación</i> .....	27
<b>Figura 13</b> <i>Procedimiento Típico de Sellado de Fisuras</i> .....	31
<b>Figura 14</b> <i>Procedimiento Típico de Colocación de Parches</i> .....	32
<b>Figura 15</b> <i>Procedimiento Típico de Sello Arena – Asfalto</i> .....	34
<b>Figura 16</b> <i>Procedimiento Típico de Riego Negro</i> .....	34
<b>Figura 17</b> <i>Procedimiento Típico de Arenado</i> .....	35
<b>Figura 18</b> <i>Procedimiento Típico de Aplicación de Lechada Asfáltica y Micro-Aglomerado en Frío</i> .....	35
<b>Figura 19</b> <i>Tratamiento Superficial con Asfalto Modificado con Polímeros o Caucho (SAM)</i> .....	36
<b>Figura 20</b> <i>Sobre - Carpeta de Asfalto</i> .....	37
<b>Figura 21</b> <i>Sobre-Carpeta de Concreto de Cemento Portland</i> .....	38
<b>Figura 22</b> <i>Reciclado Superficial en Sitio y en Caliente</i> .....	39
<b>Figura 23</b> <i>Reciclado en Frío en Sitio y con Emulsión Asfáltica</i> .....	39
<b>Figura 24</b> <i>Maquina Fresadora, Pavimento Fresado y Material Fresado</i> .....	40
<b>Figura 25</b> <i>Desprendimiento -Piel de Cocodrilo</i> .....	42
<b>Figura 26</b> <i>Agrietamiento en Bloque</i> .....	42
<b>Figura 27</b> <i>Clasificación de Fallas en Pavimentos Flexibles</i> .....	44
<b>Figura 28</b> <i>Piel de Cocodrilo</i> .....	45
<b>Figura 29</b> <i>Piel de Cocodrilo</i> .....	46
<b>Figura 30</b> <i>Exudación</i> .....	47



<b>Figura 31</b> <i>Agrietamiento en Bloque</i> .....	49
<b>Figura 32</b> <i>Agrietamiento en Bloque</i> .....	49
<b>Figura 33</b> <i>Abultamiento y Hundimiento</i> .....	50
<b>Figura 34</b> <i>Corrugación</i> .....	51
<b>Figura 35</b> <i>Depresión</i> .....	52
<b>Figura 36</b> <i>Grieta de Borde</i> .....	53
<b>Figura 37</b> <i>Grietas de Borde</i> .....	53
<b>Figura 38</b> <i>Fisura de Reflexión de Juntas</i> .....	55
<b>Figura 39</b> <i>Fisura de Reflexión de Juntas</i> .....	55
<b>Figura 40</b> <i>Desnivel Carril-Berma</i> .....	56
<b>Figura 41</b> <i>Fisura Transversal y Longitudinal</i> .....	57
<b>Figura 42</b> <i>Parches y Cortes Utilitarios</i> .....	59
<b>Figura 43</b> <i>Parches y Cortes Utilitarios</i> .....	59
<b>Figura 44</b> <i>Agregado Pulidos</i> .....	60
<b>Figura 45</b> <i>Huecos</i> .....	62
<b>Figura 46</b> <i>Huecos</i> .....	62
<b>Figura 47</b> <i>Ahuellamiento</i> .....	63
<b>Figura 48</b> <i>Desplazamiento</i> .....	64
<b>Figura 49</b> <i>Fisura Parabólica</i> .....	65
<b>Figura 50</b> <i>Hinchamiento</i> .....	66
<b>Figura 51</b> <i>Peladura y Desprendimiento</i> .....	67
<b>Figura 52</b> <i>Conos</i> .....	77
<b>Figura 53</b> <i>Regla de Aluminio</i> .....	78
<b>Figura 54</b> <i>Ajuste del Número de Valores Deducidos</i> .....	84
<b>Figura 55</b> <i>Curva de Corrección para Pavimentos de Asfalto</i> .....	85
<b>Figura 56</b> <i>Lleno de Surcos</i> .....	89
<b>Figura 57</b> <i>Distorsión</i> .....	90
<b>Figura 58</b> <i>Grietas Transversales</i> .....	91
<b>Figura 59</b> <i>Grietas de Reflexión</i> .....	91
<b>Figura 60</b> <i>Grietas de Resbalamiento</i> .....	92
<b>Figura 61</b> <i>Grietas Longitudinales</i> .....	93
<b>Figura 62</b> <i>Grietas de Bloque</i> .....	93
<b>Figura 63</b> <i>Grietas de Cocodrilo</i> .....	94
<b>Figura 64</b> <i>Grietas de Cocodrilo</i> .....	94



<b>Figura 65</b> <i>Parches</i> .....	95
<b>Figura 66</b> <i>Huecos</i> .....	95
<b>Figura 67</b> <i>Diagrama de Flujo</i> .....	107
<b>Figura 68</b> <i>Demarcación de Progresivas cada 30m</i> .....	111
<b>Figura 69</b> <i>Demarcación de Puntos estratégicos</i> .....	111
<b>Figura 70</b> <i>Pintado de progresivas en lugares estratégicos.</i> .....	112
<b>Figura 71</b> <i>Demarcación de progresivas</i> .....	113
<b>Figura 72</b> <i>Medición de Ancho de Calzada</i> .....	114
<b>Figura 73</b> <i>Medición de la Unidad de Muestra</i> .....	115
<b>Figura 74</b> <i>Medición de la Falla Transversal</i> .....	115
<b>Figura 75</b> <i>Medición de la Falla en Pavimento Flexible (Hueco-Severidad Media)</i> ...	116
<b>Figura 76</b> <i>Curva Densidad – Valor Deducido (Agrietamiento en Bloque)</i> .....	128
<b>Figura 77</b> <i>Curva de Valores Deducidos Corregidos</i> .....	131
<b>Figura 78</b> <i>Curva de Valores Deducidos Piel de cocodrilo</i> .....	141
<b>Figura 79</b> <i>Curva de Valores Deducidos - Exudación</i> .....	142
<b>Figura 80</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Agrietamiento en Bloque</i> .....	143
<b>Figura 81</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Abultamiento y Hundimiento</i> .....	144
<b>Figura 82</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Corrugación</i> .....	145
<b>Figura 83</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Depresión</i> .....	146
<b>Figura 84</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Grietas de Borde</i> .....	147
<b>Figura 85</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Grietas de Reflexión de Juntas</i> .....	148
<b>Figura 86</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Desnivel carril Berma</i> .....	149
<b>Figura 87</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Grietas Longitudinales y Transversales</i> ...	150
<b>Figura 88</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Parcheo</i> .....	151
<b>Figura 89</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Pulimiento de Agregados</i> .....	152
<b>Figura 90</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Huecos</i> .....	153
<b>Figura 91</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Cruce de Vía Férrea</i> .....	154
<b>Figura 92</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Ahuellamiento</i> .....	155
<b>Figura 93</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Desplazamiento</i> .....	156
<b>Figura 94</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Grietas Parabólica</i> .....	157
<b>Figura 95</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Hinchamiento</i> .....	158
<b>Figura 96</b> <i>Curva de Valores Deducidos – Desprendimiento de Agregado</i> .....	159
<b>Figura 97</b> <i>Curva de Valores Deducidos Corregidos</i> .....	161
<b>Figura 98</b> <i>Valor de PCI – Calzada de Subida: Santa Úrsula – Mariscal Gamarra</i> ...	173



<b>Figura 99</b> <i>Condición del pavimento flexible Calzada de Subida: Santa Úrsula – Mariscal Gamarra Método PCI</i> .....	174
<b>Figura 100</b> <i>Valor PCI Calzada de Bajada: Mariscal Gamarra-Santa Úrsula</i> .....	175
<b>Figura 101</b> <i>Condición del pavimento flexible calzada: Santa Úrsula – Mariscal Gamarra Método PCI</i> .....	176
<b>Figura 102</b> <i>Método PASER, Identificación, Tipo de Falla, Medición, Calificación y Magnitud</i> .....	178
<b>Figura 103</b> <i>Calzada de Subida Santa Úrsula-Mariscal Gamarra. Estado de las Unidades de Muestreo</i> .....	185
<b>Figura 104</b> <i>Calzada de Bajada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula. Estado de las Unidades de Muestreo</i> .....	192
<b>Figura 105</b> <i>Imprimación asfáltica</i> .....	223
<b>Figura 106</b> <i>Tratamiento superficial bicapa, Km 1087 carretera Sicuani – La raya</i> ...	224
<b>Figura 107</b> <i>Slurry Seal, Carretera Cañete – Lunahuana - Chupaca</i> .....	225
<b>Figura 108</b> <i>Reposición de carpeta asfáltica, km 862 – Panamericana Sur</i> .....	226
<b>Figura 109</b> <i>Imprimación con Asfalto en Líquido</i> .....	227
<b>Figura 110</b> <i>Geomalla de Fibra de Vidrio</i> .....	230
<b>Figura 111</b> <i>Equipo de RoadSaver</i> .....	233



## RESUMEN

El objetivo de este trabajo es proponer estrategias de intervención a través del análisis comparativo de los índices de estado de las carreteras (metodología PASER y metodología PCI) de la calzada de subida entre Wánchaq y San Sebastián intersección Av. de la Cultura y Av. Mariscal Gamarra y calzada de bajada intersección Av. de la Cultura y Av. Mariscal Gamarra y límite entre Wánchaq y San Sebastián; la carpeta asfáltica de esta calzada de subida y bajada se encuentra deteriorada, con evidencias claras de diversas fallas en el pavimento, siendo las más incidentes las fallas de cocodrilo, falla de grietas en bloque, grietas longitudinales y transversales y hoyos, lo que hace necesaria una intervención inmediata para su conservación, por ser esta vía el principal acceso a la ciudad del Cusco; con alto tráfico de vehículos livianos y ligeros

Es vital promover un mantenimiento y reparación de las vías para disponer de una red de vías para un buen funcionamiento de uso. Debido a los elevados costos de construcción de las carreteras pavimentadas, el mantenimiento de los pavimentos es hoy en día de suma importancia. Desde un punto de vista económico, el usuario final saca mucho provecho de un mejor rendimiento, más comodidad y ahorro de tiempo y dinero en la maniobra de los vehículos. Por ello, es importante convertir en un hábito el arreglo y reparación de las vías. El objetivo de este proyecto es elaborar una herramienta de gestión de pavimentos flexibles que incluya diferentes estrategias de intervención, se utilizarán los resultados del Índice de Estado del Pavimento (PCI) y las técnicas PASER en la zona estudiada. Estas estrategias se pondrán en práctica mediante inspección visual y cálculos que se ajusten a los requisitos de cada método.

Esta investigación es desarrollada en cinco capítulos:

*En el Capítulo I:* Analiza el estado de la vía asfaltada en la calzada examinando, los problemas que presenta la capa de rodadura y la ausencia de un sistema de gestión del pavimento que pueda ayudar a arreglar la vía.

*En el Capítulo II:* Para ello, se basa en todas las investigaciones anteriores, incluidos los estudios nacionales, internacionales, locales y las teorías sobre la evaluación del pavimento.

*En el Capítulo III:* La aplicación de técnicas como PASER y PCI (índice de estado del pavimento), así como la recopilación, el tratamiento y la interpretación de los datos recogidos y los resultados de las pruebas.



*En el Capítulo IV:* Para facilitar el intercambio de información, se presentarán tanto las conclusiones recogidas a lo largo del estudio como las posibles soluciones aportadas a cada problema.

*Y el Capítulo V:* La formulación de métodos de intervención, completada con los debates y sugerencias apropiados basados en el estudio, es el medio que permite alcanzar los objetivos deseados.



## ABSTRACT

The objective of this work is to propose intervention strategies through the comparative analysis of the road condition indices (PASER methodology and PCI methodology) of the road going up between Wánchaq and San Sebastián intersection Av. de la Cultura and Av. Mariscal Gamarra and the downhill road at the intersection of Avenida de la Cultura and Av. Mariscal Gamarra and the border between Wánchaq and San Sebastián; The asphalt layer of this road going up and down is deteriorated, with clear evidence of various failures in the pavement, the most frequent being crocodile failures, failure of block cracks, longitudinal and transversal cracks, and holes, which makes it necessary to an immediate intervention for its conservation, since this road is the main access to the city of Cusco; with high traffic of light and light vehicles

It is vital to promote track maintenance and repair in order to have a network of tracks for proper use. Due to the high construction costs of paved roads, pavement maintenance is of the utmost importance today. From an economic point of view, the end user benefits greatly from better performance, more comfort, and savings in time and money in vehicle maneuvering. Therefore, it is important to make a habit of fixing and repairing the roads. The objective of this project is to develop a flexible pavement management tool that includes different intervention strategies, the results of the Pavement Condition Index (PCI) and PASER techniques will be used in the studied area. These strategies will be put into practice by visual inspection and calculations that fit the requirements of each method.

This research is developed in five chapters:

*In Chapter I:* Analyzes the state of the paved road on the road, examining the problems presented by the surface layer and the absence of a pavement management system that can help fix the road.

*In Chapter II:* To do this, it is based on all previous research, including national, international, local studies and theories on pavement evaluation.

*In Chapter III:* The application of techniques such as PASER and PCI (pavement condition index), as well as the collection, treatment and interpretation of the data collected and the results of the tests.



*In Chapter IV:* To facilitate the exchange of information, both the conclusions gathered throughout the study and the possible solutions provided to each problem will be presented.

*And Chapter V:* The formulation of intervention methods, completed with the appropriate discussions and suggestions based on the study, is the means to achieve the desired objectives.

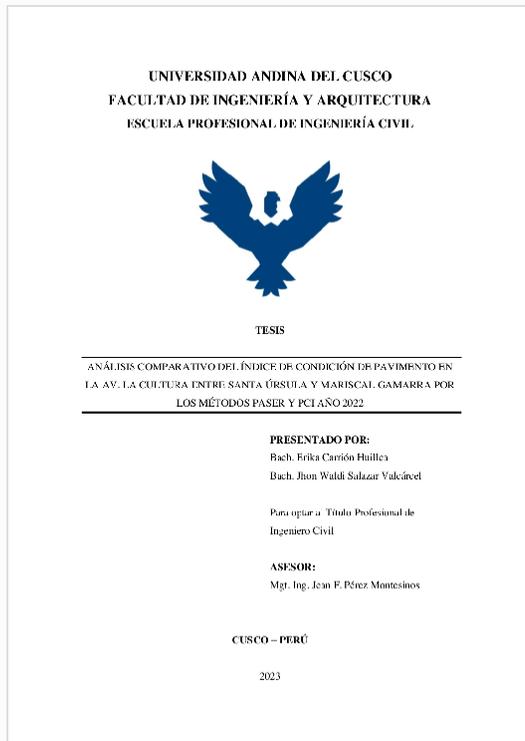


## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Erika Carrion y Jhon Salazar  
Título del ejercicio: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVI...  
Título de la entrega: ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVI...  
Nombre del archivo: TESIS\_FINAAAL25ABRL\_2023.pdf  
Tamaño del archivo: 9.62M  
Total páginas: 263  
Total de palabras: 52,063  
Total de caracteres: 260,701  
Fecha de entrega: 02-may.-2023 11:50a. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2082196147



Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos  
Docente de la E.P. de ...Ingeniería Civil - UAC



# ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO MÉTODOS PASER Y PCI

*por* Erika Carrion y Jhon Salazar

---

**Fecha de entrega:** 02-may-2023 11:50a.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2082196147

**Nombre del archivo:** TESIS\_FINAAAL25ABRL\_2023.pdf (9.62M)

**Total de palabras:** 52063

**Total de caracteres:** 260701

---

Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos  
Docente de la E.P. de ...Ingeniería Civil - UAC



**1**  
**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS**

---

ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN  
LA AV. LA CULTURA ENTRE SANTA ÚRSULA Y MARISCAL GAMARRA POR  
LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022

---

**PRESENTADO POR:**

Bach. Erika Carrión Huilca

Bach. Jhon Waldi Salazar Valcárcel

**1**  
Para optar al Título Profesional de  
Ingeniero Civil

**ASESOR:**

Mgt. Ing. Jean F. Pérez Montesinos

**CUSCO – PERÚ**

2023

Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos  
Docente de la E.P. de ...Ingeniería Civil - UAC



# PAVIMENTO MÉTODOS PASER Y PCI

## INFORME DE ORIGINALIDAD

17%

INDICE DE SIMILITUD

16%

FUENTES DE INTERNET

2%

PUBLICACIONES

0%

TRABAJOS DEL  
ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

1	<a href="http://hdl.handle.net">hdl.handle.net</a> Fuente de Internet	8%
2	<a href="http://repositorio.ucv.edu.pe">repositorio.ucv.edu.pe</a> Fuente de Internet	2%
3	<a href="http://dspace.unach.edu.ec">dspace.unach.edu.ec</a> Fuente de Internet	2%
4	<a href="http://repositorio.uancv.edu.pe">repositorio.uancv.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
5	<a href="http://repositorio.uandina.edu.pe">repositorio.uandina.edu.pe</a> Fuente de Internet	1%
6	Rojas Andrade Mariana. "Conservación de pavimentos rígidos y flexibles", TESIUNAM, 2012 Publicación	1%
7	<a href="http://repositorio.upt.edu.pe">repositorio.upt.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%
8	<a href="http://repositorio.urp.edu.pe">repositorio.urp.edu.pe</a> Fuente de Internet	<1%

Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos  
Docente de la E.P. de ...Ingeniería Civil - UAC



## INTRODUCCION

El pavimento está formado por capas de material cuidadosamente elegidas que soportan el peso de vehículos y lo distribuyen a las capas inferiores. De este modo se obtiene una superficie de rodadura que sirve de apoyo, y es necesario que funcione eficientemente. Para que funcione con éxito, debe cumplir los siguientes requisitos: ancho de la calzada, trazo horizontal y vertical, y resistencia a la carga suficiente para evitar fallos y grietas.

El objetivo de este proyecto de tesis es comparar la metodología PASER y la metodología PCI (índice de condición del pavimento) de la calzada de subida entre Wánchaq y San Sebastián (Paradero Santa Úrsula) e intersección Av. de la Cultura y Av. Mariscal Gamarra (Paradero Servicentro) con km 2+550 y la calzada de bajada entre Av. de la Cultura y Av. Mariscal Gamarra (Paradero Servicentro) y la intersección Wánchaq y San Sebastián (Paradero Santa Úrsula) con km 2+550 , Este enfoque califica la superficie de un pavimento en una escala que representa la calidad del servicio en la zona evaluada. La calificación se calcula examinando visualmente el pavimento en busca de defectos y midiendo cada uno de ellos.

Esta tesis se desarrolla en cinco capítulos:

**En el Capítulo I:** Se analiza el estado actual de la vía pavimentada en la calzada, examinado, los numerosos defectos de la capa de rodadura y la falta de sistema de gestión del pavimento que pueda ayudar a reparar la vía.

**En el Capítulo II:** Apoya el desarrollo de todas las investigaciones realizadas anteriormente, incluidos los estudios llevados a cabo a escala nacional y mundial, y las teorías vinculadas a la evaluación de los pavimentos.

**En el Capítulo III:** La aplicación de técnicas como PASER y PCI (índice de estado del pavimento), así como la recopilación, el tratamiento y la interpretación de los datos recogidos y los resultados de las pruebas.

**En el Capítulo IV:** Con el fin de difundir esta información al mayor número posible de personas, se presentan tanto los resultados descubiertos en el transcurso del estudio como las posibles soluciones a cada problema.

**Y el Capítulo V:** La formulación de métodos de intervención, que incluyan discusiones y sugerencias adecuadas basadas en la investigación.



## CAPÍTULO I

### PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

#### 1.1. Identificación del Problema

##### 1.1.1. Descripción del Problema

La Av. de La Cultura fue asfaltada en el año 2001 según información de la Municipalidad Distrital del Cusco, teniendo una vida útil de 20 años y que está ya habría pasado la vida útil antes mencionado, el Mantenimiento de la Av. La cultura se hace anualmente y rutinario siendo responsable el Área de Mantenimiento de vías – Municipalidad del Cusco, en la construcción de la Av. La Cultura se realizó la colocación de geo membranas por debajo de la carpeta asfáltica y a la fecha, se observa en campo, Grietas longitudinales, Grietas transversales, Piel de cocodrilo, Grietas en Bloque, Huecos y Ahuellamientos, que son las fallas más visibles. Estas fallas son indicadores de que la superficie del pavimento necesita una evaluación y tratamiento inmediato, ya sea un Mantenimiento rutinario o periódico.

Mediante una inspección visual de la calzada de estudio se pudo observar, ancho promedio de la calzada 10.5m, ancho promedio de veredas de ambos lados 1.8m, la carpeta de rodadura es de pavimento flexible, número de vehículos promedio 6490 vehículos por hora, daremos una alternativa para poder dar el costo de operación. También se debe tener en cuenta el impacto económico, cuando la calzada está deteriorada ocasiona que los vehículos disminuyan la velocidad y gasten más los neumáticos, combustible y los usuarios pierdan mas tiempo en la llegada a sus destinos de trabajo

El mantenimiento rutinario anual que se le da a esta vía ya no es suficiente para resolver los problemas de deterioro de zonas en forma masiva. El mantenimiento rutinario consiste en el parchado de hueco y hundimientos que se presentan en tiempo de lluvias básicamente. No se tiene récord de una intervención a nivel de manteamiento periódico.

#### **Calzada de subida:**

Inicio: Limite entre Wánchaq y San Sebastián: 19 L 181504.39 Este, 8502592.46 Norte (Sentido Subida E – O).

Final: Intersección Avenida de la cultura con Avenida Mariscal Gamarra: 19 L 179028.99 Este, 8503238.98 Norte (Sentido Subida E – O).



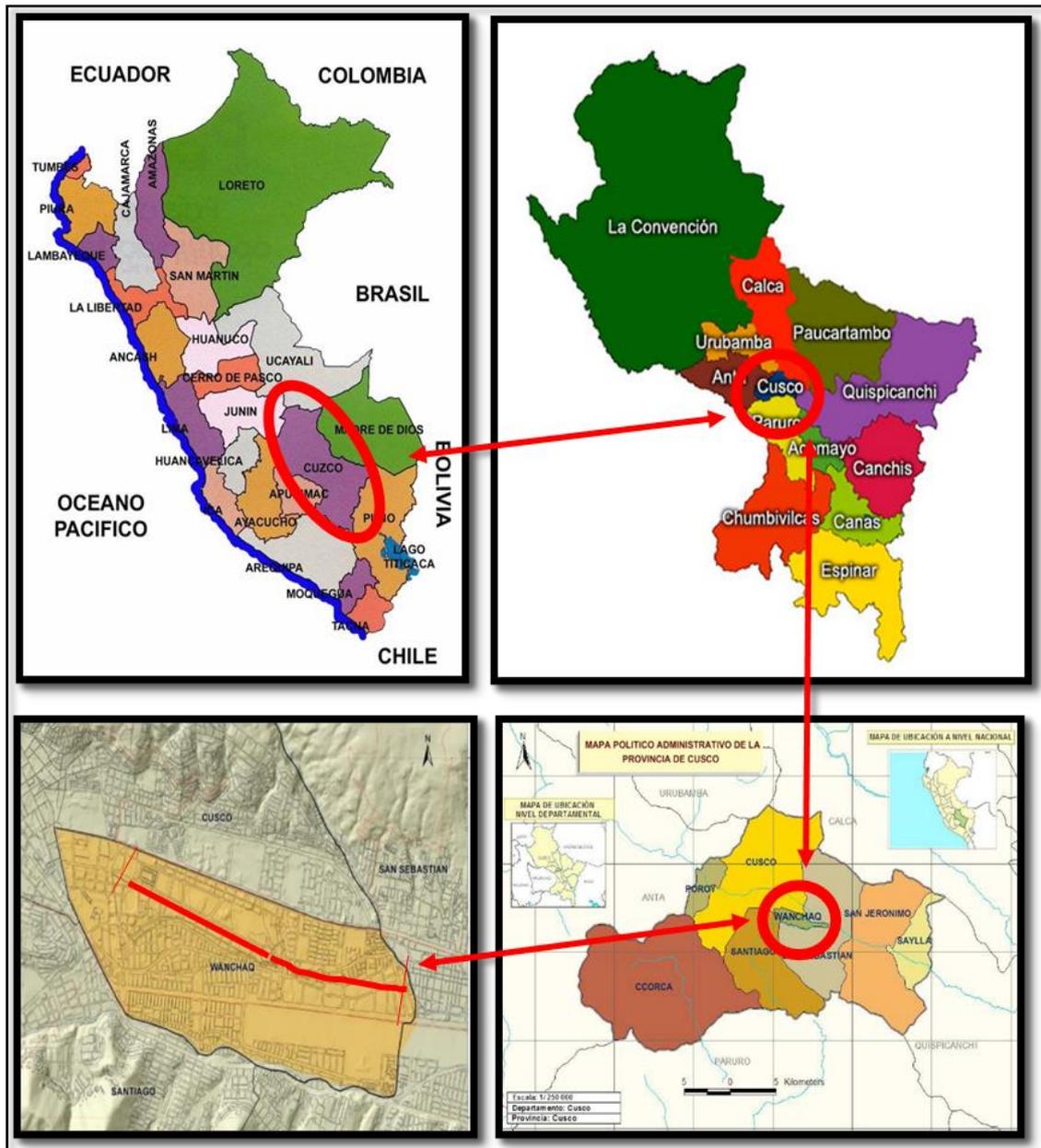
### Calzada de bajada:

Inicio: Intersección Avenida de la cultura con Avenida Mariscal Gamarra: 19 L 179025.51 Este, 8503227.04 Norte (Sentido Bajada O – E).

Final: Limite entre Wánchaq y San Sebastián: 19 L 181502.73 Este, 8502573.84 Norte (Sentido Bajada O – E).

**Figura 1**

*Localización y Macro Localización, Av. de la Cultura*



Fuente: Adaptación INDECI.

**Figura 2**

*Ubicación Geográfica del Lugar de Estudio- Av. De la Cultura*



*Fuente:* Google Earth – Adaptación de Autor

**Tabla 1**

*Calzada en Estudio*

Calzadas	Zona	Inicio			Fin		
		Este	Norte	Elevación	Este	Norte	Elevación
Paradero Úrsula-Paradero Servicentro (Subida)	Santa 19L	181489	8502585	3324	179028	8503235	3365
Paradero Servicentro Paradero Úrsula (Bajada)	- 19L	179026	8503222	3366	181489	8502574	3321

*Fuente:* Elaboración Propia.



**Figura 5**

*Fisuras Longitudinales y Transversales – Frente a la Universidad - Unsaac*



*Fuente:* Elaboración Propia.

**Figura 6**

*Huecos – Paradero Amauta*



*Fuente:* Elaboración Propia



**Tabla 2**

*Longitud de Vías a Evaluar*

Vía	Calzada	Inicio	Fin	Distancia
Av. De la Cultura	Subida	Límite entre Wánchaq y San Sebastián	Intersección Av. De la Cultura y Av. Mariscal Gamarra	2550m
Av. De la Cultura	Bajada	Intersección Av. De la Cultura y Av. Mariscal Gamarra.	Límite entre Wánchaq y San Sebastián	2550m

*Nota:* Tramo de estudio con las intersecciones de vías a evaluar.

### **1.1.2. Formulación Interrogativa del Problema**

#### **1.1.2.1. Formulación interrogativa del problema general.**

¿Cuál es el análisis Comparativo del Índice de Condición de Pavimento en la Av. la Cultura Entre San Úrsula Y Mariscal Gamarra por los Métodos PASER Y PCI Año 2022?

#### **1.1.2.2. Formulación interrogativa de los problemas específicos.**

##### **a) Problema Específico 01**

¿Cuál es la densidad de fallas en el pavimento de la Av. en La Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los Métodos PASER y PCI año 2022?

##### **b) Problema Específico 02**

¿Cuáles son los tipos de fallas más relevantes del Pavimento en la Av. de La Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra Según los Métodos PASER y PCI año 2022?

##### **c) Problema Específico 03**

¿Cuál es el índice de severidad del pavimento en la Av. la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI año 2022?



## **1.2. Justificación e Importancia de la Investigación**

### ***1.2.1. Justificación técnica***

El estudio de este tema desde el punto de vista de la ingeniería conducirá al estudio del análisis comparativo de los índices de condición de los pavimentos utilizando los métodos PASER y PCI, especialmente para identificar, calificar y recomendar el tipo de mantenimiento que se debe aplicar en función de los resultados de dicho estudio.

El estudio del estado superficial del pavimento flexible de la Av. de la Cultura desde el límite entre San Sebastián y Wánchaq como punto de partida y la intersección de la Av. de la Cultura y Mariscal Gamarra como punto final de estudio utilizando los métodos PASER y PCI, revelara el estado del pavimento y proporcionara una evaluación comparativa de su efectividad.

### ***1.2.2. Justificación Social***

Los principales destinatarios de este estudio serán los estudiantes de ingeniería civil, Gobiernos locales, Regionales y Ministerios especializados en dicho estudio que pueden profundizar dicha investigación, personas nacionales y extranjeras que vienen a visitar a la ciudad del cusco.

La investigación también fomenta la evaluación de los pavimentos, para los que existen muy pocas obras comparables y que tienen un impacto significativo en las organizaciones regionales y locales.

### ***1.2.3. Justificación de la Viabilidad***

Esta tesis se basa en una investigación comparativa del índice de condición del pavimento en la Av. de la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra utilizando las técnicas PASER y PCI que se basa en un método que no presenta dificultades de aplicación, es económico y no requiere el uso de equipos o aparatos especializados.

Se utilizaron los manuales PCI-ASTM-D-6433, Asphalt PASER Manual y Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial – Fallas de los Pavimentos Asfálticos 2018, porque son las que más se asemejan y son las que más utilizan para los estudios correspondientes.



#### **1.2.4. Justificación por Relevancia**

Reconociendo que el crecimiento regional y nacional es un proceso continuo, que la economía de Cusco se está desarrollando y que el turismo es una de sus principales fuentes de ingresos, y que para que esto ocurra, las redes viales deben estar en buen estado y someterse a un mantenimiento rutinario para evitar daños tanto a la población local como a la extranjera.

La importancia de aplicar este análisis comparativo es poder clasificar y dar recomendaciones del tipo de Mantenimiento de acuerdo a los resultados obtenidos.

#### **1.3. Limitaciones de la Investigación**

- a) El análisis comparativo del índice de condición de pavimento solo se da a nivel superficial, más no estructural.
- b) El ámbito de estudio es exclusivamente para pavimentos flexibles.
- c) Por ser objeto de otro tipo de investigación, las repercusiones de los fallos en el pavimento flexible geométricamente planificado sobre el que se construyeron las carreteras no se tuvieron en cuenta a lo largo de la investigación.

#### **1.4. Objetivos de la Investigación**

##### **1.4.1. Objetivo General**

Determinar el análisis comparativo del índice de condición de pavimento en la Av. Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI año 2022.

##### **1.4.2. Objetivos Específicos**

###### **a) Objetivo Específico 01:**

Determinar la densidad de falla en el pavimento de la Av. Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI año 2022.

###### **b) Objetivo Específico 02:**

Determinar los tipos de fallas más relevantes en el pavimento de La Av. Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra según los métodos PASER y PCI año 2022.



**c) Objetivo Específico 03:**

Determinar cuál es la dirección de calzada más crítica en el pavimento de la Av. Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI año 2022.



## CAPÍTULO II

### MARCO TEÓRICO

#### 2.1. Antecedentes de la Tesis o Investigación Actual

##### 2.1.1. Antecedentes a Nivel Internacional

**Título:** “Estudio de fallas que presenta la carpeta asfáltica con alternativas solución diagnostico PCI en la vía Sasay Cantón Santa Ana”

**Autor:** Bach. Diego Armando Macías Navarrete.

**Institución:** Universidad Estatal del Sur de Manabí

**Fecha:** 2019.

**Lugar:** Manabí, Ecuador.

#### **Resumen:**

Para llevar a cabo un estudio informativo preciso, se examinaron varios documentos y modelos de investigación y se utilizó el método de evaluación PCI. El objetivo de este estudio es identificar los fallos de la capa asfáltica para proporcionar un informe completo de las razones probables y, en consecuencia, aportar soluciones, El estado de la calzada de seis kilómetros de longitud y cinco metros de ancho de Sasay se evaluó mediante un método de identificación ASTM D6433-07. Averigüe el estado de la calzada. A continuación, examine los datos recogidos y anote los resultados en una hoja de campo para cada unidad de muestreo. Esto demostrará que la calzada de Sasay no está en buen estado, lo que afecta a la calidad del tránsito de vehículos debido a defectos como la piel de cocodrilo, la exudación, el parchado, los agujeros, el ahuellamiento y el desprendimiento. Finalmente, se determinó que la carretera de Sasay se encuentra en mal estado y se recomendó su reconstrucción.

#### **Conclusiones:**

- Los formatos especificados por la norma ASTM D 6433-07 para la recogida de datos de campo establecen los requisitos para obtener información suficiente para confirmar los diferentes fallos estructurales y superficiales existentes causados por los pavimentos flexibles.



- Según la Tabla I de este proyecto, la técnica PCI fue capaz de detectar una carretera en mal estado, y con un diagnóstico de 30 (malo) sobre 100 (excelente), ya está en marcha la construcción de una nueva estructura para restablecer la calidad del servicio.
- El deterioro de la carretera se debe a la falta de mantenimiento y a un drenaje inadecuado, lo que dio lugar a una serie de desperfectos como piel de cocodrilo, grietas longitudinales, roderas y baches, entre otros.

#### **Aporte Directo:**

Esta tesis nos ayudó a utilizar la normativa ASTM D 6433-07 para poder recoger datos de acuerdo al tipo de fallas que presenta el pavimento flexible, lo cual también nos sirvió como guía para todo el procedimiento y la cual nos propuso herramientas de estrategias de gestión para el pavimento flexible, también nos ayuda de un adecuado uso de las tablas de los valores deducidos en comparación con los otros antecedentes.

**Título:** **“Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí”**

**Autor:** Mgt, Arq. Byron Simón Baque-Solis

**Presentada:** Revista Científica

**Fecha:** **Recibido: 29 de enero de 2020, Aceptado: 25 de febrero de 2020, Publicado: 16 de abril de 2020**

**Lugar:** Manta, Ecuador

#### **Resumen:**

El objetivo de este estudio fue conocer el estado del pavimento flexible en el tramo II de la vía Puerto Aeropuerto en Manta, provincia de Manta. Se utilizó la observación como medio de recolección de datos para encontrar y elegir la parte a estudiar. Como herramienta para la aplicación de la técnica de PCI se utilizó un formulario de registro de fallas. El redondel Parque del Marisco tiene 3600 metros (m) de longitud y 17.5 metros de ancho, y está situado entre el redondel del Aeropuerto y la población de estudio. Los resultados muestran que el estado de la pieza analizada recibió una puntuación de 49, lo que la sitúa en la categorización Regular del índice PCI. Según el grado de ocurrencia,



esta técnica identificó 12 tipos diferentes de fallos entre las 26 unidades de muestra examinadas: El desprendimiento de áridos fue del 78,28%, la piel de cocodrilo fue del 4,51%, los áridos pulidos fueron del 4,11%, las grietas en bloque fueron del 3,96%, las grietas longitudinales y transversales fueron del 3,24%, el parche fue del 2,27%, la grieta de borde fue del 1,35%, la subida y bajada fue del 0,84%, el bache fue del 0,65%, la depresión fue del 0,40%, la ondulación fue del 0,36% y la hinchazón fue del 0,03%. Entre las conclusiones de la investigación figura que la carretera necesita tanto mantenimiento menor como mayor, realizándose este último a lo largo de todo un tramo si ya se han realizado trabajos de mantenimiento menor. De todos los tipos de fallo encontrados en la ruta del estudio, sólo uno tiene un porcentaje significativo: el desprendimiento de áridos.

### **Conclusiones:**

La utilización de la técnica PCI ha permitido concluir que la carretera Puerto-Aeropuerto (tramo II) tiene un PCI de 49, lo que indica que su estado es satisfactorio. Del mismo modo, utilizando este enfoque, se descubrió que las 26 unidades de muestra analizadas presentaban 12 tipos diferentes de fallos, que se enumeran en el siguiente orden de frecuencia: 78,18% de desconchados de áridos; 4,51% de piel de cocodrilo; 4,11% de áridos pulidos; 3,96% de grietas en bloque. Grietas longitudinales y transversales: 3,24 %; Parche: 2,27 %; Grieta de borde: 1,35 %; Subida y bajada: 0,84 %; Protuberancia: 0,65 %; Depresión: 0,40 %; Ondulación: 0,36 %; Hinchazón: 0.03%. Igualmente se determinó que la falla encontrada con mayor frecuencia fue las 26 unidades de muestra presentaban diferentes densidades de desprendimiento de áridos con grados de gravedad bajo y moderado, pero todas presentaban este tipo de fallo. Asimismo, los problemas más graves de la capa de rodadura de la carretera Puerto-Aeropuerto (tramo II) son los siguientes Separación de áridos, piel de cocodrilo y fisuras longitudinales y transversales. Por el contrario, el 27% de las unidades de muestreo que fueron reparadas tienen un pavimento en muy buen estado, y el mismo número de unidades de muestreo que fueron reparadas tienen un pavimento en buen estado. A continuación, el 19% de las unidades de muestra tienen un firme en mal estado, el 15% de las unidades de muestra tienen un firme en muy mal estado y el 12% de las unidades de muestra tienen un firme en buen estado. No se encontraron pavimentos defectuosos.

En relación con lo anterior, las intervenciones aconsejadas fueron el mantenimiento menor y el mayor, realizándose este último en todo un tramo si previamente se había realizado un mantenimiento menor. Esto es debido a que, de todos



los tipos de falla presentes en la carretera estudiada, sólo el "Desprendimiento de áridos" tiene valores superiores a 300 m<sup>2</sup>, constituyendo la única falla con valores superiores a 300 m<sup>2</sup>. Como resultado, la mayoría de los fallos detectados en las 26 unidades de muestra son atribuibles a las cargas del tráfico; las variaciones de temperatura en el asfalto también desempeñan un papel importante en la formación de grietas.

**Aporte Directo:**

El aporte de esta tesis nos ayuda a poder tener estrategias de conservación más eficiente y adaptación a la realidad, también nos ayuda a como se debe de actuar cuando tenemos vías de más de 17.5m de ancho de longitud, la metodología del PCI según antecedentes internacionales recomienda su uso por ser una metodología más completa y precisa por interactuar con tablas que ayudan a una mejor precisión.

**Título:** “Metodología para la evaluación de vías rurales, considerando la regularidad superficial de pavimentos flexibles: estudio caso vía santa rosa –bellavista – la avanzada del cantón santa rosa, provincia de el oro”

**Autor:** Bach. Cristóbal Leonardo Tene Narváez

**Institución:** Universidad Técnica de Machala

**Fecha:** 2022

**Lugar:** Machala, Ecuador

**Resumen:**

En este estudio se utilizaron los índices PCI, IRI y PSI para medir la calidad, uniformidad y facilidad de uso de los pavimentos flexibles y poder así clasificar las carreteras rurales. Parte del método utilizado para evaluar las carreteras rurales consiste en examinar los índices PCI, IRI y PSI. El primer paso de la planificación consistió en obtener información sobre la ruta, los suministros o el equipo y el material de seguridad personal. Después, se realizó el trabajo de campo utilizando la norma ASTM D6433 y el enfoque PCI para encontrar cualquier fallo existente. Utilizando la aplicación IRI para smartphones, también se recopilaron los valores IRI para evaluar la coherencia de los datos. El PSI se calculó utilizando el valor medio del IRI, y se determinó su capacidad de servicio. Una vez recogidos los valores definitivos de cada uno de los índices, se



evaluaron los datos para poder tomar una decisión sobre la reparación de la carretera que debía realizarse.

Para evaluar la eficacia del concepto, se aplicó a la carretera Santa Rosa - Bellavista - La Avanzada, que arrojó calificaciones PCI de 58, lo que indica que la carretera es Buena. Mientras que el IRI fue recolectado utilizando la aplicación IRI para Smartphone, el procesamiento de sus datos arrojó un resultado de 3,68 metros por kilómetro y una calificación de Buena por su consistencia. Utilizando el valor del IRI medio, calculamos el PSI, que dio como resultado un valor de 3,16 y una calificación de utilidad de Buena.

Una vez que se ha determinado que el estado de la carretera es satisfactorio, se presenta una solución. Debe realizarse un mantenimiento rutinario (MR), que incluye el parchado de la superficie y el sellado de grietas, además de la limpieza de las obras de drenaje y la poda de la vegetación.

#### **Conclusiones:**

- Tomando como ejemplo la carretera Santa Rosa Bellavista La Avanzada, describimos los fallos actuales del pavimento flexible. Con base en la observación directa y el muestreo de campo, la carretera fue calificada como satisfactoria de acuerdo con la norma ASTM D6433, que dice que las carreteras con valores entre 56 y 70 son buenas. En este caso, el valor del PCI es 58.
- Los fallos más comunes en toda la longitud de la vía férrea, según el índice PCI, son la piel de cocodrilo (37%), las grietas longitudinales y transversales (30%), el agrietamiento en bloque (15%), el pandeo y hundimiento (12%) y el parchado (6%).
- El estado total de la carretera estudiada es un 20% excelente, un 47% bueno, un 20% regular y un 13% malo.
- Para la evaluación del IRI, recopilamos datos de 7.643 kilómetros utilizando la aplicación para smartphones del IRI, lo que arrojó una media de 3,76 metros por kilómetro para el carril derecho y de 3,6 metros por kilómetro para el carril izquierdo. Al promediar estos valores, obtuvimos el valor IRI de 3,68 metros por kilómetro, que, al calificarlo, dio como resultado una carretera en Buen estado, ya que los rangos están entre 3,2 y 3,9 metros por kilómetro según ASTM E-19.



- Se creó una tabla comparativa entre el IRI original en el momento de la entrega de la obra (2014) y la investigación actual, revelando que la pérdida de rugosidad y serviciabilidad se ha producido al crecer los valores de 0,65 a 3,68 m/km.
- Con los valores medios del IRI, se calculan los valores del PSI utilizando cuatro fórmulas que relacionan el IRI con el PSI, lo que da un resultado de 3,16 y satisface los requisitos para una capacidad de servicio aceptable, dado que los umbrales de cualificación se sitúan entre 3 y 4.
- Se ha creado un método de evaluación de las carreteras rurales con firmes flexibles que tiene en cuenta los índices PCI, IRI y PSI, que puede consultarse en el capítulo 3. La investigación y el análisis de la calidad de las carreteras utilizando los procesos de este enfoque generan las siguientes conclusiones.: Calidad muy buena, regular, mala y muy mala.
- Se decide que el Mantenimiento de Rutina (MR) debe realizarse en las regiones que se encuentran en buen y muy buen estado, el Mantenimiento Periódico debe realizarse en las partes que se encuentran en estado Regular, y la Rehabilitación debe realizarse en las superficies que se encuentran en muy mal estado.
- El costo promedio del Mantenimiento Rutinario (MR) para esta carretera en Buen estado es de \$12,156.02588 por kilómetro.

#### **Aporte Directo:**

La investigación mencionada anteriormente determino la utilización del PCI para los cálculos de unidad de muestra que superan los 7.3m de ancho de vía, que esta nos ayuda a poder dar inicio de los cálculos en nuestro tramo de estudio, también nos ayuda a las recomendaciones de mantenimiento rutinario y periódico en pavimentos flexibles, con respecto al valor de confiabilidad de muestras daremos un valor mayor de 95%.

#### **2.1.2. Antecedentes a Nivel Nacional**

**Título:** **“Investigación del Índice de Condición de Pavimento Flexible en la Av. San Luis, Distrito de Viru, Provincia de Viru - La Libertad 2019”**

**Autores:** **Bach. Benites Ascate Deyver Jair,**  
**Bach. Castillo Blas Antony Paul**

**Institución:** **Universidad Privada Antenor Orrego**

**Fecha:** **2019**



**Lugar:** La Libertad, Perú

**Resumen:**

La utilización del Método PCI para la Evaluación Superficial de Pavimentos Flexibles se realizó con el objetivo de alcanzar la meta de este esfuerzo de estudio, que es adquirir un indicador que permita determinar el deterioro o condición del pavimento flexible en la AV. SAN LUIS, DISTRITO DE VIRU, El índice de estado del firme (PCI) es una herramienta que se utiliza para determinar qué plan de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción es el más adecuado para el estado del firme flexible. Este método fue desarrollado por la National Highway Traffic Safety Administration. Pavement Condition Index (PCI) es una técnica que fue establecida por el Ingeniero Luis Ricardo Vázquez Varela y se basa en la norma ASTM D643303. Según la información presentada en su guía, es la forma más completa de evaluar y clasificar objetivamente los firmes. Ha sido publicada por la ASTM como técnica de análisis y aplicación, además de haber recibido el reconocimiento formal como procedimiento operativo estándar. El nivel de conservación del DISTRITO DE VIRU está calificado como "MALO" con un ICP de 31,17 según la evaluación superficial de firmes flexibles que se realizó mediante la técnica del Índice de Estado del Pavimento.

**Conclusiones:**

- El examen del estado de conservación de la Avenida de San Luis arrojó un PCI de 31,17, que se considera en un estado de conservación MALO según el rango del Manual de Aplicación del PCI.
- Los diferentes tipos de fallo que se observaron en la zona investigada se catalogaron de la siguiente manera: desconchamiento de áridos, que se produce el 17,8% de las veces, piel de cocodrilo, que se produce el 6,4% de las veces, parcheado, que se produce el 1,7% de las veces, agrietamiento en bloque, que se produce el 1,5% de las veces, huecos, que se producen el 0,6% de las veces, y grietas longitudinales y transversales, que se producen el 0,1% de las veces.
- Se eligieron al azar 13 muestras en total, respetando las directrices de selección indicadas en las secciones 3.2 y 3.3 del Manual de ICP. Teniendo en cuenta los factores enumerados en la sección 3.4 del Manual de ICP, se eligieron tres muestras más.



**Aporte Directo:**

El aporte de este antecedente en la tesis es la utilidad del método PCI, el procedimiento que se debe de tener para poder llegar a un determinado mantenimiento y rehabilitación o reconstrucción que debe tener un pavimento flexible, en cuanto a las tablas a utilizar nos ayuda de manera exitosa, en cuanto a las recomendaciones un pavimento nuevo tiene como vida útil según diseño de hasta los 20 años y en nuestro caso el tramo de estudio ya superaría los 20 años de vida útil sugiriendo un mantenimiento.

**Título:** “Evaluación del Estado del Pavimento Flexible según el Índice de Condición del Pavimento (pci), de la carretera cp. Huambocancha Baja – Cp. el Batán, Provincia de Cajamarca - 2015”

**Autor:** Bach. Melissa Jackeline Campos Diaz

**Institución:** Universidad Nacional de Cajamarca

**Fecha:** 2017

**Lugar:** Cajamarca, Perú

**Resumen:**

El asfalto de la carretera Huambocancha Baja-El Batán está empeorando debido al uso, los factores ambientales, la forma en que se construyó y cómo se diseñó. Este fue el motivo de la presente investigación, que se inició cuando se decidió utilizar el Índice de Estado del Pavimento para medir el estado del pavimento de la carretera entre Huambocancha Baja y El Batán.

Se está estudiando un tramo de la Red Vial Nacional que une las provincias de Cajamarca y Hualgayoc. Desde el km 02+000 hasta el km 07+000, que son 5 km, se utilizó el método ICP, para conocer el Índice de Estado del Pavimento. Este tramo une las localidades de Huambocancha Baja y El Batán de una en una.

El índice de estado del firme es un método que toma valores entre 0 (mal estado) y 100 (excelente estado). 2020,2 ml se sometieron a una evaluación visual exhaustiva para llevar a cabo la presente investigación. El PCI se determinó para cada una de las 78 unidades de muestra que se examinaron. En la oficina, este procedimiento se llevó a cabo evaluando primero la gravedad de los fallos y después el PCI de las unidades de muestra.



Se concluyó que el pavimento de la ruta Huambocancha Baja-El Batán se encuentra en condiciones aceptables, con un PCI ponderado de 47,15.

#### **Conclusiones:**

- De acuerdo al Índice de Condición del Pavimento (ICP) del CP, Huambocancha Baja - CP, se ha calculado la Condición del Pavimento Flexible.
- El Batán, dando como resultado un PCI de 47,15, lo que indica que el estado del pavimento es regular.
- La carretera se clasificó como carretera de la Red Nacional de Carreteras en función de su jerarquía, como carretera de segunda clase en función de la demanda y como tipo de carretera en función de sus características orográficas.
- Cuando se examinó la vía, se encontraron los siguientes problemas: Piel de Cocodrilo, Grietas en los Bloques, Pandeo y Hundimiento, Grietas en los Bordes, Grietas Longitudinales y Transversales, Parcheo y Parcheo de Cortes de Servicios Públicos, Baches, Óxido, Intemperie y Desconchamiento de los Áridos.
- Si un pavimento tiene un ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO RANGO, el tipo de mantenimiento que debe realizarse se denomina MANTENIMIENTO CORRECTIVO - PERIÓDICO. Este tipo de mantenimiento consiste en el refuerzo y repavimentación de la calzada.

#### **Aporte Directo:**

Se considero como antecedente para la adecuada aplicación del método, teniendo en consideración todos los valores que lo califica, esta tesis nos ayuda a cómo podemos tener un nivel de confiabilidad más certero para las unidades de muestra que serán analizados, en nuestro caso se tomará las 85 unidades de muestra para una longitud de 2550 metros en el tramo de subida y otras 85 unidades de muestra en el tramo de bajada teniendo la misma longitud de 2550 metros.

**Título:** “Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible aplicando el método de PASER y PCI en la av. San Felipe-Comas 2021”

**Autor:** Bach. Alcarraz Peña, Katia Narita

**Institución:** Universidad Cesar Vallejo

**Fecha:** 2021



**Lugar:** Lima, Perú

**Resumen:**

Actualmente, el control de calidad en la construcción, mantenimiento y conservación de carreteras a nivel nacional debe ser enfatizado debido al constante deterioro y al impacto de la población en la transitabilidad. Por lo tanto, se utilizan metodologías de evaluación de pavimentos, que pueden aplicarse a avenidas, carreteras y calles. El objetivo de esta investigación es evaluar la condición del pavimento flexible utilizando las técnicas PASER y PCI. En la presente investigación, se eligió el tramo de la Avenida San Felipe Comas a ser analizado mediante las técnicas PCI y PASER, y se inspeccionó visualmente el pavimento de manera de contar con todo el equipamiento necesario (fichas y formatos) para la recolección de datos. Con los datos recolectados, los hallazgos de campo fueron procesados y evaluados en la oficina. Cada ruta está equipada con doce máquinas de muestreo. Utilización de las técnicas PASER y PCI para conocer la degradación de las superficies de asfalto y hormigón. Los resultados de la utilización de los métodos PASER y PCI para clasificar el estado de conservación del pavimento flexible. Estos resultados demuestran que el método PCI es mejor que el método PASER para conseguir un pavimento flexible.

**Conclusiones:**

- Con base en nuestra investigación, hemos determinado que la superficie de concreto asfáltico presenta variaciones estructurales y funcionales. Felipe, Comas 2021 efecto de los daños entre los diferentes daños utilizando el método PASER y PCI en la Avenida San; después de la experimentación, determinamos que el daño más representativo es de 45.04 por ciento debido a baches y parches, donde inciden procesos constructivos deficientes y/o carga de tráfico excesiva.
- Utilizando los métodos PASER y PCI para evaluar el estado de conservación del pavimento flexible, se comprobó que el 66,67% de las 12 unidades de muestra se encontraban en un estado aceptable.
- Utilizando PASER, se determinó el estado del pavimento flexible. Aunque los resultados son comparables, la técnica PCI es superior e idónea debido a su aplicación más exhaustiva.



**Aporte Directo:**

Se tomo como antecedente esta tesis para seguir los pasos de los métodos PASER y PCI, debido a que estas lo mencionan de forma clara y exacta. Así también para el correcto y adecuado uso de las tablas y formulas, también se tomó en cuenta las recomendaciones de la tesis tales como se debe de dar mantenimientos rutinarios porque estas metodologías ayudan a dar resultado certero con respecto a los pavimentos flexibles.

**2.1.3. Antecedentes a Nivel Local**

**Título:** **“Propuesta De Estrategias De Intervención Del Pavimento Flexible, Aplicando Las Metodologías Pci, Vizir Y Psi, En El Tramo Paradero Grifo Mobil–Ciencias De La Salud De La Universidad Andina De La Prolongación Av. De La Cultura – Av. Manco Capac – Prolongación Av. Manco Capac De La Ciudad Del Cusco– 2018”**

**Autor:** Bach. Condori Apaza Nelly

Bach. Goyzueta Masías Shirley Pamela

**Institución:** Universidad Andina del Cusco.

**Fecha:** 2019

**Lugar:** Cusco, Perú.

**Resumen:**

El propósito de este artículo es proponer una estrategia de intervención mediante la evaluación del Paradero Grifo Mobil - Departamento de Ciencias de la Salud, Av. condición del pavimento (método PCI, método VIZIR) e idoneidad (método PSI). de la Cultura Universidad Andina del Cusco - Av. Manco Cápac – Av. Manco Cápac; al ser esta vía la vía principal de la ciudad, existe mucho tránsito de vehículos livianos y pesados, por lo que la capa asfáltica en este tramo se ha desgastado y la superficie de la vía presenta evidentes signos de diversos defectos, los cuales requieren una intervención inmediata para su protección.

La evaluación realizada y los resultados obtenidos de los tres métodos identificaron tres tramos homogéneos, donde se propusieron estrategias de intervención para cada tramo según el Manual de Pesaje y Mantenimiento Vial. La



primera expansión de UAC, San Jerónimo Medical Post, tiene una calificación PCI de 'Bueno', una calificación VIZIR de 'General' y una calificación PSI de 'Bueno'. Se recomienda un "mantenimiento de rutina" para minimizar los daños. Para la segunda parte de la Posta médica de San Jerónimo - Av. Clorinda Matto de Turner tiene una calificación PCI de 'Muy pobre', una calificación VIZIR de 'Pobre', una calificación PSI de 'Pobre' y se recomienda un 'mantenimiento programado' y recauchutado ya que está muy dañado. Para el tercer tramo, a partir de la Av. Clorinda Matto de Turner: ubicación de Grifo Mobil que tiene una calificación PCI "General", calificaciones VIZIR de "Pobre" (arriba), "Regular" (abajo) y "Normal", se recomienda "Mantenimiento diario".

Por lo tanto, se recomienda implementar la estrategia de intervención propuesta en el último período de tiempo con el fin de mejorar el estado e idoneidad del pavimento y evitar posibles aumentos de fallas aceleradas.

### **Conclusión N°1:**

Se sustenta la subhipótesis 1, la cual establece: “Los índices de condición de los pavimentos clasificados según la norma ASTM D6433 se encuentran ubicados en el Paradero Grifo Mobil-Sección Ciencias de la Salud de la Universidad Andina del Cusco, Prolongación Av. de la Cultura, Av. Manco Cápac y luego Av. Manco Cápac tendrá un puntaje de PCI "normal" ya que la Tabla 60 muestra los valores de PCI para las diferentes secciones, UAC Sección Ciencias de la Salud

Posta Médica San Jerónimo PCI es 57.26 que es una buena calificación, Posta Médica San Jerónimo - Av. Clorinda Matto de Turner tiene un CPI de 12.76, que es una calificación muy baja, y Clorinda Matto de Turner Av. - La ubicación de Grifo Móvil tiene un PCI de 42,86, una calificación REGULAR al alza con un valor PCI de 47,12 y una calificación REGULAR a la baja con un valor PCI promedio de 40,00 en la sección UAC de Ubicación Grifo Móvil- Ciencias de la Salud. en modo general

### **Aporte Directo:**

El aporte directo de esta tesis nos ayuda en los pasos metodológicos para el análisis comparativo del índice de condición del pavimento utilizando la norma D-6433 y las recomendaciones que se pueden dar a nivel de pavimento flexible.

## 2.2. Aspectos Teóricos Pertinentes

### 2.2.1. Pavimentos

Los pavimentos están formados por capas de materiales procesados que se colocan sobre el terreno natural para repartir el peso de los vehículos sobre la subrasante. También es una superficie que debe ser segura y cómoda de transitar. Debe ofrecer un grado aceptable de calidad de rodadura, una buena tracción, una reflexión adecuada de la luz y unos niveles mínimos de ruido. (Sotil, 2012).

### 2.2.2. Tipos de Pavimentos

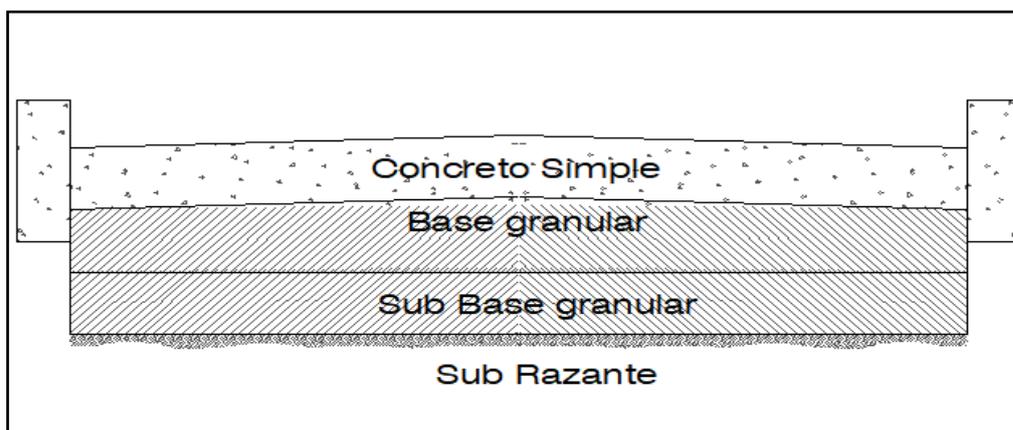
Existen cuatro tipos principales de pavimento: flexible, rígido, semirrígido y articulado. Se distinguen por su estructura y las capas que los componen. También por la transmisión de cargas y deformaciones a las capas siguientes. (Salinas, 2009).

#### a) Pavimento Rígido

Sus elementos constitutivos son losas de hormigón, armado o no armado. Este tipo de pavimento no puede alterarse en modo alguno para acomodar los desplazamientos de las capas que se encuentran bajo él. Un pavimento rígido tiene una losa lisa de hormigón sobre la subbase y éstas sobre la subrasante. Esto forma la sección transversal del pavimento rígido. Tiene una vida útil más larga pero una inversión inicial mayor que los pavimentos flexibles, pero sólo dura entre 20 y 40 años. No necesita mucho mantenimiento, sobre todo en las juntas.

#### Figura 7

*Sección Típica Transversal de Pavimento Rígido*



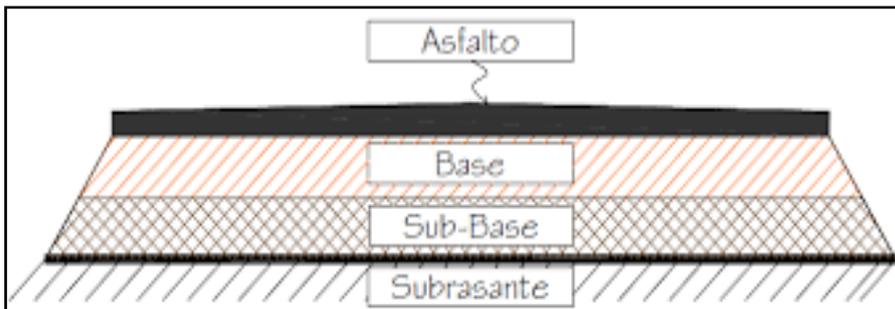
*Nota:* Identificación de secciones para un pavimento rígido

### b) Pavimento Flexible

La capa de asfalto sobre la superficie desgastada permite que las capas inferiores se muevan ligeramente sin provocar el colapso de la estructura. Capas de subbase, base granular y asfalto componen este pavimento. Al principio cuesta menos construirlo y dura entre 10 y 15 años. Necesita un mantenimiento regular para seguir funcionando durante mucho tiempo.

**Figura 8**

*Sección Típica Transversal Pavimento Flexible*



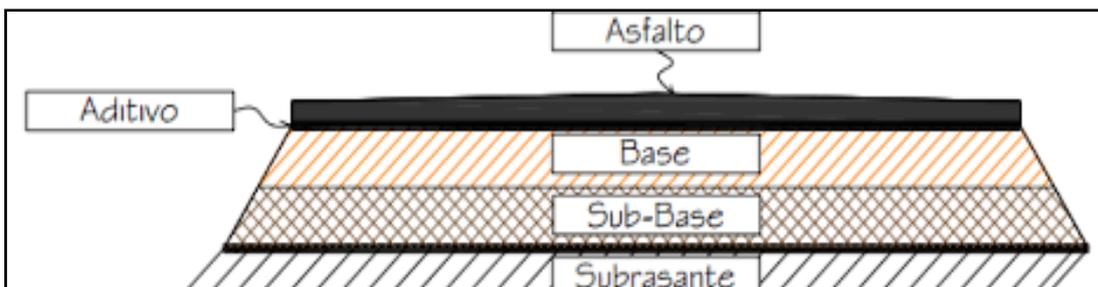
*Fuente:* (Salinas, 2009).

### c) Pavimentos Semi-Rígidos

Se construyen igual que los pavimentos flexibles, pero una de las capas se endurece añadiéndole asfalto, cal, cemento, emulsiones o productos químicos. Esto hace que el suelo sea más resistente para que pueda soportar más peso. Los pavimentos compuestos pertenecen a este grupo. Tienen capas de pavimento flexible y duro, con la capa flexible encima y la capa dura debajo.

**Figura 9**

*Sección Típica Transversal Pavimento Semi-Rígido*



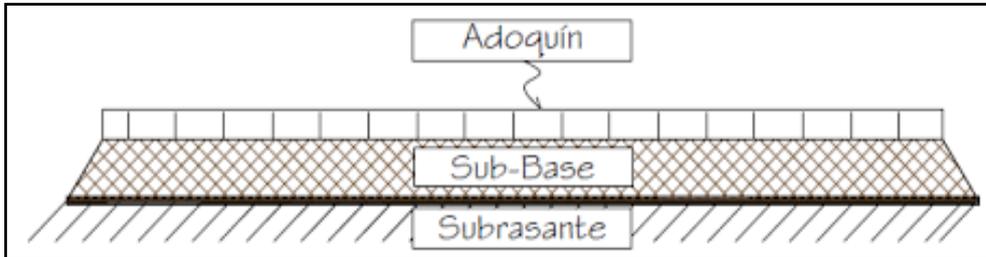
*Fuente:* (Salinas, 2009).

#### d) Pavimentos Articulados

Las capas de rodadura están formadas por bloques de hormigón prefabricados del mismo tamaño y grosor. Se colocan sobre una fina capa de arena que se pone encima de una capa de grava, que se denomina capa de subrasante.

**Figura 10**

*Sección Típica Transversal Pavimento Articulado*



*Fuente:* (Salinas, 2009).

#### 2.2.3. Conformación del Pavimento

Dado que el tema son los pavimentos flexibles, detallaremos las capas que los componen en la siguiente sección. (Arias, 2015)

##### a) Sub rasante

Tierra natural que soporta toda la construcción del pavimento; no es un componente de la estructura en sí. Estos suelos de subrasante serán aceptables y estables, con un CBR igual o mayor a 6%. Si la subrasante es insuficiente (pobre o inadecuada), será necesaria la estabilización del suelo. Será importante estudiar diversos métodos de estabilización, existe la estabilización mecánica, la sustitución del suelo, la estabilización química del suelo y la estabilización geosintética, para encontrar la mejor solución posible desde el punto de vista técnico y económico. Esto puede lograrse estudiando diversas técnicas de estabilización o también utilizando la tierra que ya existe.

##### b) Sub-base

Se trata de una capa de material de cierto grosor que sostiene la base y el aglutinante. También actúa como capa de drenaje y controla el movimiento del agua a través de los capilares. Dependiendo del tipo, forma y tamaño del pavimento, esta capa se puede quitar. Esta capa puede ser de material granular CBR mayor o igual a un 40%, asfalto, cal o cemento.



**c) Base granular**

Esta capa, situada debajo de la capa de rodadura, se encarga en gran medida de sostener, distribuir y transferir las cargas del tráfico. Esta capa debe estar compuesta por material granular (CBR mayor o igual a 80%) o material tratado con asfalto, cal o cemento. En consecuencia, la granulometría y la calidad de esta capa deben ser superiores a las de la subbase.

**d) Carpeta asfáltica**

Se coloca encima de la cimentación granular como capa superior del pavimento flexible y sirve de soporte directo para el tráfico. Debe ofrecer fricción, suavidad, reducción del ruido y drenaje, lo que la convierte también en la capa de mayor pendiente.

**2.2.4. Ciclo de vida de los Pavimentos**

Para mostrar el ciclo de vida del pavimento, omitiendo el mantenimiento y la rehabilitación, puede utilizarse una curva de comportamiento, que ilustra cómo cambia la calidad del firme a lo largo del tiempo. En esta curva pueden observarse cuatro etapas, que se describen a continuación: (Gamboa, 2009)

**a) Construcción**

El pavimento está en excelente estado y responde a las expectativas de calidad de los beneficiarios. El pavimento se ha deteriorado con el tiempo, aunque a este nivel, la erosión es apenas visible e imperceptible para los usuarios. Por lo general, la superficie desgastada es la que sufre más daños por las condiciones meteorológicas y el tráfico. Para minimizar la degradación o el desgaste, es esencial aplicar una serie de métodos de mantenimiento y conservación, ya que, de lo contrario, la vida útil del pavimento disminuye considerablemente. El costo anual de mantenimiento de la carretera, que sigue estando en excelente estado y prestando un servicio eficaz a los beneficiarios, oscila entre el 0,4% y el 0,6% del costo de construcción original. El estado de la carretera oscila entre bueno y medio.

**b) Deterioro acelerado**

Los componentes del pavimento se deterioran con el tiempo y la resistencia al tráfico se reduce. La estructura básica del pavimento se ha debilitado, como demuestran



los fallos visibles de la superficie. A medida que aumenta el ritmo de destrucción, este periodo es corto. El estado de la carretera varía de aceptable a malo.

**c) Deterioro total**

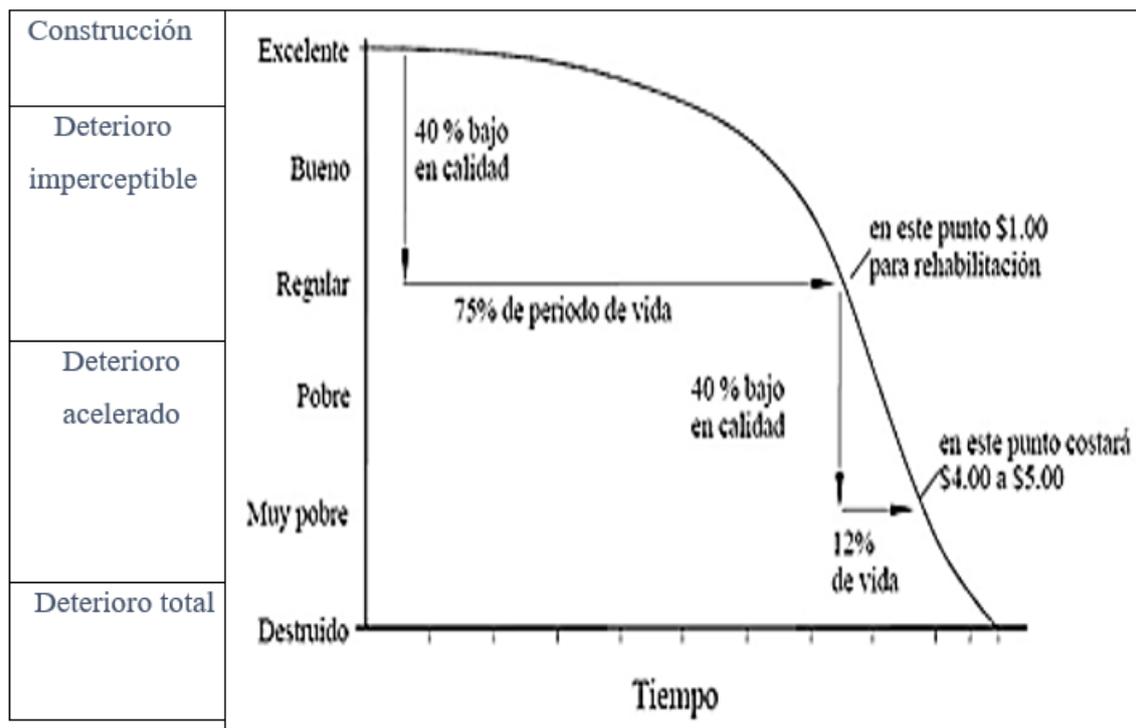
Esta fase puede durar muchos años e indica una degradación general del pavimento. La transitabilidad se reduce y los vehículos experimentan daños en sus neumáticos, ejes, etc. El costo de utilizar un coche aumenta y la ruta se vuelve intransitable para los automóviles.

Como ya se ha explicado, los pavimentos están sujetos a una degradación continua debida a fuerzas externas como la lluvia, el tráfico, etc., que puede dar lugar a una superficie inaccesible. La degradación de los pavimentos abarca desde una fase inicial de deterioro muy indetectable hasta el deterioro completo.

Es significativo destacar que un pavimento en condiciones aceptables o mejores sigue siendo apto para el uso. La degradación de la calidad estructural y funcional de los pavimentos a lo largo del tiempo se observa en la Figura 11.

**Figura 11**

*Ciclo de Vida de los Pavimentos*

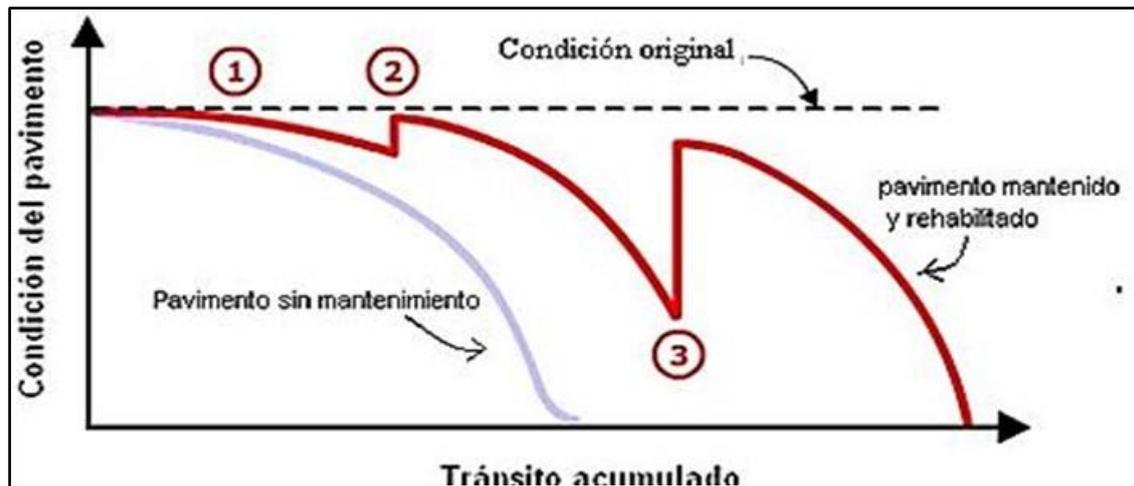


Fuente: (Sanchez, 2012).

Es importante saber que el índice de capacidad de servicio o el índice de estado del pavimento puede determinar la condición. El deterioro del pavimento también puede calcularse utilizando factores distintos del tiempo, como el número de ejes equivalentes y el tráfico total, la cual nos permitirá graficar la degradación de este. La figura 12 también muestra cómo las reparaciones rápidas y el mantenimiento pueden hacer que los pavimentos duren más.

**Figura 12**

*Ciclo de Vida de los Pavimentos con Mantenimiento y Rehabilitación*



Fuente: (Sanchez, 2012).

La línea roja muestra lo bien que funciona una carretera después de haber sido rehabilitada y conservada. La curva gris muestra el funcionamiento de una carretera sin intervención. La línea roja muestra tres puntos que se explicarán en la siguiente sección:

- En el punto 1 el pavimento se degrada menos rápido como consecuencia del mantenimiento.
- En el punto 2 para rehabilitar el estado del pavimento, primero se realizan trabajos de reparación.
- Por último, en el punto 3, se lleva a cabo una segunda acción de rehabilitación, que devuelve el pavimento a un estado cercano al que tenía cuando se construyó.

La cuestión del mantenimiento y la reparación del pavimento se tratará en la sección siguiente.



### **2.2.5. Fallas en los Pavimentos**

“Los cambios en la superficie de rodadura de los pavimentos flexibles, que pueden deberse a diversas causas, hacen que la circulación del tráfico sea menos segura, cómoda y rápida ahora y en el futuro” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014, pág. 155).

Las dos categorías de fallos del pavimento son los fallos superficiales o funcionales y los fallos estructurales.

#### **2.2.5.1. Fallas estructurales.**

Los problemas estructurales del pavimento, que pueden afectar a una o varias capas del mismo y provocar su rotura, son la causa fundamental del problema, según afirma el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014).

El pavimento actual debe reforzarse para reparar este tipo de fallos y permitir que el paquete estructural soporte el peso del tráfico.

#### **2.2.5.2. Fallas superficiales o funcionales.**

Según Ministerio de Transportes y Comunicaciones, (2014); Se trata de defectos en la capa superficial del pavimento que no están relacionados con la integridad estructural del mismo.

Nivelando la superficie y añadiendo la rugosidad y la impermeabilización necesarias, se puede arreglar. Para ello se utiliza asfalto en capas finas. pág. 156

### **2.2.6. Factores a Considerar en el Diseño de Pavimentos**

#### **2.2.6.1. Transito|**

Las cargas por eje más pesadas previstas en el carril de diseño propuesto son relevantes para el dimensionamiento del pavimento, ya que influirán en la estructura del firme de la carretera a lo largo del período de diseño elegido.

La mayor parte del cálculo se basa en cómo ha cambiado el pavimento a lo largo del tiempo debido a las repetidas cargas de conducción. Además, hay que pensar en cosas como las presiones máximas de contacto, las deformaciones tangenciales en partes aisladas, la velocidad del vehículo y la canalización del tráfico, entre otras cosas.



### **2.2.6.2. La Sub - Razante**

Habrá una diferencia significativa en la calidad de la capa dependiendo de si el espesor del pavimento es rígido o flexible. Puede evaluar esta capa teniendo en cuenta su capacidad portante o su resistencia a la deformación por esfuerzos cortantes bajo cargas de tráfico. Es importante tener en cuenta ambos parámetros.

Es esencial tener en cuenta la susceptibilidad del suelo a la humedad, tanto en términos de su resistencia como del potencial de cambios en el volumen de un suelo de subrasante expansivo. Tales cambios pueden causar graves daños a las estructuras que se apoyan en el suelo.

Por ello, hay que procurar minimizar los cambios de humedad del suelo al crear un pavimento sobre este tipo de suelo, lo que exige pensar en la impermeabilización de la construcción.

En nuestra zona, la estabilización del suelo con cal ha dado los mejores resultados cuando se trata de este tipo de suelo con una adición.

### **2.2.6.3. El Clima**

Las precipitaciones y las variaciones de temperatura son los elementos que más efectos tienen sobre un pavimento. La cantidad de precipitación que cae tiene una influencia directa en la altura de la capa freática, que a su vez tiene un efecto en la resistencia a la tracción, la compresibilidad y los cambios volumétricos de los suelos de la subrasante. Varios procesos asociados al desarrollo de capas granulares y asfálticas también se ven afectados por este aspecto. Las losas rígidas del pavimento experimentan tensiones muy elevadas como consecuencia de las variaciones de temperatura, que en determinadas situaciones pueden superar las cargas producidas por el peso de los coches en movimiento.

### **2.2.7. *Mantenimiento y Rehabilitación de Pavimentos***

En esta sección se tratarán los temas clave del mantenimiento y la rehabilitación de los firmes flexibles. En función de la complejidad de los trabajos necesarios, existen muchos grados de intervención en el mantenimiento de las carreteras, que van desde la intervención básica hasta la más sofisticada y, en consecuencia, más costosa.



El mantenimiento reduce el ritmo de degradación del pavimento al corregir los pequeños defectos en cuanto aparecen y antes de que se agraven. Intenta reparar los daños causados al pavimento por el tráfico y las condiciones meteorológicas. A partir de cierto punto, el mantenimiento rutinario se vuelve insuficiente, por lo que se hacen necesarios esfuerzos de rehabilitación que mejoren la calidad del pavimento y devuelvan la carretera a su estado original.

Las tareas de mantenimiento preventivo y correctivo se dividen en estos dos grupos. Las actuaciones para salvaguardar el firme y disminuir su tasa de degradación se incluyen en el mantenimiento preventivo. Las acciones utilizadas para reparar secciones particulares de pavimento degradado constituyen el mantenimiento correctivo. Los rangos de PCI se muestran en la tabla 03 a continuación.

**Tabla 3**

*Correlación de Categoría de Acción con un Rango de PCI.*

Rango de PCI	Categoría de Acción
100 a 85	Mantenimiento preventivo o mínimo
85 a 60	Mantenimiento preventivo rutinario y/o periódico
60 a 40	Mantenimiento correctivo
40 a 25	Rehabilitación – refuerzo estructural
Menor a 25 años	Rehabilitación – reconstrucción

*Fuente:* (Sotil, 2012).

Hay dos tipos de mantenimiento preventivo: rutinario y periódico. Según el estado de la carretera, el mantenimiento rutinario se hace una vez al año o más, y el periódico, cada varios años.

A continuación, se describen los principales procedimientos para el mantenimiento y la sustitución de los pavimentos de hormigón asfáltico.

#### **2.2.7.1. Técnicas de mantenimiento de pavimentos.**

##### **a) Sellado de Grietas**

El sellado de grietas consiste principalmente en limpiar las grietas y luego rellenarlas con materiales asfálticos como lechada o mezcla asfáltica. Esto se hace con la intención de evitar que el agua y otros elementos se infiltren en la estructura del pavimento.

**Figura 13**

*Procedimiento Típico de Sellado de Fisuras*



*Fuente:* (Sanchez, 2012).

#### **b) Bacheo o parche**

Se utilizan sobre todo para arreglar fallos aislados del pavimento. Así se define la eliminación y sustitución de una región localizada muy dañada o el relleno de huecos provocados por la desintegración. Con el uso de esta técnica pueden resolverse problemas estructurales que se manifiestan como fallos puntuales, como vacíos, grietas, hundimientos, fracturas de piel de cocodrilo de gravedad alta y media, surcos profundos y grietas por fluencia. Se divide en cuatro grupos, cada uno de los cuales se analiza brevemente a continuación:

##### ➤ **Emergencia**

El uso de mezclas asfálticas en caliente o en frío, así como posibles hormigones Portland, materiales granulares, etc. para rellenar huecos. La región afectada no se prepara adecuadamente o en absoluto antes de realizarlas.

##### ➤ **Superficie**

No requiere la retirada del pavimento. Consiste en aplicar una mezcla asfáltica (en caliente o en frío) y una capa de adherencia para sellar regiones localizadas específicas de agrietamiento, deformación, hundimiento y/o desintegración. El proceso incluye

limpiar la zona, colocar el asfalto, humedecerlo, extenderlo y compactarlo en capas que suelen tener entre 2 y 4 cm de profundidad.

➤ **Carpeta**

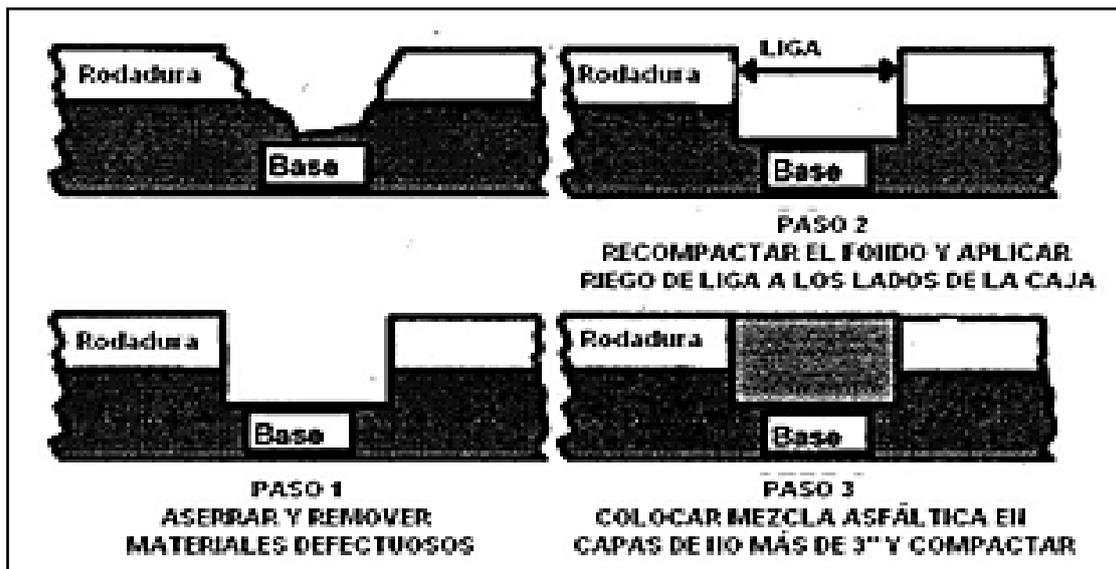
La capa asfáltica de la zona afectada debe retirarse parcial o totalmente. La superficie de apoyo también debe limpiarse y perfilarse (si es necesario), debe aplicarse una capa de adherencia (que el ingeniero puede optar por eliminar en algunas circunstancias), y la mezcla asfáltica de sustitución debe rellenarse y compactarse.

➤ **Profundo**

La base o subrasante, así como la capa asfáltica, se retiran y se sustituyen. Cuando no se pueda descubrir una superficie de apoyo firme, se retirará el material de la base, subbase o subrasante. La mayoría de las veces se debe a que hay demasiada agua, no se compacta lo suficiente, hay contaminación o los materiales no son los adecuados. En estos casos, hay que retirar el material incorrecto y sustituirlo.

**Figura 14**

*Procedimiento Típico de Colocación de Parches*



Fuente: (Sanchez, 2012).

**c) Tratamiento Superficial (Sello) Localizado**

Consiste en la ejecución de un sellado asfáltico o tratamiento superficial en lugares específicos con una superficie inferior a 300 metros cuadrados. riego de material asfáltico mediante árido o lechada asfáltica. Es apropiado para su uso en pavimentos



viejos y oxidados con ligeras pérdidas de disgregación y/o pequeñas grietas. También pueden utilizarse para aumentar la resistencia al deslizamiento y solucionar problemas de textura en lugares clave como curvas, cruces y pendientes. En los primeros pasos, se arreglan las pequeñas grietas, se sellan las más grandes, se igualan las zonas deformadas y se barre y pule la superficie. La mayoría de las veces se aplica a la carretera una capa de sellado de piedra triturada, grava o arena y lechada asfáltica. Con mezcla asfáltica, la nivelación es localizada: En términos de ejecución, esta operación es bastante similar al parchado superficial. Es apropiado para arreglar pequeños desperfectos como hundimientos, surcos, zanjas, etc. Requiere cepillar y regar el asfalto sobre la superficie tratada. A continuación, se esparce la mezcla, ya sea manualmente o con el uso de maquinaria para la construcción. A continuación, la mezcla se compacta utilizando equipos con rodillos lisos hasta conseguir una densificación adecuada.

#### **d) Micro-fresado y/o texturizado localizada**

Utilizando un equipo con un cilindro giratorio y dientes especialmente afilados, el fresado en frío elimina pavimentos de asfalto y hormigón hasta una profundidad predeterminada. Este equipo puede funcionar con un alto grado de precisión y cuenta con mecanismos de nivelación automatizados. Durante el fresado se eliminan entre uno y tres centímetros de pavimento. Esto se hace para alisar regiones deformadas que incluyen elevaciones y ondulaciones, así como pequeñas roderas, grietas y fracturas en la superficie. El aparato elimina el material sin causar ningún daño a las capas que hay detrás. Esto deja tras de sí una superficie rugosa y plana, que no sólo mejora la adherencia, sino que también simplifica la aplicación de capas posteriores del mismo grosor. Para aumentar la fricción del pavimento, el texturizado consiste en eliminar o esmerilar material con un grosor de 3 a 10 mm.

#### **2.2.7.2. Técnicas de rehabilitación de pavimentos.**

##### **➤ Tratamientos Superficiales (Capas de Sello)**

Sellar la superficie o tratarla de alguna otra forma también son opciones fantásticas para la rehabilitación. Son eficaces en su labor de proteger superficies viejas y corroídas, rellenar huecos y solucionar problemas menores, y sus precios son razonables. La resistencia estructural del pavimento no aumenta significativamente con el sellado del asfalto. Sin embargo, al humedecer la superficie y arreglar las fracturas se minimiza el ritmo de degradación y se alarga la vida del pavimento. Para que un sello

funcione bien, la superficie debe estar bien preparada. Las reparaciones localizadas, el parchado, la nivelación, el fresado, el calafateado de grietas grandes, el arreglo de zanjas y el barrido deben formar parte de ello. La vida útil de un sellado asfáltico puede variar en función del estado del pavimento original, la calidad del sellado y las pautas de tráfico. Se puede prever una vida media de 4 a 8 años. A continuación, encontrará imágenes de los numerosos tratamientos que se ofrecen actualmente.

➤ **La sellada arena – asfalto**

Se extiende y compacta una fina capa de arena tras aplicar una emulsión de rotura rápida. Se utiliza en materiales de desgaste impermeables con demasiados espacios de aire propensos a la rotura prematura por envejecimiento y alta permeabilidad.

**Figura 15**

*Procedimiento Típico de Sello Arena – Asfalto*



*Fuente:* (Sanchez, 2009).

➤ **El riego negro**

Una fina capa de emulsión asfáltica para rellenar pequeñas grietas o espacios superficiales.

**Figura 16**

*Procedimiento Típico de Riego Negro*



*Fuente:* (Sanchez, 2009).



➤ **El arenado**

Se utiliza si hay demasiado asfalto en la superficie.

**Figura 17**

*Procedimiento Típico de Arenado*



*Fuente:* (Sanchez, 2009).

➤ **Aplicación de Lechada Asfáltica y el Micro - Aglomerado en Frío**

Se aplican a la superficie para hacerla antideslizante, impermeable y fría al tacto. También son eficaces para sellar pequeñas fracturas. Además, los microaglomerados calientes pueden mejorar la resistencia al deslizamiento de pavimentos que, por lo demás, están en excelentes condiciones, así como el drenaje.

**Figura 18**

*Procedimiento Típico de Aplicación de Lechada Asfáltica y Micro-Aglomerado en Frío*



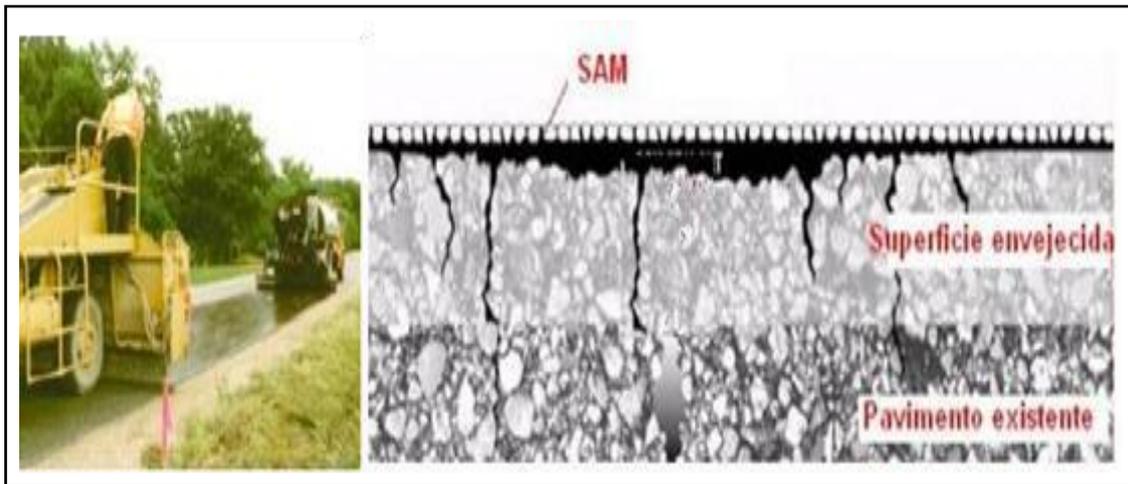
*Fuente:* (Sanchez, 2009).

➤ **Tratamiento Superficial con SAM**

Se utiliza para aumentar las propiedades de fricción, impermeabilizar la superficie y renovarla.

### Figura 19

*Tratamiento Superficial con Asfalto Modificado con Polímeros o Caucho (SAM)*



Fuente: (Sanchez, 2009).

#### ➤ Capas o Sobre - Carpeta

El repavimentado tradicional de hormigón asfáltico es un procedimiento para conservar un pavimento dañado, alisar la superficie (o eliminar su rugosidad), aumentar la resistencia del pavimento al deslizamiento y reforzar su estructura para hacerlo más flexible. Los recubrimientos asfálticos de calidad excepcional ofrecen una solución para prácticamente cualquier problema. He aquí las tres opciones disponibles:

#### ➤ Nivelación

Son necesarias en ciertas rutas sinuosas que permiten elevar la pendiente. Se trata de capas de espesor variable aplicadas mecánicamente. Pueden colocarse antes de añadir una capa posterior, o pueden desempeñar simultáneamente las funciones de nivelación y sellado, o de nivelación y refuerzo estructural. Los revestimientos finos (de 2 a 4 cm) se utilizan a menudo para preservar las superficies desgastadas, mejorar sus cualidades de rodadura y aumentar su resistencia al deslizamiento.

#### ➤ Fricción y/o sello

El objetivo principal de las capas de fricción es aumentar la capacidad del pavimento para resistir el derrape, lo que lo hará más seguro para los conductores. Para crear estas capas es necesario utilizar asfalto de hormigón. Sus cualidades únicas son que utilizan áridos con cierta dureza y resistencia al pulido, y que cumplen un requisito mínimo de textura. Estas capas, que suelen tener entre 2 y 4 cm de grosor, se colocan en



pavimentos que están en buen estado pero presentan pequeñas grietas. Aunque tiene un pequeño impacto estructural, dependiendo de la situación, debe tenerse en cuenta que puede mejorar la fricción al tiempo que sella y nivela pequeñas deformaciones para mejorar la calidad de rodadura del pavimento.

➤ **Refuerzo estructural**

El refuerzo estructural se emplea cuando las cargas soportadas son superiores a la resistencia del diseño original. En muchos casos, el pavimento se ha desmoronado físicamente y hay que reforzarlo para que soporte pesos adicionales. Para calcular el espesor de esta capa, es preciso determinar el estado del firme existente y su mecanismo de fallo; identificar las propiedades y el estado de los materiales “in situ”; a continuación, el pavimento se refuerza utilizando una técnica tecnológica reconocida que sea adecuada para el pavimento. Es importante señalar que el término "pavimento compuesto" se refiere a una forma de pavimento en la que el refuerzo estructural de hormigón de cemento portland se aplica sobre una capa de rodadura de hormigón asfáltico.

**Figura 20**

*Sobre - Carpeta de Asfalto*



*Fuente:* (Sanchez, 2009).



**Figura 21**

*Sobre-Carpeta de Concreto de Cemento Portland*



*Fuente:* (Sanchez, 2009).

### ➤ **Reciclado**

El reciclaje consiste en reutilizar las partes (capas) de un pavimento existente, mejorando sus atributos y reintegrándolas en la estructura. El reciclado es un proceso que puede realizarse en cualquier clima. En cualquier situación, el material puede tratarse in situ o enviarse a una instalación donde se tratará en caliente o en frío. Cemento, emulsión asfáltica, emulsión asfáltica y cemento, betún espumado y, por último, betún espumado y cemento son sólo algunas de las diversas opciones de reciclado en frío. Las grietas y otros daños en el pavimento causados por defectos estructurales pueden repararse con el reciclado en frío. El reciclado en caliente se utiliza para reparar daños no causados por problemas estructurales.

**Figura 22**

*Reciclado Superficial en Sitio y en Caliente*



Fuente: (Sanchez, 2009).

**Figura 23**

*Reciclado en Frío en Sitio y con Emulsión Asfáltica*



Fuente: (Sanchez, 2009).

➤ **Remoción por fresado**

Antes de realizar otras operaciones, puede utilizarse para reducir el ahuellamiento, suavizar elevaciones y ondulaciones y alisar superficies deformadas. En una sola pasada, hay equipos que pueden eliminar más de 10 cm. Cuando se determina que un carril está en peor estado que otros, la técnica puede ser a veces extremadamente útil, sobre todo en carreteras de varios carriles, donde se puede ahorrar mucho dinero. En esta situación, el fresado permite eliminar con precisión el carril defectuoso y aplicar una medida correctora concreta, sin necesidad de hacerlo en toda la calzada. Otra situación frecuente es cuando el carril exterior de una carretera, especialmente las carreteras de varios



carriles, necesita un mayor apoyo estructural que los demás carriles. En este caso, la nueva explanación evita forzar un sobre espesor en los canales vecinos, menos dañados, lo que supone un ahorro económico, al retirar una parte de la capa asfáltica en el canal en mal estado e instalar el refuerzo que requería. Las bases y capas de base no resultan dañadas, y los materiales retirados pueden reutilizarse con un impacto mínimo en el tráfico. Los principales problemas de esta actividad son el elevado precio del equipo y su restringida disponibilidad en todo el país.

### Figura 24

*Maquina Fresadora, Pavimento Fresado y Material Fresado*



*Fuente:* (Sanchez, 2009).

## 2.2.8. Fallas en Pavimentos Flexibles

### 2.2.8.1. Definición.

Se define como un conjunto de problemas que reducen la utilidad y eficacia del pavimento. Entre las causas y formas de estos daños cabe destacar las siguientes, aunque existen muchas más:

- Un aumento de la frecuencia y la cantidad de las cargas en comparación con el diseño original.
- Defectos en la calidad de los materiales empleados, el grosor de la capa y los procedimientos de construcción.
- Malos diseños y la forma en que se hacen ahora Durante el diseño del pavimento, evaluaciones erróneas de las propiedades del material y del tráfico que ya hay y que se espera que haya.



- Condiciones meteorológicas locales desfavorables, como la subida del nivel freático, las inundaciones, las lluvias torrenciales y un drenaje superficial inadecuado.
- Mantenimiento deficiente por falta de fondos y otras consideraciones. Estos fallos pueden clasificarse como:

**a) Fallas funcionales**

La capacidad funcional del pavimento ha fallado, perdiendo el propósito original del diseño. Están íntimamente relacionados con la capa asfáltica, la calidad de la superficie de rodadura se deteriora y la fricción superficial es insuficiente.

**b) Fallas estructurales**

Estos grandes fallos estructurales se producen cuando una o más capas del pavimento se desprenden, provocando su desmoronamiento. Estos cambios hacen que sea mucho más difícil para el pavimento soportar las fuerzas para las que fue hecho.

**2.2.8.2. Clasificación de fallas en pavimentos flexibles.**

Pueden dividirse en cuatro categorías en función de su origen funcional o estructural:

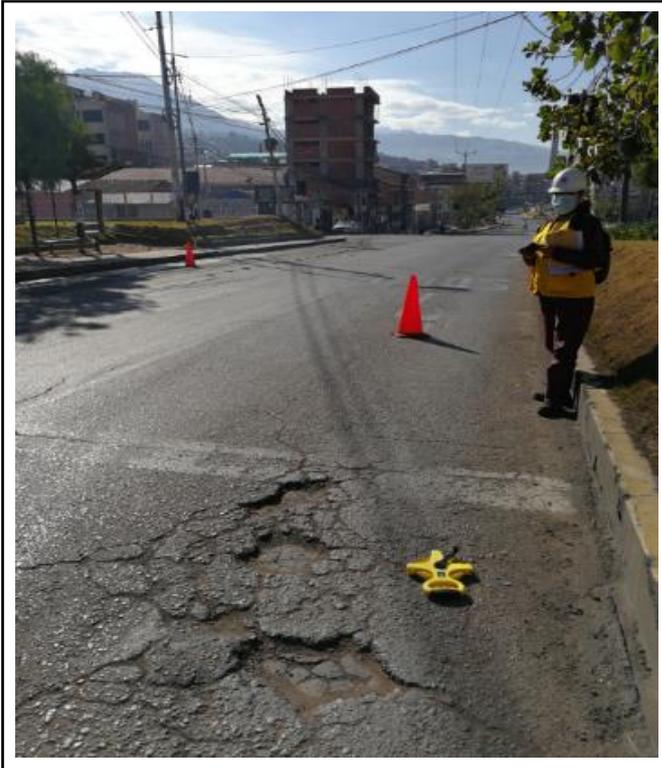
1. Agrietamiento o roturas.
2. Deformaciones.
3. Afloramientos o movimientos de material.
4. Desprendimiento.

Los dos últimos aparecen en las capas superiores del pavimento como consecuencia de un fallo funcional. Los dos primeros grupos aparecen en las capas inferiores del pavimento y son signo de averías estructurales. Todos los fallos que afectan a los firmes flexibles se tratarán en las secciones siguientes, organizadas en función de la categorización anterior.



**Figura 25**

*Desprendimiento -Piel de Cocodrilo*



*Nota:* Evidencias de fallas de piel de cocodrilo Calzada de Bajada Prog. Km 2+480.

**Figura 26**

*Agrietamiento en Bloque*



*Nota:* Evidencias de Agrietamiento en Bloque Calzada de Bajada Prog. Km 0+580.



➤ **Para las vías pavimentadas:**

El objetivo de la conservación de carreteras, que incluye una serie de actividades realizadas en el momento y la forma adecuados, es mantener las carreteras en buen estado el mayor tiempo posible al menor coste. Incluye tareas como el mantenimiento periódico, el mantenimiento cuando es necesario y el arreglo de cosas. (Fernando, 2016, pág. 04). Para las vías pavimentadas en el caso del cusco la encargada de realizar el mantenimiento es la municipalidad del cusco.

➤ **Vías no pavimentadas:**

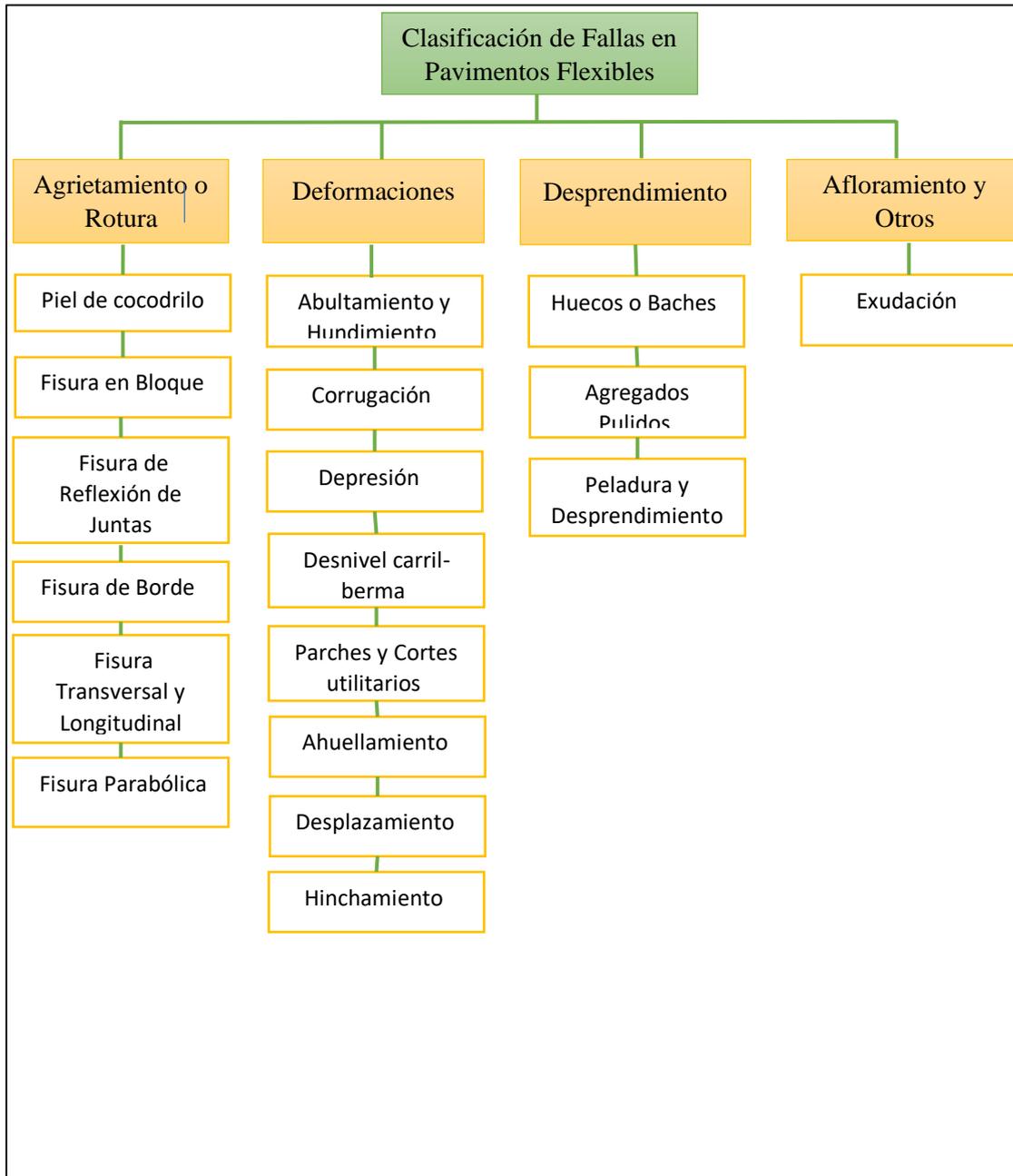
La red vial departamental no pavimentada está constituida por caminos cuyo nivel de superficie es igual o superior al nivel del pavimento. Estos caminos incluyen, entre otros, los caminos departamentales que fueron rehabilitados hace tres a cinco años por Provas Rural y cuyo sistema de mantenimiento rutinario fue transferido a 12 gobiernos regionales mediante el uso de microempresas. (MTC, 2006, pág. PAG 6)

Las carreteras sin pavimentar son aquellas cuya capa de rodadura está formada por pequeñas partículas de piedra o arena en lugar de asfalto u hormigón. En general, una carretera sin pavimentar es aquella cuya capa de rodadura está formada por pequeños trozos de piedra o arena, dependiendo de las cualidades del material pétreo, los materiales de revestimiento de carreteras, o simplemente "revestimiento", pueden ser de dos tipos.

- ✓ Carreteras cuya capa de rodadura está formada por áridos de piedra natural procedentes de canteras o residuos de excavación, gravas, cantos rodados, etc., y cuyos materiales componentes cumplen normas técnicas exactas en cuanto a tamaño, composición granulométrica, resistencia y contenido de finos.
- ✓ Carreteras cuya capa de rodadura está constituida por áridos de piedra natural procedentes de canteras previamente reconocidas o sobrantes de excavación (gravas, cantos rodados, etc.) y cuyos materiales componentes responden a normas particulares únicamente en lo que se refiere al tamaño.

**Figura 27**

*Clasificación de Fallas en Pavimentos Flexibles*



*Fuente:* Elaboración Propia.

A continuación, se realizará la descripción de cada tipo de fallas que afectan al pavimento flexible.



#### 2.2.8.2.1. *Piel de cocodrilo.*

Según Vásquez (2002), Grietas poligonales interconectadas de varios diámetros que se asemejan a la piel de cocodrilo. Debido a las continuas cargas de tráfico, la capa asfáltica puede haberse fatigado. se produce en lugares con gran volumen de tráfico.

Nivel de severidad:

- ✓ Leve: Con pocas o ninguna fractura enlazada, las grietas capilares y longitudinales crecen paralelas entre sí. Pueden observarse grietas anchas de menos de 10 mm que no están descamadas.
- ✓ Medio: Una red de fisuras ligeramente escamosas de 10 a 25 mm de ancho.
- ✓ Alto: Grietas seriamente descascaradas con más de 25 mm de ancho.

Medida:

El área impactada en metros cuadrados. Debe emplearse el mayor grado de gravedad presente, a menos que en la región coexistan más de dos o tres niveles de gravedad que puedan distinguirse fácilmente.

#### **Figura 28**

*Piel de Cocodrilo*



*Fuente:* (Sotil, 2012).



## Figura 29

*Piel de Cocodrilo*



*Fuente:* Elaboración Propia (Calzada de subida Prog: 0+240-0+270).

Para averías con un nivel de gravedad leve, nuestras opciones de reparación incluyen dejar la zona sin reparar o aplicar un sellado superficial o un sobre - carpeta. El parchado, sobre - carpeta y, finalmente, la restauración de la zona afectada son opciones para los niveles de gravedad medio y alto.

### **2.2.8.2.2. Exudación.**

Desbordamiento de asfalto sobre la superficie del pavimento. Porque hay mucho asfalto en la mezcla y pocos espacios vacíos. Cuando la mezcla se calienta, los espacios vacíos se llenan de asfalto y suben a la superficie. (Vásquez, 2002).

Niveles de severidad:

- ✓ Leve: Sólo unos pocos días al año se ve la exudación, que sólo se ha producido de forma muy leve. Los zapatos o los coches no se quedan pegados al asfalto.
- ✓ Medio: El asfalto ya no se adhiere al calzado ni a los automóviles más que unas pocas semanas al año debido a la exudación.
- ✓ Alto: Ha habido mucha exudación, y mucho asfalto se adhiere a los zapatos y a los automóviles durante al menos unas semanas al año.

Medida:

Se miden en metros cuadrados de área afectada.



### Figura 30

#### *Exudación*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

El rodillo, la arena y los áridos pueden utilizarse como remedios correctivos para este fallo. No se puede hacer nada si el nivel de gravedad es modesto. Conviene definir la palabra "calidad del tráfico", que se utiliza para expresar la gravedad de algunos de los fallos tratados en este capítulo.

Cerca de las señales de stop, la carretera debe tener una pendiente a la velocidad normal de aproximación para reducir la velocidad. Para averiguar la calidad del pavimento, se conduce sobre él un coche de tamaño normal a la velocidad adecuada.

Se considera un problema de baja gravedad si el vehículo vibra, como podría ser el caso de un defecto de ondulación, pero no es necesario restringir la velocidad por motivos de comodidad y seguridad, o si las protuberancias o depresiones sólo generan un pequeño rebote que sólo causa molestias menores.

Además, se considera un fallo de gravedad media si se producen vibraciones fuertes que requieran una disminución de la velocidad para mayor comodidad y seguridad o si se producen rebotes importantes que provoquen dolor.

Por último, se estudiarán problemas graves si el coche tiembla tanto que hay que reducir mucho la velocidad por comodidad y seguridad, o si el coche rebota tanto que duele mucho y hay muchas posibilidades de que dañe gravemente el coche.



### 2.2.8.2.3. *Agrietamiento en bloque.*

Una red de grietas que divide el pavimento en trozos aproximadamente cuadrados. Los bloques pueden tener desde 30 cm por 30 cm hasta 3 m por 3 m. Algunas razones pueden ser que el hormigón asfáltico se haya encogido o que la temperatura haya cambiado a menudo. Ciclos de tensión y deformación diarios. (Vásquez, 2002). Es importante saber que este tipo de fallo no tiene nada que ver con la carga de tráfico que afecta al desgaste de las pistas.

También relacionado con el envejecimiento del asfalto. a menudo cubre una superficie considerable del pavimento.

Niveles de severidad:

- ✓ Baja: Se caracteriza por fisuras de una intensidad modesta. Fisuras con una anchura inferior a 10 milímetros, separadas pero unidas entre sí.
- ✓ Medio: Caracterizada por fisuras de diversa gravedad. Grietas que están interconectadas y cuya anchura oscila entre 10 y 25 milímetros.
- ✓ Alta: Caracterizada por fisuras de gran gravedad. Fisuras múltiples de al menos 25 milímetros de ancho y unidas entre sí.

Medida:

El agrietamiento en bloque se mide en metros cuadrados afectados. Toda zona de la sección del pavimento que presente este tipo de fallo en diversos grados de gravedad debe delimitarse para poder evaluar cada nivel por separado.



**Figura 31**

*Agrietamiento en Bloque*



*Fuente: (Sotil, 2012).*

**Figura 32**

*Agrietamiento en Bloque*



*Nota: Calzada de subida Prog: 01+920-01+950.*

Para la modesta gravedad de este fallo, puede utilizarse como remedio el sellado de grietas o la impermeabilización. Alternativamente, el sellado de grietas, el reciclado superficial, el escarificado en caliente y el sobre - carpeta son posibilidades para ambas capas.

#### **2.2.8.2.4. Abultamientos y hundimientos.**

Los abultamientos vienen hacer una serie de ondas que se desplazan hacia arriba y se localizan en la superficie. Los hundimientos son deformaciones que se encuentra hacia debajo del pavimento. Para la modesta gravedad de este fallo, puede utilizarse como



remedio el sellado de grietas o la impermeabilización. Alternativamente, el sellado de fracturas, el reciclado superficial, el escarificado en caliente y el sobre - carpeta son posibilidades para ambas capas.

Niveles de severidad:

- ✓ Leve: La calidad del flujo por gravedad se reduce cuando hay abultamientos o hundimientos.
- ✓ Medio: Cuando hay una combinación de abultamiento y hundimiento, la consecuencia es una calidad de tráfico de gravedad media.
- ✓ Alto: A consecuencia de los abultamientos o hundimientos se produce una calidad de tráfico de alta gravedad.

Medida:

Metros lineales. Si el abultamiento va acompañado de una grieta, también se anota.

### **Figura 33**

*Abultamiento y Hundimiento*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

Es posible reparar este tipo de fallo mediante reciclado en frío y parchado, o puede cubrirse con un aglutinante. Es posible prescindir de él si el nivel de gravedad es sólo moderado.



#### 2.2.8.2.5. *Corrugación.*

Una serie de cimas y depresiones muy próximos entre sí que se producen a intervalos aproximadamente regulares. (A menos de 3 m).

Causadas principalmente por las zonas de frenado y aceleración del tráfico y por una base o superficie de la carpeta poco estable.

Niveles de severidad:

- ✓ Baja: Creación de un tráfico excelente con un nivel de gravedad bajo.
- ✓ Medio: Creación de una calidad de tránsito con un grado de gravedad moderado.
- ✓ Alto: Aportar altos niveles de severidad y calidad del tráfico.

Medida:

Se mide en metros cuadrados de área afectada.

#### **Figura 34**

*Corrugación*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

La reconstrucción se realiza como una especie de reparación para situaciones leves y graves. El nivel de gravedad menor puede dejarse sin tratar.

#### 2.2.8.2.6. *Depresión*

Se trata de superficies de pavimento localizadas que son algo más bajas que la superficie del pavimento. Debido al agua almacenada, las depresiones lisas sólo son visibles tras las precipitaciones. En el pavimento seco, las depresiones pueden



identificarse por las manchas producida por el agua acumulada. La formación de depresiones se debe a prácticas incorrectas de almacenamiento de la sub - razante o construcción incorrecta.

Niveles de severidad:

- ✓ Leve: La altura de la depresión varía entre 13,0 y 25,0 mm.
- ✓ Medio: La altura de la depresión varía entre 25.0 a 50.0 mm.
- ✓ Alto: La altura de la depresión es mayor de 50.0 mm.

Medida:

Se mide en metros cuadrados del área afectada.

### **Figura 35**

*Depresión*



*Fuente:* (Gamboa, 2009).

Como medida correctiva, puede utilizarse el parcheado. Puede dejarse sin hacer nada si el grado de severidad es baja.

#### **2.2.8.2.7. Grieta de borde.**

Las grietas paralelas en los bordes pueden verse en el pavimento a una distancia de entre 0,30 y 0,60 metros del borde. Aumentan de tamaño a medida que pasan más vehículos por encima y pueden deberse a un debilitamiento de la cimentación o de la subrasante a lo largo del borde del pavimento, a una falta de confinamiento o compactación de las capas situadas por debajo de la capa de rodadura, o a un drenaje inadecuado como consecuencia de las condiciones meteorológicas.

Niveles de severidad:



- ✓ Baja: El nivel de agrietamiento oscila entre leve y medio, pero no hay fragmentación ni separación.
- ✓ Medio: El agrietamiento es de leve a moderado, pero no hay fragmentación ni separación.
- ✓ Alto: A lo largo del margen, hay un deterioro considerable.

Medida:

La grieta de borde se mide en metros lineales.

### Figura 36

*Grieta de Borde*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

### Figura 37

*Grietas de Borde*



*Fuente:* Elaboración Propia (tramo de bajada Prog: 00+210-00+240).



En el nivel de gravedad más bajo, no se toma ninguna medida o se procede al sellado de la grieta. Para grietas de gravedad moderada, se realiza el sellado y la reparación. Para los niveles extremos, se utilizan parches.

#### **2.2.8.2.8. Grieta de reflexión de juntas.**

En la superficie de asfalto han aparecido grietas de diversa longitud como consecuencia de la flexión de las juntas del pavimento entre sí. El movimiento de las losas de hormigón bajo la superficie de asfalto es el principal causante de las grietas de reflexión que aparecen en las juntas. Este movimiento se produce independientemente de la cantidad de tráfico que haya en la carretera.

Niveles de severidad:

- ✓ Baja: Grietas sin sellar con una anchura media inferior a 10 milímetros y sin desconchones, o grietas selladas de cualquier anchura con un sellado adecuado. Mientras se maneja un vehículo, no producir golpes.
- ✓ Medio: Se ha de cumplir uno de los siguientes requisitos:
  - a) Una fisura sin relleno con una anchura mayor o igual a 10 milímetros, pero menor o igual a 75 milímetros.
  - b) Una fisura sin relleno con una longitud inferior o igual a 75 milímetros que esté rodeada por fisuras de menor gravedad.
  - c) Una fractura con un relleno de cualquier anchura que esté rodeada por fracturas de menor gravedad.
- ✓ Alto: Se cumple una de las siguientes condiciones:
  - a) Una fisura con o sin relleno que está rodeada por fracturas de gravedad media o alta.
  - b) Fisuras sin relleno de anchura mayor a 75 mm.
  - c) Fisura de cualquier anchura que se produce al desprenderse o fracturarse aproximadamente cien milímetros del pavimento circundante.

Medida:

La unidad de medida es el metro lineal. Cada grieta debe tener su longitud y gravedad anotadas individualmente.



### Figura 38

*Fisura de Reflexión de Juntas*



Fuente: (Sotil, 2012).

### Figura 39

*Fisura de Reflexión de Juntas*



Nota: Calzada de subida Prog: 01+140-01+170.

El sellado es la opción de reparación para el nivel de gravedad leve, mientras que el sellado y el parcheado son las posibilidades para el nivel de gravedad moderado. Por último, en el nivel grave, es necesario parchear o reconstruir la junta.

#### **2.2.8.2.9. Desnivel carril-berma**

Viene hacer la elevación (niveles) entre el borde y la berma del pavimento. Este problema se debe a la erosión de la berma, a su asentamiento o a la forma incorrecta de colocar nuevas capas en la pista sin ajustar el nivel de la berma.



Niveles de severidad:

- ✓ Leve: La diferencia de elevación entre el borde del pavimento y la berma oscila entre 25,0 y 50,0 milímetros.
- ✓ Medio: La diferencia está entre 50.00mm y 100.0 mm.
- ✓ Alto: a diferencia de elevación se considera elevada si es superior a 100,00 milímetros.

Medida:

La distancia entre el carril y la berma en términos de elevación se expresa en metros lineales

#### **Figura 40**

*Desnivel Carril-Berma*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

Para cualquier grado de severidad, las bermas se renivelan para igualar la elevación del carril como acción correctiva.

#### **2.2.8.2.10. Fisuras transversales y longitudinales.**

Las grietas longitudinales son las que discurren en la misma dirección del eje principal de la carretera o la forma en que se construyó. Las grietas transversales, se encuentran de forma perpendicular al eje del pavimento. El desgaste de los neumáticos, los cambios de temperatura que hacen que la superficie del asfalto se contraiga, la dureza del asfalto y el agrietamiento por reflexión bajo la superficie desgastada son los que deterioran el pavimento.



Niveles de severidad:

- ✓ Baja: Se cumple una de las siguientes condiciones:
  - a) Fisura con relleno de cualquier ancho (Relleno en buenas condiciones).
  - b) Fisura sin relleno de ancho menor a 10 mm.
- ✓ Medio: Se cumple una de las siguientes condiciones:
  - a) Una fisura sin relleno con una longitud inferior o igual a 75 milímetros y rodeada de fisuras de forma aleatoria de escasa gravedad.
  - b) Una fisura no rellenada con una anchura mínima de 10 milímetros y una longitud máxima de 75 milímetros.
  - c) Fisura con relleno de cualquier ancho rodeado de fisuras de baja severidad y en forma aleatoria.
- ✓ Alta: se cumple una de las siguientes condiciones:
  - a) Una fisura con o sin relleno, rodeada de otras fisuras en un patrón aleatorio, de gravedad media o alta.
  - b) Fisura de cualquier ancho donde aproximadamente 100 mm del pavimento que la rodea está severamente fracturado.
  - c) Fisura sin relleno de ancho mayor a 75 mm.

Medida:

Se mide en metros lineales para describir las longitudes longitudinales y transversales de la fractura. La gravedad de cada zona de la fractura debe documentarse individualmente. Deben realizarse registros si la grieta se abomba o se hunde.

#### **Figura 41**

*Fisura Transversal y Longitudinal*



*Nota:* Calzada de bajada Prog: 01+110-01+140.



Además del sellado de grietas, se pueden hacer parches en las otras dos capas.

#### **2.2.8.2.11. Parches y cortes utilitarios.**

Es un área del pavimento, que se encuentra en mal estado y ha sido sustituida con material nuevo. Es posible que tenga que reparar baches como consecuencia de cortes efectuados al trabajar en conducciones de agua o alcantarillado, instalar cableado eléctrico o realizar otros trabajos del mismo tipo. Es considerable mencionar que la utilización de parches hará que la carretera sea menos funcional.

Niveles de severidad:

- ✓ Leve: El parche no ha sufrido daños significativos. El nivel de gravedad para la situación del tráfico se considera bajo.
- ✓ Medio: Los daños en el parche no son graves, pero siguen siendo perceptibles para los conductores. La calidad del tráfico tiene una calificación de gravedad media.
- ✓ Alto: El estado del parche o la calidad del tráfico se califica como de alto grado de gravedad.

Medida:

Se expresa como el área impactada en metros cuadrados. No obstante, un mismo parche debe medirse y documentarse individualmente si varias porciones del mismo presentan distintos grados de gravedad. Si se ha sustituido una parte considerable del pavimento, no se debe informar como parche, sino como pavimento nuevo, ya que dentro de un parche no se documentan más daños.



**Figura 42**

*Parches y Cortes Utilitarios*



*Fuente: (Sotil,2012).*

**Figura 43**

*Parches y Cortes Utilitarios*



*Nota: Calzada de subida Prog: 0+930-0+960).*

En esencia, la reparación con parches implica la sustitución. Puede omitirse en casos de escasa gravedad.



#### 2.2.8.2.12. *Agregados pulidos*

Cuando los áridos de la superficie del pavimento se desgastan, se produce un pulido del árido, que reduce la capacidad del pavimento para resistir el deslizamiento. Suele producirse por un gran volumen de tráfico y una cantidad inadecuada de árido colocado sobre el asfalto.

Niveles de severidad:

No se define ningún nivel

Medida:

Metros cuadrados de área afectada.

Si se contabiliza exudación, no se tendrá en cuenta.

#### **Figura 44**

*Agregado Pulidos*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

Tenemos opciones como "no hacer nada", "tratamiento superficial", "sobre - carpeta", "fresado".

#### 2.2.8.2.13. *Huecos o baches.*

Son pequeñas depresiones en la superficie del pavimento, generalmente de menos de 0,90 m de diámetro. La acumulación de agua dentro del vacío acelera la formación de huecos. El tráfico que arranca pequeñas partes de la superficie del pavimento provoca los huecos. Además, la construcción es inadecuada para soportar las tensiones de las cargas de tráfico.



La desintegración del pavimento se produce como resultado de mezclas superficiales inadecuadas, zonas débiles en la base o la subrasante, o una enfermedad de piel de cocodrilo de alta gravedad.

Niveles de severidad:

Los niveles de gravedad de los huecos se determinan en función de su profundidad y diámetro, como se indica en la tabla 04.

**Tabla 4**

*Niveles de Severidad para Huecos*

Profundidad máxima del hueco	Diámetro medio (mm)		
	102 a 203	203 a 457	457 a 762
12.7 a 25.4 mm	L	L	M
>25.4 a 50.8 mm	L	M	H
>50.8 mm	M	M	H

*Fuente:* (Vasquez, 2002).

Si el agujero tiene un diámetro superior a 762 milímetros, deberá calcular el tamaño del agujero en metros cuadrados y dividir esa cifra por 0,47m<sup>2</sup> (5 pies<sup>2</sup>). Esto le dará el número total de huecos que son similares entre sí. Se habla de "gravedad modesta" cuando el vacío tiene una profundidad igual o inferior a 25,0 mm. Cuando la profundidad es superior a 25,0 milímetros, se habla de gravedad grave.

Medida:

Se cuentan y registran individualmente en función de su intensidad. También pueden cuantificarse por metro cuadrado y clasificarse según su grado de gravedad.



**Figura 45**

*Huecos*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

**Figura 46**

*Huecos*



*Fuente:* Elaboración Propia (tramo de bajada prog: 01+980-02+010).

Para reparar los huecos, se recurre sobre todo a parches parciales o profundos; los que tienen un nivel de gravedad bajo pueden dejarse sin hacer, pero lo ideal es repararlos para evitar que los huecos se agraven y supongan mayores gastos de reparación. Los huecos son uno de los desperfectos que deben solucionarse de inmediato.

#### 2.2.8.2.14. *Ahuellamiento.*

Hay un hundimiento en la superficie de las huellas de las ruedas. Si el paquete estructural no está bien compactado, la capa puede volverse inestable, permitiendo que las piezas se desplacen lateralmente en respuesta a las cargas del tráfico. Otras causas pueden ser una mezcla asfáltica inestable, demasiado ligante en el sistema de riego, un mal diseño, piezas baratas y un control de calidad insuficiente.

Niveles de severidad:

La intensidad del ahuellamiento es directamente proporcional a la profundidad media del ahuellamiento:

- ✓ Leve: Entre 6.0 y 13.0 mm.
- ✓ Medio: Mayor a 13.0 mm y menor igual a 25.0 mm.
- ✓ Alto: Mayor a 25.0 mm.

Medida:

Se mide en metros cuadrados de área afectada.

#### **Figura 47**

*Ahuellamiento*



*Fuente:* (Sotil ,2012).

El fresado y el sobre encuadrado son métodos de reparación para los niveles de gravedad leve, moderado y grave. El parchado puede realizarse en capas superficiales, parciales o profundas.



#### 2.2.8.2.15. *Desplazamiento.*

Las cargas de tráfico provocan el desplazamiento longitudinal permanente de una región localizada. El tráfico empuja contra el pavimento, provocando la formación de una onda corta y empinada en la superficie. Esto sucede únicamente con mezclas de asfalto líquido poco consistentes. Además, ocurre cuando los pavimentos de hormigón de cemento Portland son invadidos por pavimentos de hormigón asfáltico.

Niveles de severidad:

- ✓ Leve: La baja severidad de la calidad del tráfico es consecuencia del desplazamiento.
- ✓ Medio: El impacto del desplazamiento sobre la calidad del tráfico es moderado.
- ✓ Alto: La calidad del tráfico es extremadamente grave debido al desplazamiento.

Medida:

Se miden en metros cuadrados afectados. Los desplazamientos que se producen en puntos se tratan como puntos en el inventario de daños.

#### **Figura 48**

##### *Desplazamiento*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

El fresado y el parchado son alternativas de reparación. Se puede dejar sin hacer en caso de nivel de gravedad.



#### 2.2.8.2.16. *Fisura parabólica.*

Se trata de una grieta en forma de media luna. La superficie de la carretera se mueve o cambia de forma debido a las ruedas que se detienen o giran. Este daño se produce cuando la mezcla asfáltica no es lo suficientemente resistente o cuando la conexión entre la superficie y la siguiente capa en la estructura del pavimento no es lo suficientemente fuerte.

Nivel de severidad:

- ✓ Baja: Menos de 10,0 mm de anchura media de la grieta.
- ✓ Medio: Entre 10,0 mm y 40,0 mm de anchura media de la grieta, o la región alrededor de la grieta está fragmentada en fragmentos diminutos y apretados.
- ✓ Alto: La anchura media de la grieta supera los 40 milímetros, o la región alrededor de la grieta está dividida en fragmentos fácilmente desprendibles.

Medida:

La superficie relacionada con una grieta parabólica se mide en metros cuadrados y se clasifica en función de la gravedad de la fractura.

#### **Figura 49**

*Fisura Parabólica*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

Para subsanar este tipo de fallos puede recurrirse al parchado. En caso de baja gravedad, pueden dejarse solas.



#### 2.2.8.2.17. *Hinchamiento.*

Se distingue por el pandeo de la superficie del pavimento y una onda larga y progresiva de más de 3,0 metros de longitud. Estos daños se deben principalmente a temperaturas bajo cero o a la formación de cristales de hielo.

Nivel de severidad:

- ✓ Leve: La calidad del tráfico de baja intensidad se debe a la hinchazón.
- ✓ Medio: La hinchazón tiene un impacto moderado en la calidad del tráfico.
- ✓ Alto: El hinchamiento causa calidad de tránsito de alta severidad.

Medida:

El hinchamiento se mide en metros cuadrados de área afectada.

#### **Figura 50**

##### *Hinchamiento*



*Fuente:* (Sotil,2012).

No se puede hacer nada para la gravedad de leve a grave. La reconstrucción puede utilizarse para la gravedad moderada y grave.

#### 2.2.8.2.18. *Desprendimiento de agregados.*

Desintegración de la superficie de la capa asfáltica causada por la pérdida de ligante bituminoso y/o la separación del agregado. Se incrementa la textura del pavimento y hace que se exponga los agregados al clima y al tránsito. Entre las posibles causas se



encuentran un asfalto de mala calidad o endurecido que ha perdido su adhesividad, áridos sucios o muy absorbentes, defectos en la construcción y rupturas de la unión árido-asfalto provocadas por fuerzas externas.

Niveles de severidad:

- ✓ Leve: Ha comenzado la pérdida de agregados o ligante. La superficie ha empezado a descender en varios lugares.
- ✓ Medio: Pérdida de agregados o ligante. La superficie está ahuecada y tiene un tacto relativamente rugoso.
- ✓ Alto: Pérdida sustancial de ligante o agregado, la superficie está muy ahuecada y tiene un tacto muy rugoso.

Medida:

Se miden en metros cuadrados de área afectada.

### **Figura 51**

*Peladura y Desprendimiento*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

Para el grado de severidad leve, se puede dejar sin hacer, se puede aplicar un sellado superficial o se puede realizar un tratamiento superficial. Se puede aplicar a los otros dos niveles la carpeta de reconstrucción.



## 2.2.9. Estrategias de Intervención en Pavimentos

### 2.2.9.1. Mantenimiento o Conservación Vial.

Se crean procedimientos minuciosos y rápidos para garantizar el funcionamiento más asequible y a largo plazo de las carreteras. Se incluye el mantenimiento periódico, el mantenimiento rutinario y la rehabilitación. (sabogal, 2016)

El conjunto de acciones que se llevan a cabo para mantener en excelente estado físico una carretera con el fin de preservarla se conoce como conservación de carreteras. (Ministerio de Vivienda, 2010)

Las acciones de mantenimiento periódico y rutinario de los pavimentos flexibles se caracterizan por ser de este tipo.

#### a) Mantenimiento Periódico

Conjunto de actividades que se pueden programar cada cierto tiempo para devolver la carretera a su estado original, incluyendo la reposición en toda su profundidad, la remodelación del pavimento en toda su anchura y longitud mediante escarificado con cuchillas, el perfilado y la Recompactación se utilizan para restaurar el pavimento según sea necesario, disminuir la rugosidad del proceso de degradación, aumentar el drenaje de la superficie y realizar modificaciones absolutamente esenciales en la línea. (MTC, 2005)

Se diferencia del mantenimiento rutinario en su naturaleza y se refiere principalmente a las condiciones que necesitan ser reparadas en los componentes que conforman las llamadas calzadas y bermas del Perú. También se refiere a correcciones puntuales producidas por cierta inestabilidad del talud que pueden ocasionar hundimientos menores y demandar la recuperación localizada de la plataforma, pavimento y obras complementarias. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

Se requiere cada varios años por término medio. Ejemplos: sellado total de la superficie, repavimentación, sustitución de pequeñas secciones de pavimento asfáltico, sustitución de losas aisladas, restauración de bermas y marcas horizontales (pintadas) y verticales (señales de tráfico), y resellado de juntas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013)

Conservación de Pavimentos Flexibles en Calzada y Bermas



- ✓ Fresado de Carpeta Asfáltica.
- ✓ Sellos Asfálticos.
- ✓ Recapeos Asfáltica.
- ✓ Micro Fresado de Carpeta Asfáltica.
- ✓ Nivelación de bermas con mezcla asfáltica.
- ✓ Imprimación Reforzada de la base granular en bermas.
- ✓ Reconformación de base granular en bermas.

#### **b) Mantenimiento rutinario**

Tipo de mantenimiento preventivo que consiste en realizar una serie de tareas en la calzada y alrededores de una carretera pavimentada al menos una vez al año para hacer frente a los efectos nocivos del medio ambiente sin dejar que los elementos del pavimento se deterioren, lo que puede repercutir negativamente en el pavimento, y para garantizar el proceso de deterioro de las características funcionales o estructurales del pavimento, además, el pavimento se ve obstaculizado o impedido para realizar su función correctamente, lo que hace necesario un mantenimiento continuo, que es esencialmente la única tarea que se realiza a lo largo de la primera vida útil del pavimento. (sabogal, 2016).

Esto implica utilizar herramientas manuales para retirar cualquier material extraño de las bermas y la calzada con el fin de despejar la carretera de cualquier impedimento, basura y otros objetos que puedan caer o ser arrojados a la carretera.

El objetivo es mantener el pavimento limpio de materiales que puedan empeorar el estado de la carretera (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013). Estos elementos pueden dividirse en dos categorías:

Los materiales que pueden causar daños a los automóviles incluyen vidrio, hierro, piedras, ramas, escombros recogidos y cualquier objeto extraño que pueda poner en peligro la seguridad de otros usuarios de la carretera. La capa de rodadura se contaminó inmediatamente con elementos extraños en la superficie, como arcilla, estiércol, suciedad, flora, excrementos de animales, basura y residuos orgánicos.

#### Conservación de Pavimentos Flexibles en Calzada y Bermas

- ✓ Parchado Superficial en calzada.
- ✓ Sellado de Fisuras y Grietas en calzada.



- ✓ Parchado Profundo en calzada.
- ✓ Sellado de Fisuras y Grietas en bermas.
- ✓ Bacheo de bermas en material granular.
- ✓ Tratamiento de zonas con exudación en calzada.
- ✓ Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico.
- ✓ Nivelación de bermas con materiales granular.
- ✓ Parchado profundo de bermas con tratamiento asfáltico
- ✓ Parchado superficial de bermas con concreto asfáltico.
- ✓ Parchado profundo de bermas con concreto asfáltico.

En la provincia de cusco se han identificado las siguientes vías:

- ✓ **Vías Nacionales:** “son las que articulan la ciudad con resto del país, destinadas al transporte interprovincial de pasajeros y carga, compete a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales que constituyen la base del sistema nacional de carreteras (SINAC)” (CUSCO, 2021)
- ✓ **Vías Departamentales o Regionales:** “conformado por carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un Gobierno Regional. Articula básicamente la red vía nacional con la red vial vecinal o rural.” (CUSCO, 2021)
- ✓ **Vías Vecinales:** “son carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, su función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, centros poblados y con las redes viales nacionales y departamentales o regionales.” (CUSCO, 2021)
- ✓ **Vías Urbanas:** “son vías que relacionan e integran entre si los diferentes sectores de la ciudad y están destinadas a canalizar los flujos de transporte urbano.” (CUSCO, 2021)

En la clasificación normativa de las vías urbanas se tiene:

#### **Vía expresa.**

“Vías que permiten el movimiento rápido de tráfico de larga distancia. No presentan acceso peatonal. Son convenientes para los vehículos pesados, de flujo ininterrumpido, no se permite la circulación de vehículos menores, bicicletas, circulación de peatones ni estacionamientos.” (CUSCO, 2021)



### **Las vías arteriales.**

“Son vías que, por un grado de articulación, conexión, magnitud y jerarquía en el sistema urbano, interrelacionan los grandes sectores de la ciudad entre sí. Conducen a volúmenes de vehículos a velocidad media de circulación. Se caracterizan por:” (CUSCO, 2021)

- Las intersecciones son a nivel con diseño de carriles para volteo. En otros casos en el cruce con otras vías principales se pueden habilitar pasos a desnivel.
- Deben de tener pistas de servicio lateral para el acceso a las propiedades.
- No existe estacionamiento vehicular
- No se permite la descarga de mercaderías

### **Las vías urbanas colectoras**

“Son aquellas que sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las vías arteriales y/o expresas. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como a las propiedades adyacentes.” (CUSCO, 2021)

### **Las vías locales**

“Son las distritales, y en los casos de habilitaciones industriales, comerciales y de otros usos, son competencia de provincial; las vías locales tienen que integrarse a la jerarquía del sistema vial principal del plan de desarrollo urbano.” (CUSCO, 2021)

De acuerdo a la administración de las vías se tiene:

**El gobierno local provincial:** “tiene a su cargo la ejecución, el mantenimiento, rehabilitación, remodelación, señalización, semaforización, ornato, publicidad y mobiliario urbano de los tramos e intercambios viales, de las vías urbanas articuladoras y colectoras del sistema vial provincial. Estas labores se ejecutarán con la coordinación de las municipalidades distritales de acuerdo a la jurisdicción donde se localicen las vías.” (CUSCO, 2021)

**Gobiernos locales:** “también suelen realizar las obras y acciones indicadas, previa delegación y/o autorización del gobierno local provincial.” (CUSCO, 2021)



**Tabla 5**

*Tipos de Mantenimiento*

Tipos de mantenimiento según el manual de carreteras y conservación vial - 2013	
Periódico	Rutinario
Sellos asfálticos.	Sellado de fisuras y grietas en calzada.
Recapeos asfálticos.	Sellado de fisuras y grietas en berma.
Fresado de carpeta asfáltica.	Parchado superficial en calzada.
Micro fresado de carpeta asfáltica.	Parchado profundo en calzada.
Reconformación de base granular en berma.	Tratamiento de zonas con exudación en calzada.
Imprimación reforzada de la base granular en bermas.	Bacheo de bermas en material granular
Nivelación de bermas con mezcla asfáltica.	Nivelación de bermas con material granular.
	Parchado superficial de bermas con tratamiento asfáltico.
	Parchado superficial de bermas con concreto asfáltico.
	Parchado profundo de bermas con tratamiento asfáltico.
	Parchado profundo de bermas con concreto asfáltico.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras Conservación Vial, 2013)

### **2.2.10. Método del Índice de Condición de Pavimento (PCI)**

Entre 1974 y 1976, el Centro de Ingeniería de las Fuerzas Aéreas de EE.UU. desarrolló el enfoque PCI para ofrecer un sistema de gestión del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

Esta técnica proporciona la forma más intrincada y difícil de aplicar para la certificación y evaluación objetiva de los pavimentos sin necesidad de equipos especializados. Se trata de un proceso de análisis y aplicación que ASTM ha publicado. (ASTM D6433-03).

El tipo, la gravedad y el número de cada fallo existente se identifican mediante un inventario visual del estado del firme, que constituye la base del enfoque del PCI. Dado que existen tantas combinaciones posibles, el método incluye un elemento de ponderación denominado "valor deductivo" para medir en qué medida influye cada combinación de deterioro, nivel de gravedad y densidad en la calidad del pavimento.



Un pavimento recibe una puntuación de 0 para un mal estado y de 100 para un estado excelente según la Medida del Estado del Pavimento (PCI). Los rangos del PCI se complementan con descriptores cualitativos del estado del pavimento, como se indica en la Tabla 6.

**Tabla 6**

*Rangos de Clasificación del PCI*

Rango		Clasificación
100	85	Excelente
85	70	Muy Buena
70	55	Buena
55	40	Regular
40	25	Pobre
25	10	Muy Pobre
10	0	Fallado

*Fuente:* (Vásquez, 2002).



**Tabla 7**

*Alternativas de Intervención para Pavimentos Flexibles según tipo de Falla*

*Contemplada en el Método PCI*

Tipos de falla	Severidad	Opciones de reparación
1. Piel de cocodrilo	B	No se hace nada, sello superficial. Sobre carpeta
	M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (full depth), sobre carpeta. Reconstrucción
	A	Parqueo parcial o full depth. Sobre carpeta y reconstrucción
2. Exudación	B	No se hace nada.
	M	Se aplica arena / agregados y cilindrado
	A	Se aplica arena / agregados y cilindrado (precalentado si fuera necesario)
3. Agrietamiento en bloque	B	Sellado de grietas con ancho mayor a 3.00 mm. Riego de sello
	M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.
	A	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escarificado en caliente y sobre carpeta.
4. Abultamientos y hundimientos	B	No se hace nada.
	M	Reciclado en frío. Parqueo profundo o parcial.
	A	Reciclado (fresado) en frío. Parqueo profundo o parcial. Sobre carpeta
5. Corrugación	B	No se hace nada.
	M	Reconstrucción.
	A	Reconstrucción
6. Depresión	B	No se hace nada.
	M	Parqueo superficial, parcial o profundo
	A	Parqueo superficial, parcial o profundo
7. Grieta de borde	B	Sellado de grietas con ancho mayor a 3 mm.
	M	Sellado de grietas. Parqueo parcial - profundo.
	A	Parqueo parcial - profundo
8. Grieta de reflexión de junta	B	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.
	M	Sellado de grietas. Parqueo de profundidad parcial
	A	Parqueo de profundidad parcial. Reconstrucción de la junta.
9. Desnivel carril/ berma	B	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
	M	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.
	A	Renivelación de las bermas para ajustar al nivel del carril.



10. Grietas longitudinales y transversales	B	Sellado de grietas de ancho mayor que 3.0 mm.
	M	Sellado de grietas.
	A	Sellado de grietas. Parcheo parcial.
11. parcheo y acometidas de servicios públicos	B	No se hace nada.
	M	No se hace nada. Sustitución del parche
	A	Sustitución del parche.
12. Pulimientto de agregados	B	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Fresado y sobre carpeta.
	M	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Fresado y sobre carpeta.
	A	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Fresado y sobre carpeta.
13. Huecos	B	No se hace nada. Parcheo parcial o profundo.
	M	Parcheo parcial o profundo
	A	Parcheo profundo
14. Cruce de vía férrea	B	No se hace nada.
	M	Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce
	A	Parcheo superficial o parcial de la aproximación. Reconstrucción del cruce
15. Ahuellamiento	B	No se hace nada. Fresado y sobre carpeta
	M	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta
	A	Parcheo superficial, parcial o profundo. Fresado y sobre carpeta
16. Desplazamiento	B	No se hace nada. Fresado
	M	Fresado. Parcheo parcial o profundo
	A	Fresado. Parcheo parcial o profundo
17. Grietas parabólicas (slippage)	B	No se hace nada. Parcheo parcial
	M	Parcheo parcial.
	A	Parcheo parcial.
18. Hinchamiento	B	No se hace nada.
	M	No se hace nada. Reconstrucción.
	A	Reconstrucción.
19. Meteorización/desprendimiento de agregados	B	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
	M	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.
	A	Tratamiento superficial. Sobre carpeta. Reciclaje. Reconstrucción
	Nota.	Para los niveles m y a, si el daño es localizado, por ejemplo, por derramamiento de aceite, se hace parcheo parcial.

Fuente: (Varela, 2002).



Número que mide el estado del pavimento para su tratamiento y mantenimiento, el PCI se creó para ofrecer una indicación de la integridad estructural del pavimento y del estado operativo de la superficie. El conocimiento claro de los orígenes de los daños y su relación con la carga o las condiciones meteorológicas lo proporciona la información sobre daños recopilada como parte del inventario.

#### **2.2.10.1. Objetivos del PCI.**

- Evalúa la integridad estructural y funcional del pavimento, así como el nivel de servicio al usuario que ofrece, para determinar su estado o condición. Dado que no existen mediciones que puedan cuantificar directamente la integridad estructural, evalúa y clasifica la integridad estructural de forma indirecta utilizando el índice de estado del pavimento. (Rodríguez Velasquez, 2009).
- Crear un indicador cualitativo para evaluar el estado y el comportamiento del pavimento mediante un criterio normalizado y, a continuación, elegir el mejor método de reparación en función del estado del firme investigado. (Rodríguez Velásquez, 2009).
- La capacidad de la estructura del pavimento para soportar cargas de tráfico o condiciones ambientales se denomina integridad estructural. Por otro lado, la capacidad de servicio se refiere a la capacidad del pavimento para proporcionar a los conductores una experiencia de conducción cómoda y segura. (Rodríguez Velásquez, 2009).

#### **2.2.10.2. División del pavimento en unidades de muestreo.**

Según Vásquez (2020) una unidad de muestra que puede variar en función del tipo de pavimento y de la anchura de la capa de rodadura. (pág. 3)

Las carreteras que tienen una capa de rodadura de asfalto, pero son más estrechas de 7,30 metros deben tener unidades de muestreo con una superficie comprendida entre 230,0 y 93,0 m<sup>2</sup> cada una. En el cuadro siguiente se presenta información sobre las relaciones entre longitud y anchura de las carreteras asfaltadas.

**Tabla 8**

*Longitudes de Unidades de Muestreo Asfálticas*

Ancho de Calzada (m)	Longitud de la unidad de muestreo (m)
5.00	46
5.5	41.8
6.00	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

*Fuente:* (Vasquez, 2020).

Para la selección de la longitud de la muestra se consideró la tabla propuesta anteriormente que está basada de acuerdo a la norma ASTM-D6433, la cual proporciona valores establecidos para los anchos de calzada, la misma que para este estudio sobrepasa el ancho indicado en la tabla y corresponde a una vía de 10.50 metros, motivo por el cual se consideró el área base establecido en la norma ASTM-D6433 que corresponde a  $230 \pm 93$  m<sup>2</sup>. Considerando un ancho de la calzada de una longitud de 30.00 metros y el producto de este ancho de calzada y longitud de muestra se encuentran dentro de la norma establecida de STMD6433. A continuación, se presenta una tabla con los datos de la vía y la longitud de la muestra.

### 2.2.10.3. Materiales e Instrumentos

- **Conos de seguridad vial:** Para delimitar la calzada objeto de inspección, ya que los inspectores deben caminar por la acera y corren peligro por el tránsito de peatones.

**Figura 52**

*Conos.*



*Fuente:* (Sotil, 2012).



- **Regla o Cordel:** Para medir la deformación del pavimento en sentido longitudinal y transversal.

**Figura 53**

*Regla de Aluminio.*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

- **Hoja de datos de campo:** Toda la información recopilada durante la evaluación visual debe documentarse y registrarse.



**Tabla 9**

Hoja de registro 01

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO			
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA			
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL			
<b>“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN LA AV. LA CULTURA ENTRE SANTA ÚRSULA Y MARISCAL GAMARRA POR LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022”</b>					
Nombre de la vía:	Av. La cultura entre Santa Ursula Y Marical Gamarra -Subida				
Evaluated por:	Erika Carrión Huillca y Jhon Waldi Salazar Valcarcel				
Fecha:					
Progresiva inicial:		Unidad de Muestra			
Progresiva final:		Area Muestra:			
TIPOS DE FALLA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE				ESCALA DE PCI	
1. PIEL DE COCODRILO	11. PARCHEO	100		EXCELENTE	
2. EXUDACIÓN	12. PULIMIENTO DE AGREGADOS	85		MUY BUENA	
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	13. HUECOS	70		BUENA	
4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	14. CRUCE DE VÍA FERREA	55		REGULAR	
5. CORRUGACIÓN	15. AHUELLAMIENTO	40		POBRE	
6. DEPRESIÓN	16. DESPLAZAMIENTO	25		MUY POBRE	
7. GRIETA DE BORDE	17. GRIETA PARABÓLICAS (SLIPPAGE)	10		FALLADO	
8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	18. HINCHAMIENTO	0			
9. DESNIVEL CARRIL / BERMA	19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES					
FALLAS EXISTENTES					
Falla	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Valor Deducido
CÁLCULO DEL PCI					
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV) =		0.0		"Q" Numero de VD > 2 = 0	
NÚMERO MAXIMO. DE VALORES DEDUCIDOS (m) =		=> 0.00		CDV =	
VALOR DEDUCIDO TOTAL (CDT)=		0.0		PCI = 100 - CDV	
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (CDV)=				<b>FALLADO</b>	

Fuente: Elaboración Propia.



#### 2.2.10.4. Muestra y Unidades de Muestra

El protocolo de muestreo, que se describe con más detalle a continuación, debe respetarse en todo momento:

- En el plano de trazado de la red, identifique las partes o regiones del pavimento destinadas a aplicaciones concretas, como calzadas y aparcamientos.
- Subdivida cada parte utilizando criterios como el diseño del firme, el historial de la construcción, la cantidad de tráfico y el estado del firme.
- Identificar las unidades de muestreo y dividir en ellas las porciones de pavimento existentes.
- Etiquetar cada unidad de muestreo que vaya a ser evaluada de forma que a los inspectores les resulte sencillo localizarlas en la superficie del firme. Las unidades de muestreo deben ser fáciles de mover para que sea fácil comprobar la información sobre fallos recientes, ver cómo ha cambiado la unidad de muestreo con el tiempo y, si es necesario, hacer más inspecciones en la misma unidad de muestreo.
- Elija al azar algunos objetos no relacionados para examinarlos como parte de la prueba. número de unidades de muestreo para la sección, teniendo en cuenta el número de unidades de muestreo que arroja un nivel de confianza del 95% o inferior número de unidades de muestreo para la sección.

Evaluando todas las unidades que componen la muestra, es factible calcular el valor de PCI típico de la sección. Este tipo de indagación es útil para estimar las cantidades necesarias de mantenimiento y reparaciones con un mayor grado de precisión.

La siguiente ecuación puede utilizarse para hallar el número mínimo de unidades de muestreo, denotado por "n", que deben inspeccionarse en un lugar determinado para obtener un resultado estadísticamente adecuado con un nivel de confianza del 95%. El resultado debe redondearse al número entero más próximo.

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

Donde:

e = Error admisible en el cálculo del PCI de la sección (e=+/- 5 puntos del PCI)

n = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.



$N$  = Número total de unidades de muestra en la sección.

$\sigma$  = Desviación estándar del PCI de una muestra a otra en la misma sección.

Tras determinar los valores de PCI, esta suposición debe verificarse como se indica a continuación. El valor de "n" deberá determinarse para futuras inspecciones utilizando la desviación típica del examen anterior.

Se sugiere evaluar todas las unidades si el número mínimo de unidades a evaluar es inferior a cinco ( $n > 5$ ).

- a) Si alcanzar un índice de fiabilidad del 95% es de suma importancia, hay que confirmar la idoneidad del número de unidades que deben examinarse. Un valor supuesto de la desviación típica ha servido de base para estimar el número de unidades de muestreo. Realice el siguiente cálculo para obtener el valor real de la desviación típica:

$$S = \frac{\sqrt{\sum_{i=1}^n (PCI_i - PCI_f)^2}}{n - 1}$$

Donde:

$PCI_i$  = PCI de la unidad de muestra  $i$ .

$S$  = Desviación estándar.

$PCI_f$  = PCI promedio de las unidades de muestra analizadas.

$n$  = Número total de unidades de muestra analizadas.

- b) Utilizando el valor más actualizado disponible para la desviación típica como entrada en el cálculo, determine el número mínimo revisado de unidades de muestreo que deben revisarse. Si el nuevo número de unidades de muestreo que hay que comprobar es superior al número de muestras que ya se han comprobado, será importante elegir y comprobar más unidades de muestreo al azar. En toda la sección, la distancia entre estas unidades de muestreo debe ser la misma. Utilizando la desviación típica total de las muestras que se tomaron, continúe con este enfoque hasta que el número total de unidades de muestra que se han analizado sea igual o superior al número mínimo de unidades de muestra necesarias, que se denota con la letra "n".
- c) Determinar el intervalo de espaciado entre unidades mediante muestreo aleatorio sistemático tras establecer el número de unidades de muestreo que deben examinarse. Asegúrese de que la primera muestra aleatoria esté distribuida uniformemente por la



sección al elegirla. Se utilizará la siguiente fórmula para calcular el intervalo de espaciado entre unidades de muestreo I, redondeando el resultado al número entero más próximo:

Donde:

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

N = número de unidades de muestreo en el conjunto de la sección.

n = número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

La primera unidad de muestreo que se examina se elige al azar entre las unidades de muestreo 1 a "i". Después de la primera unidad elegida al azar, se examinan igualmente los incrementos posteriores del intervalo I dentro de la sección.

La primera unidad de muestreo que se examina se elige al azar entre las unidades de muestreo 1 a "i". Además de la unidad inicial elegida al azar, también se examinan los incrementos posteriores del intervalo I.

Las unidades de muestreo adicionales sólo deben investigarse cuando se observen fallos que no sean representativos. El usuario selecciona estas unidades de muestreo.

Un inconveniente de la técnica aleatoria es que las unidades en muy mal estado quedan excluidas del proceso de inspección y evaluación. Es posible que una muestra aleatoria incluya equipos dañados por accidente. Para evitarlo, la inspección debe establecer las unidades de muestreo poco frecuentes y considerarlas como una "unidad adicional", no como una "unidad representativa" o "unidad aleatoria". Para evitar la extrapolación de situaciones poco frecuentes, añadir más unidades de muestreo al cálculo del PCI lo modifica mucho.

#### **2.2.10.5. Procedimiento De Inspección**

- a) Realizar inspecciones individuales en cada una de las unidades elegidas para la muestra.
- b) Anotar la sección y el número de sección, así como la cantidad y el tipo de unidad de muestreo (aleatoria o adicional).
- c) Anote el tamaño de la unidad de muestreo.



- d) Realizar un examen de los defectos, cuantificando cada nivel de gravedad y anotando la información obtenida de la inspección.
- e) Se profundiza en la técnica de medición en la explicación de cada fallo.
- f) Es necesario repetir este proceso para cada unidad de muestra que se vaya a examinar.

#### **2.2.10.6. Cálculo del PCI.**

##### **2.2.10.6.1. Determinación del PCI de la unidad de muestra.**

El PCI se calcula a partir de los "Valores Deducidos" de cada defecto existente, que se basan en su número y gravedad. El proceso de cálculo consta de tres pasos, que se explican a continuación:

Etapa 1: Calculo de los valores deducidos (DV)

- ✓ Suma cuánto cuesta cada tipo de daño para cada nivel de gravedad. Los daños pueden medirse por superficie, longitud o cantidad, según de qué se trate.
- ✓ El cálculo de la densidad porcentual de cada tipo y grado de daño puede hacerse determinando primero la cantidad total de cada forma de daño, dividiendo después esa cantidad total por la superficie total de la unidad de muestra y multiplicando después esa cifra por 100.
- ✓ Utiliza las curvas de "Valor del daño deducido" para el asfalto de los anexos de la tesis para calcular el valor deducido para cada tipo y nivel de daño.

Etapa 2: Cálculo del mayor número de valores que pueden restarse entre sí (m)

- ✓ Si ninguno de los valores deducidos individuales es superior al 2%, o si sólo uno de los valores deducidos individuales es superior al 2%, debe utilizarse el valor deducido total para calcular el PCI en lugar del valor deducido corregido (VDC) máximo. En tal caso, el VDC máximo debe determinarse siguiendo los pasos e y f del cálculo.
- ✓ Crear una lista ordenada de los valores sustraídos individuales, de mayor a menor.
- ✓ Puede utilizar la tabla para la regularización del número de valores deducidos o la fórmula que se proporciona a continuación para calcular el número máximo de valores deducidos que se permiten (m):

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

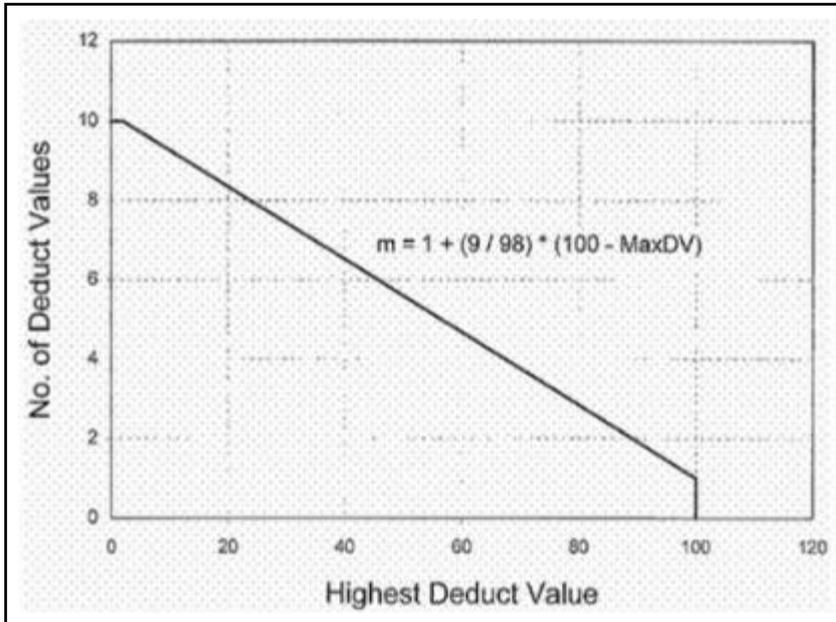
Donde:

HDV<sub>i</sub> = mayor deducción individual de la unidad de muestreo.

m = Para calcular el número máximo admisible de valores deducidos (m) puede utilizarse la tabla de regularización del número de valores reducidos o la fórmula que figura a continuación.

**Figura 54**

*Ajuste del Número de Valores Deducidos*



Fuente: (Vásquez, 2002).

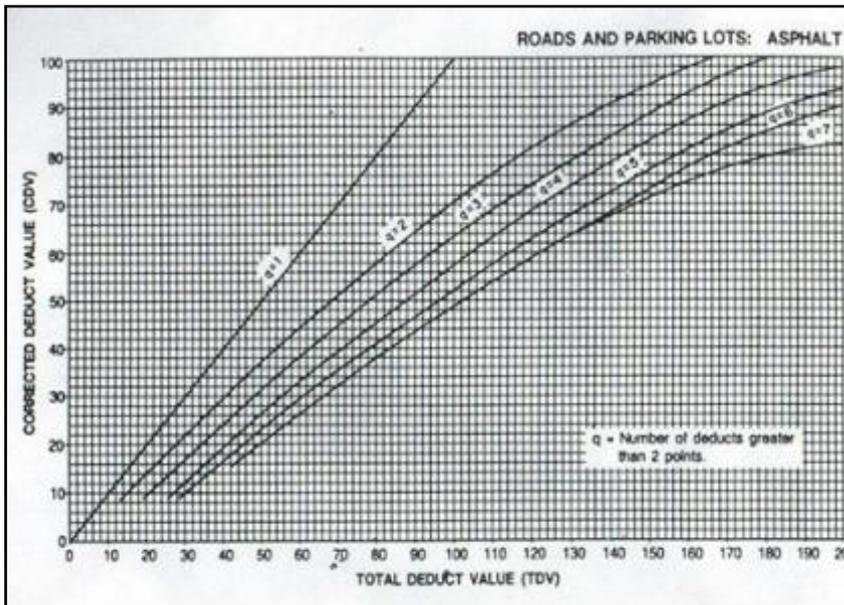
El número de valores sustraídos únicos se reduce a **m** cuando se incluye el componente fraccionario. Si hay menos valores sustraídos disponibles que **m**, se utilizan todos los valores disponibles.

Etapa 3: Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV)

- ✓ Una vez obtenido el número máximo permitido de valores deducidos (m), debe determinarse el valor máximo deducido corregido mediante iteración. En primer lugar, se calcula el importe total deducido sumando los importes individuales deducidos.
- ✓ Determinar el VCD utilizado para calcular q.  $q = m$  en la primera iteración, y el valor total estimado a partir de la curva de corrección adecuada al tipo de firme, como se ilustra a continuación:

**Figura 55**

*Curva de Corrección para Pavimentos de Asfalto*



*Fuente:* (Sotil, 2012).

- ✓ En el siguiente ciclo, el valor deducido se modifica al 2% y luego se totaliza para obtener un nuevo valor deducido total, en este caso  $q$  es igual a " $m-1$ ". Hasta que  $q$  sea igual a 1, se repite el mismo método.
- ✓ El CSD máximo es el mayor de los CSD adquiridos en esta operación; utilizando este valor, podemos calcular el ICP mediante la siguiente fórmula:

$$PCI = 100 - \text{máx. CDV}$$

Donde:

Max. CDV = Máximo valor deducido corregido

PCI = Índice de condición de pavimento

#### **2.2.10.6.2. Determinación del PCI de la sección.**

Si se han inventariado todas las unidades de muestreo o se han elegido al azar todas las unidades de muestreo inspeccionadas, el PCI de la sección se calcula como el PCI ponderado de la zona en la que están situadas las unidades de muestreo inspeccionadas.

Donde:



$PCI_r$  = PCI ponderado del área de las unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria.

$PCI_{ri}$  = PCI de la unidad de muestra aleatoria “i”.

$$PCI_s = PCI_r \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}}$$

$A_{ri}$  = área de la unidad de muestra aleatoria “i”.

n = número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

Si se han examinado unidades de muestreo adicionales, el ICP ponderado por superficie de esas unidades adicionales se determina mediante la siguiente fórmula:

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} \times A_{ai})}{\sum_{i=1}^m A_{ai}}$$

$$PCI_s = \frac{PCI_r (A - \sum_{i=1}^m A_{ai}) + PCI_a (\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A}$$

El PCI de un segmento de firme se calcula mediante la siguiente ecuación:

Donde:

$PCI_{ai}$  = PCI de la unidad de muestra adicional “i”.

$PCI_a$  = PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales.

A = área de la sección.

$PCI_s$  = PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

$A_{ai}$  = área de la unidad de muestra adicional “i”.

m = número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.

### **2.2.11. Método paser.**

Phil Scherer, planificador de transportes de la Región Noroeste de Wisconsin, creó el sistema original de gestión de rutas en el que se basa el sistema PASER.

PASER se basa principalmente en la inspección visual para determinar la calidad de la superficie del pavimento. La identificación de los distintos tipos de pavimento y de



los deterioros es esencial para una buena evaluación, y su vinculación a una causa de las condiciones existentes es crucial para seleccionar un enfoque adecuado de mantenimiento o rehabilitación.

En una escala que va de 10 (bueno) a 1 (malo), se mide la calificación del estado de la superficie del pavimento (fallado).

Este índice de calificación depende de cada tipo de fallo y de su gravedad.

#### **2.2.11.1. Proceso para la evaluación del pavimento método PASER y calificación de la superficie.**

Se evalúan la degradación de la superficie (estado), las propiedades de la superficie de deslizamiento y la resistencia estructural (pavimento y deflexión). Para estructurarlo se siguen los siguientes pasos:

1. Para una determinada red de carreteras, localizar los tramos y secciones que se van a inspeccionar como parte de un inventario de averías por muestreo.
2. Hay un número predeterminado de grietas potenciales en cada parte del pavimento.

Estos datos se introducen en formularios que se han construido específicamente para este fin, y a continuación se dan las definiciones de cada fallo:

- a) El tipo de falla (anotando el N° según el tipo de pavimento).
- b) La cantidad de la falla (medida o contada).
- c) La calificación (fracasado, muy pobre, pobre, razonable, bueno, muy bueno y excelente).
- d) El porcentaje de área afectada.

##### **2.2.11.1.1. Medidas correctoras según la valoración PASER.**

1. Utilizando un muestreo estadístico de todas las secciones de pavimento que forman los tramos de la red vial, los reconocimientos sobre el terreno y las ideas de las fases anteriores, se determina el valor PASER de todas las secciones reconocidas. La valoración final del estado superficial del pavimento es la siguiente:
  - ✓ Valoración de 9 y 10 no requiere mantenimiento.
  - ✓ Calificación 8 poco o ningún mantenimiento.
  - ✓ El mantenimiento, el sellado de grietas y los pequeños parches forman parte de la descripción del trabajo de la Calificación 7.



- ✓ Tratamientos conservadores en la calificación 5 y 6.
  - ✓ Evaluación de la mejora estructural y nivelación para las calificaciones 3 y 4 (superposición o reciclaje).
  - ✓ Calificación 1 y 2 de reconstrucción
2. Proporcionar un resumen final de las partes de la superficie del pavimento analizadas.

#### **2.2.11.2. Inspección del Pavimento, determinación del número y área de cada sección de medición de PASER.**

Para la división de partes del área investigada, quedará a criterio del evaluador en función del proyecto en cuestión, con la recomendación de que no se excluya ninguna porción de la carretera a evaluar por fallas consideradas por la técnica PASER en pavimentos asfálticos.

Las fallas y calificaciones del método PASER para pavimentos asfálticos se incluyen en la siguiente tabla:

**Tabla 10**

*Pavimentos Asfálticos-Método PASER Fallas y Calificación*

Tipos de fallas	Calificación PASER
1. Lleno de surcos	1. Fracaso
2. Distorsión	2. Muy pobre
3. Grietas transversales	3. Pobre
4. Grietas de deflexión	4. Razonable
5. Grietas de resbalamiento	5. Razonable
6. Grietas longitudinales	6. Bueno
7. Grietas de bloque	7. Bueno
8. Grietas de cocodrillo	8. Muy bueno
9. Parches	9. Excelente
10. Huecos	10. Excelente

*Fuente:* Manual PASER asphalt roads, pavement surface evaluation and rating. university of Wisconsin Madison transportation center.

##### **2.2.11.2.1. Lleno de surcos.**

Un diseño deficiente de la base o de la subrasante es responsable de los graves surcos de más de cinco centímetros de profundidad y que corresponden a franjas longitudinales o canales en los que se han perdido los áridos de la mezcla asfáltica.



### Figura 56

*Lleno de Surcos*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.

En los tratamientos superficiales, se debe a un defecto en la distribución transversal del ligante bituminoso o del árido, que provoca el desprendimiento de los áridos; en el hormigón asfáltico, se debe a la erosión del agua en lugares con fuertes pendientes. En ambos casos, el resultado es la separación de los áridos.

#### **2.2.11.2.2. Distorsión.**

Este fenómeno, también conocido como ondulación, se produce cuando el material se desplaza perpendicularmente a la dirección del flujo creado. Cuando la mezcla asfáltica es inestable debido a la baja calidad de los áridos o a un diseño inadecuado de la mezcla, puede formarse ondulación. Una desintegración suave y un recubrimiento de mezcla asfáltica estable sirven como reparación.

La sedimentación, las heladas y otros fenómenos también pueden sesgar los pavimentos. El pavimento puede repararse temporalmente con parches. Para un tratamiento permanente suele ser necesario retirar la subrasante deficiente y reconstruirla.



### Figura 57

#### *Distorsión*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.

#### **2.2.11.2.3. Grietas transversales.**

Las grietas transversales son las que se encuentran aproximadamente en ángulo recto con respecto a la línea central. Suelen estar espaciadas uniformemente. El motivo es la sincronización provocada por las variaciones de temperatura y el endurecimiento del asfalto con la edad.

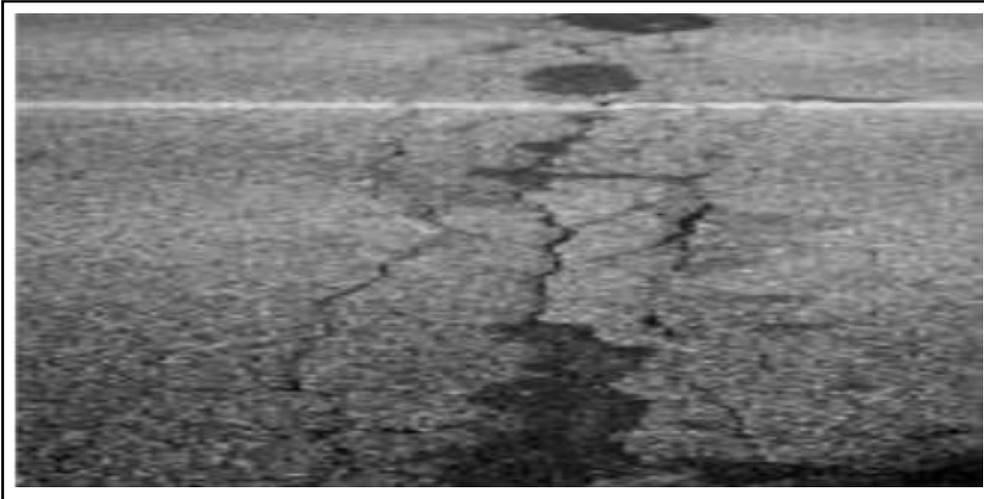
Suelen empezar como grietas finas o muy pequeñas, pero a medida que envejecen y se ensanchan, pueden convertirse en grietas numerosas o secundarias si no se sellan y mantienen adecuadamente.

Debido a la erosión y al agrietamiento del pavimento cercano, los márgenes de las grietas pueden seguir degradándose. Selle las grietas de más de 1/4" para evitar que entre agua y cause daños.



**Figura 58**

*Grietas Transversales*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.

#### **2.2.11.2.4. Grietas de reflexión.**

Las capas del dibujo bajo el pavimento reflejan grietas. Son difíciles de detener y arreglar. Pueden arreglarse con superposiciones o reconstrucciones sustanciales, que a menudo requieren juntas de hormigón a través de la superposición de las partes bituminosas.

**Figura 59**

*Grietas de Reflexión*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.



#### 2.2.11.2.5. *Grietas de resbalamiento.*

Desplazamiento entre una capa y una subcapa de pavimento. La probabilidad de desplazamiento es mayor en los cruces con tráfico de parada y arranque. Los daños pueden repararse retirando la capa superior y repavimentando con un ligante irrigado.

#### **Figura 60**

*Grietas de Resbalamiento*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.

#### 2.2.11.2.6. *Grietas longitudinales.*

Las fracturas longitudinales se conocen a veces como fracturas transversales. Durante la construcción, la falta de adherencia crea fracturas en el carril, también conocidas como grietas centrales. Las grietas longitudinales en la trayectoria de las ruedas indican el fallo de grandes cargas de camiones causado por la fatiga.

Las grietas longitudinales en un zapato de llanta pueden deberse a un mal drenaje, a un soporte insuficiente del hombro o a la acción de las heladas. Las fracturas longitudinales suelen empezar como líneas finas o cambiar de tamaño, estrechándose y ensanchándose y erosionándose, lo que significa que hay que reforzar la plantilla o reconstruir.



**Figura 61**

*Grietas Longitudinales*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.

#### **2.2.11.2.7. Grietas de bloque.**

Estas fisuras suelen conectarse en ángulos aproximadamente rectos en enormes bloques. El diámetro de un bloque puede variar desde un pie hasta al menos tres metros. Una separación más estrecha indica que el asfalto ha envejecido más rápidamente debido a la contracción y el endurecimiento con el paso del tiempo. Para evitar la erosión del asfalto, utilice la superposición o reconstrucción en las últimas fases de la reparación del asfalto, y el sellado en las primeras.

**Figura 62**

*Grietas de Bloque*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.

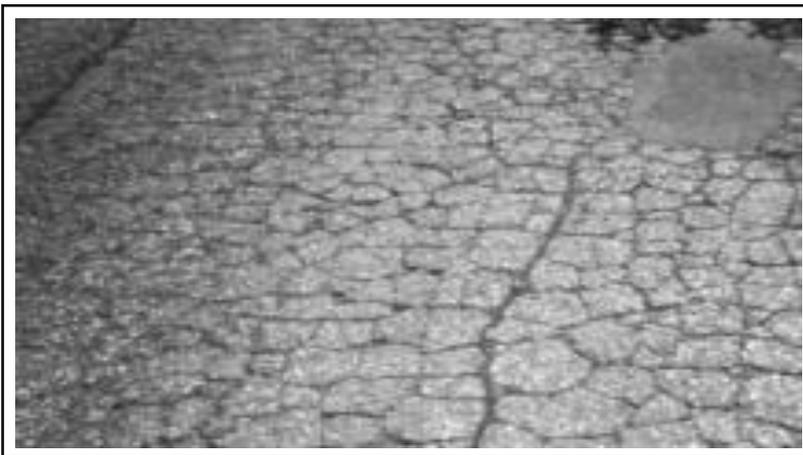


#### 2.2.11.2.8. *Grietas de cocodrilo.*

Se trata de fisuras unidas que han formado pequeños fragmentos de un tamaño que oscila entre 1" y 6". Su causa es el fallo de la superficie provocado por las cargas del tráfico (fatiga) y, a menudo, por un apoyo insuficiente de la base o subbase. Sus opciones de restauración incluyen la sustitución de la base y la superficie, la excavación de zonas localizadas y. La reconstrucción puede sugerirse como la mejor opción cuando este fallo es generalizado. En tales circunstancias, a menudo es necesario mejorar el sistema de drenaje actual en la ruta evaluada.

#### **Figura 63**

*Grietas de Cocodrilo*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.

#### **Figura 64**

*Grietas de Cocodrilo*



*Fuente:* Elaboración Propia (tramo de subida progresiva: km 02+310- km 02+340).



#### **2.2.11.2.9. Parches.**

Los parches son la reparación superficial de los huecos con un nuevo asfalto. Esto denota la restauración de un defecto del pavimento o la utilidad de la excavación. Los parches agrietados, asentados, alabeados o con motivos subyacentes sugieren que aún existen defectos. Cuando hay mucho sufrimiento presente, es necesario reciclar o reconstruir.

#### **Figura 65**

*Parches*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.

#### **2.2.11.2.10. Huecos**

Son el resultado de la pérdida de material del pavimento como consecuencia de las cargas de tráfico, el desgaste y las presiones, a menudo junto con un drenaje inadecuado. La excavación y la reparación de baches son dos opciones para su reparación.

#### **Figura 66**

*Huecos*



*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.



**Tabla 11**

*Sistema de Clasificación, Características y Calificación por la Metodología PASER*

Superficie visible	Malestar	Estado general/las medidas de tratamiento
10 Excelente	Ninguno	Nueva construcción
9 Excelente	Ninguno	Superposiciones recientes. Como nuevo.
8 Muy bueno	Sin grietas longitudinales, excepto la reflexión de las juntas de pavimentación. Ocasionales grietas transversales, ampliamente espaciados (40" o mayor). Todas las grietas selladas o apretado (abierto menos de ¼") Desmoronamiento muy leve o no, la superficie muestra cierto desgaste de tráfico.	Capa de sellado reciente o nueva mezcla en frío. Poco o ningún mantenimiento necesario
7 Bueno	Grietas longitudinales (abierto ¼") debido a la reflexión de las articulaciones del pavimento. Grietas transversales (abierto ¼") espaciados 10" o más separados, poco o leve desmoronamiento. Parches o remiendos muy pocos en excelentes condiciones.	Los primeros signos del envejecimiento. Mantener rellena la grieta.
6 Bueno	Desmoronamiento leve (perdida de las multas) y el desgaste del tráfico. Grietas longitudinales (abierto ¼"-1/2"), algunos separados menos de 10". Primera señal de craqueo de bloque. Parches ocasionales en buenas condiciones.	Muestra signos de envejecimiento. Se podría prolongar la vida con una capa de sello
5 Razonable	Moderada a severa pérdida de agregado fino y grueso. Grietas longitudinales y transversales (abierto ¼"- 1/2"), muestran primeros signos de desmoronamiento leve y grietas secundarias. Los primeros signos de grietas longitudinales cerca del borde del pavimento. Bloque craqueo hasta el 50% de la superficie. Pulido severo. Algunos parches o acuíñamiento en buen estado.	Superficie envejecimiento. Integridad estructural condición. Necesidades capa de sellado delgado o superpuesta (menos de 2").
4 Razonable	Desmoronamiento de superficie severa. Múltiples agrietamientos longitudinales y transversales, con desmoronamiento leve. Grietas longitudinales en el recorrido de la rueda. Formación de grietas de borde (más del 50% de la superficie). Parches en buenas condiciones. Ahuellamiento leve o distorsiones (1/2" de profundidad o menos).	Envejecimiento significativo y primeras señales de la necesidad de fortalecimiento. Ojalá beneficiarse de una superposición estructural (2" o más).



3 Pobre	Estrechamente espaciados grietas longitudinales y transversales que muestran a menudo desmoronamiento y la erosión de la grieta. Agrietamiento de bloque severo. Algunos agrietamientos de cocodrilo (menos de 25% de la superficie). Parches en malas condiciones. Baches ocasionales.	Necesidades de parcheo y la reparación antes de la superposición importante. Fresado y eliminación de deterioro se extiende la vida de superposición
2 Muy pobre	Agrietamiento cocodrilo (más del 25% de la superficie). Distorsiones graves (más de 2" de profundidad). Amplia aplicación de parches en mal estado.	Grave deterioro. Necesita la reconstrucción con una amplia base de reparación. La pulverización del viejo pavimento es eficaz.
1 Fracasado	Dificultad grave con pérdida extensa de integridad de la superficie.	Necesita una total reconstrucción.

*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.



Utilizando el enfoque PASER, se emplea el siguiente FORMATO para la inspección del pavimento, la identificación del tipo de fallo y la evaluación de la gravedad, la magnitud y la zona afectada.

**Tabla 12**

*Sistema de Clasificación, Características y Calificación por la Metodología PASER*

Estado general/las medidas de tratamiento	Imagen
10.- Nueva construcción	
9.- Superposiciones recientes. Como nuevo.	
8.- Nueva mezcla en frío o nueva capa de sellado, lo que usted quiera. Se necesita muy poco o casi ningún mantenimiento.	
7.- Las primeras manifestaciones del envejecimiento. Mantener el relleno de la grieta.	



---

Estado general/las medidas de tratamiento

Imagen

---

6.- Muestra los indicios del envejecimiento. Si te pusieras un abrigo de foca, quizá vivirías más.



---

5.- Envejecimiento de la superficie  
Condición relativa a la integridad estructural. Requiere una capa de sellado muy fina o superpuesta. (menos de 2”).



---

4.- Síntomas significativos de envejecimiento y el inicio del camino hacia la necesidad de un refuerzo. Con un poco de suerte, esto mejorará gracias a un recubrimiento estructural. (2” o más).



---

3.- Antes de la gran superposición, es necesario parchear y reparar. El fresado y la eliminación de la degradación pueden alargar la vida de un recubrimiento.



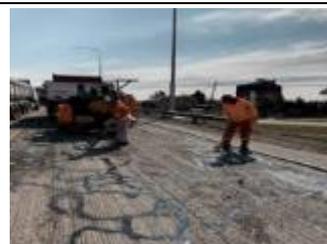
---

2.- Degradación severa. Necesidad de reparación y sustitución, especialmente de la base. La pulverización sobre pavimento previamente utilizado es un método eficaz.



---

1.- Necesita una total reconstrucción



---

*Fuente:* Manual de evaluación PASER de pavimentos asfálticos.



**Tabla 13**

*Formato para la Inspección de Pavimentos Método PASER*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO															
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA															
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL															
		HOJA DE REGISTRO DE LA UNIDAD DE MUESTRA															
<b>"ANALISIS COMPARATIVO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LA AV LA CULTURA POR LOS METODOS PASER Y PCI AÑO 2022"</b>																	
Nombre de la Via: Av. La cultura entre Santa Ursula Y Marical Gamarra -Bajada										Asesor: ING.JEAN F. PEREZ.MONTESINOS							
EVALUADO POR: CARRION HULLCA ERIKA Y SALAZAR VALCARCEL JHON WALDI																	
Fecha:										N° de Tramo:							
Area De Muestra:		m2								Programacion Inicial:		Programa Final:					
<b>TIPOS DE FALLAS</b>										<b>CALIFICACION PASER</b>							
1. Llano de surcos 2. Distorcion 3. Grietas transversales 4. Grietas de reflexion 5. Grietas de resbalamiento 6. Grietas longitudinales 7. Grietas de bloque 8. Grietas de cocodrilo 9. Parches 10. Huecos										1. Fracasado 2. Muy pobre 3. Pobre 4. Razonable 5. Razonable 6. Bueno 7. Bueno 8. Muy bueno 9. Excelente 10. Excelente							
<b>TIPOS DE FALLAS EXISTENTES Y CALIFICACION</b>																	
N°	GRAFICO	TIPO DE FALLA	CALIFICACION PASER										AREA DE LA FALLA			% DE AREA	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	L (m)	H (m)	A (m2)		
1																	
2																	
SUB TOTAL 1																	

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 14**

*Contabilizando con el Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial –*

*Fallas de los Pavimentos Asfálticos Pag.86*

Clasificación de los deterioros/ fallas	Código de deterioro/ falla	Deterioro/ falla	Gravedad
Deterioros o fallas estructurales	1	Piel de cocodrilo	1: Malla grande (> 0.5 m) sin material suelto 2: Malla mediana (entre 0.3 y 0.5 m) sin o con material suelto 3: Malla pequeña (< 0.3 m) sin o con material suelto.
	2	Fisuras longitudinales	1: Fisuras finas en las huellas del tránsito (ambos < 1 mm) 2: Fisuras medias corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y < 3 mm) 3: Fisuras gruesas correspondientes a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grietas.
	3	Deformación por deficiencia estructural	1: Profundidad sensible al usuario < 2 cm 2: Profundidad entre 2 cm y 4 cm 3: Profundidad > 4 cm
	4	Ahuellamiento	1: Profundidad sensible al usuario, pero < 6 mm 2: Profundidad > 6 mm y < 12 mm 3: Profundidad > 12 mm
	5	Reparaciones o parchados	1: Reparación o parchado para deterioros superficiales 2: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en buen estado. 3: Reparación de piel de cocodrilo o de fisuras longitudinales, en mal estado.
Deterioros o fallas superficiales	6	Peladura y desprendimiento	1: puntual sin aparición de la base granular (peladura superficial) 2: Continuo sin aparición de la base granular o puntual con aparición de la base granular. 3: continuo con aparición de la base granular.
	7	Baches (huecos)	1: Diámetro < 0.2 m 2: Diámetro entre 0.2 y 0.5 m 3: Diámetro > 0.5 m
	8	Fisuras transversales	1: fisuras finas (ancho < 1mm) 2: fisuras medias, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 1 mm y < 3 mm) 3: fisuras gruesas, corresponden a fisuras abiertas y/o ramificadas (ancho > 3 mm). También se denominan grieta.

*Fuente:* Manual de Carreteras Mantenimiento o Conservación Vial 2018.



## 2.3. Hipótesis

### 2.3.1. *Hipótesis General*

El análisis comparativo de los índices de condición de pavimento de la Av. La Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra mediante los métodos PASER y PCI tienen un rango de 6.5 y 60.

### 2.3.2. *Sub Hipótesis*

#### a) **Sub Hipótesis n°01**

La densidad de fallas en el pavimento de la Av. la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI tiene un área afectada de menor porcentaje.

#### b) **Sub Hipótesis n°02**

Los tipos de fallas más frecuentes en el pavimento de la Av. la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra según el método PASER y PCI son grietas longitudinales, transversales, ahuellamiento y piel de cocodrilo.

#### c) **Sub Hipótesis n°03**

La dirección de calzada más crítica con respecto a la calidad del pavimento en la Av. la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI es la calzada de subida.

## 2.4. Definición de Variables

### 2.4.1. *Variables Dependientes*

Transitabilidad: Se puede transitar de manera adecuada por el pavimento flexible.

#### 2.4.1.1. **Indicadores de variables dependientes.**

- Valor del índice de Condición del Pavimento

### 2.4.2. *Variables Independientes*

El Índice de Estado del Pavimento es un índice numérico que va de cero (0) para un pavimento en mal estado a cien (100) para un pavimento en excelente estado. Una



puntuación de cero indica que el pavimento está en muy mal estado. (Vasquez Varela, 2002).

#### 2.4.2.1. Indicadores de variables independientes.

- Magnitud de fallas
- Tipos de falla
- Severidad

#### 2.4.3. Cuadro de Operacionalización de Variables

**Tabla 15**

*Cuadro de Operacionalización de Variables*

Tipo de Variables	Denominación de la Variable	Descripción de la variable	Indicador	Instrumento Metodológico
Dependientes	Transitabilidad	Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado, tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un periodo determinado	Valor del índice de condición del pavimento	Norma ASTM D6433 y ASPHAL PASER
Independientes	Condición del pavimento	Para el PCI es un valor numérico que indica el estado del pavimento que varía desde cero (0), para un pavimento fallado, hasta cien (100), para un pavimento en perfecto estado  Y para el PASER un valor numérico (1) que indica fallado y (10) que indica excelente	Magnitud de fallas, Tipos de fallas, Severidad de fallas	Fichas de campo Establecidos por norma ASTM D6433-03-PCI y ASPHAL PASER

*Fuente:* Elaboración Propia.



## CAPITULO III

### METODOLOGÍA

#### 3.1. Metodología de la Investigación

##### 3.1.1. *Tipo de Investigación*

La investigación cuantitativa utiliza los números y el recuento para encontrar patrones en el comportamiento de una población. También implica recopilar y analizar datos para responder a preguntas de investigación y probar hipótesis ya formuladas. (Hernández Sampieri, 2010).

En el caso de nuestra investigación los resultados serán índices numéricos; que representan una calificación del estado de pavimento. Además, porque en nuestra investigación:

- Llevaremos a cabo la observación y evaluación de fenómenos.
- Estableceremos suposiciones como consecuencia de la observación realizada.
- Usaremos la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica.
- Analizaremos e interpretaremos los datos de nuestra muestra para establecer patrones de comportamiento.
- Justificaremos los datos y daremos conclusiones de nuestras suposiciones en base a las pruebas y análisis.

##### 3.1.2. *Nivel de Investigación*

El nivel de investigación del proyecto de tesis es “Descriptivo”, porque indica cómo es un fenómeno o evento, cuando se busca especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes del fenómeno a estudiar, además describe la realidad, sin alterarla. (Hernandez Sampieri, 2010)

La base de esta investigación es la recopilación de datos mediante fichas de recolección de datos. Los resultados se mostrarán en tablas, gráficos circulares, diagramas de barras y otros tipos de diagramas.



### 3.1.3. Método de Investigación

Este estudio utiliza un enfoque "hipotético-deductivo", en el que se plantea una hipótesis utilizando el razonamiento deductivo para extraer inferencias específicas de la hipótesis que luego pueden ponerse a prueba mediante la experimentación. (Hernandez Sampieri, 2010).

## 3.2. Diseño de la Investigación

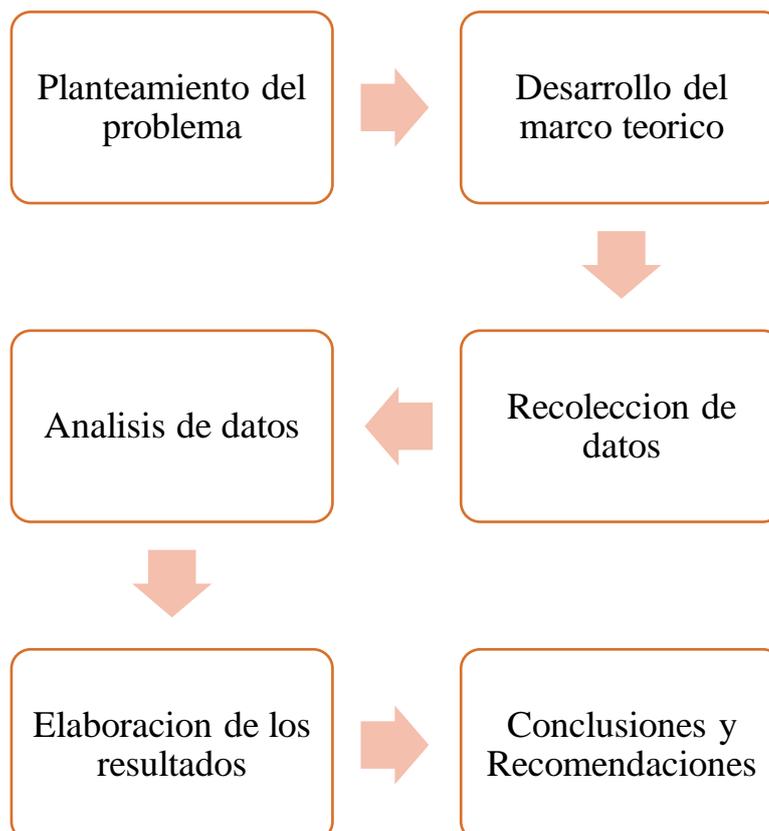
### 3.2.1. Diseño Metodológico

La presente investigación se considera "No experimental", ya que en la recolección de datos se utilizó una herramienta visual para descubrir fallos sin modificar la zona de estudio.

En esta investigación nos enfocamos en los siguientes pasos secuenciales para nuestra metodología de trabajo:

**Tabla 16**

*Diseño Metodológico*



*Fuente:* Elaboración Propia.



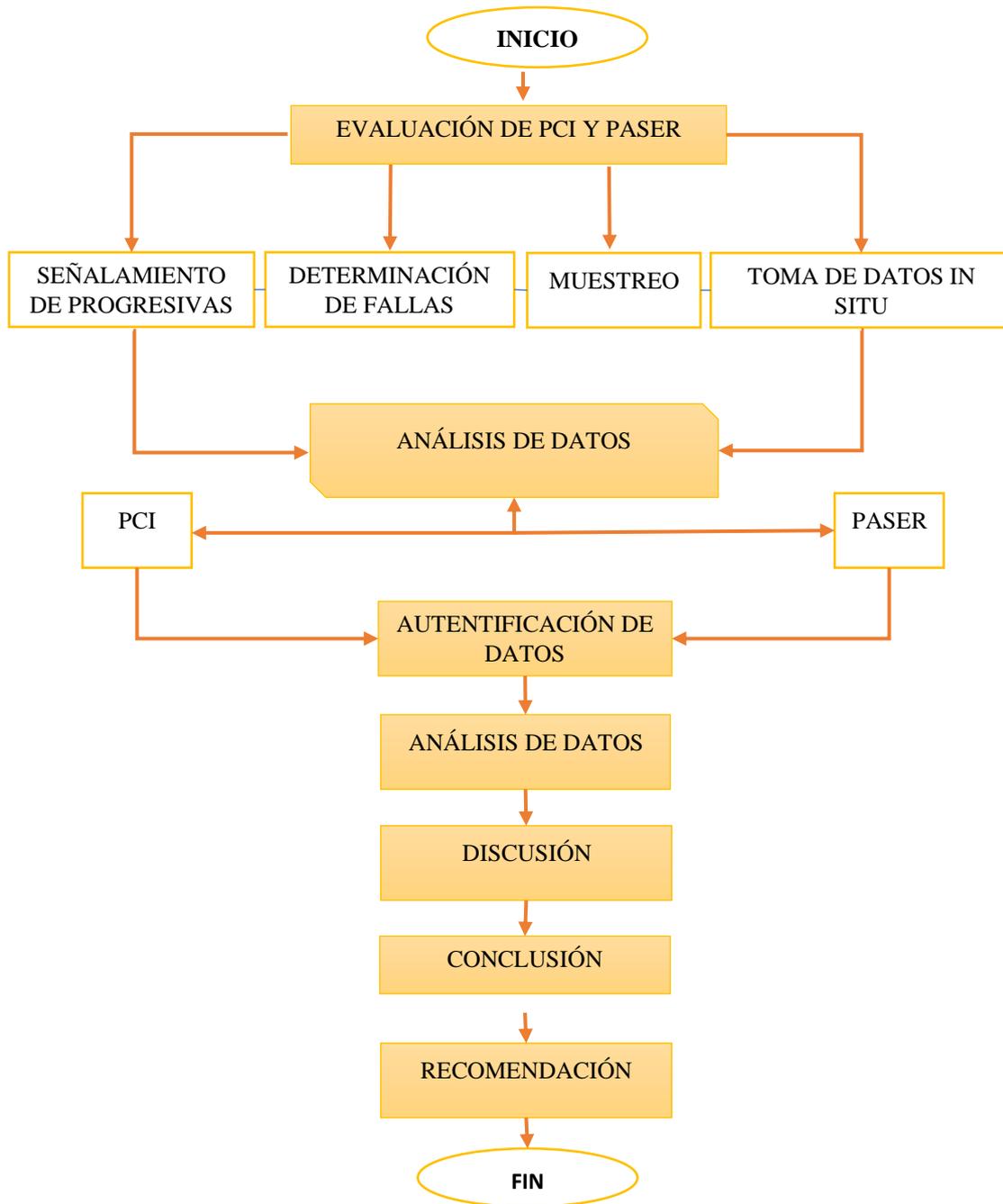
La investigación consiste en obtener datos del mundo real utilizando los métodos PCI y PASER. Se evaluará el estado superficial del pavimento en ambos sentidos del tramo de la Avenida Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra, y se propondrán las mejores soluciones técnicas y financieras.



### 3.2.2. Diseño de Ingeniería

Figura 67

Diagrama de Flujo



Fuente: Elaboración Propia.



### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

##### **3.3.1.1. Descripción de la población.**

La población será representada a lo largo de la Av. de la Cultura que comprende desde el primer paradero de San Sebastián hasta el paradero de Rimacpampa en una longitud total de 7300 metros lineales de ida y vuelta.

##### **3.3.1.2. Cuantificación de la Población.**

La población siguiente estará conformada por 2 calzadas, una de subida que está conformado por 3 carriles y una de bajada que también está conformado por 3 carriles.

- Calzada de subida: Limite entre Wánchaq y San Sebastián- Intersección Avenida de la cultura con Avenida Mariscal Gamarra
- Calzada de bajada: Intersección Avenida de la cultura con Avenida Mariscal Gamarra-Limite entre Wánchaq y San Sebastián

#### **3.3.2. Muestra**

##### **3.3.2.1. Descripción de la muestra.**

La muestra está representada desde Santa Úrsula hasta Mariscal Gamarra con una longitud total de 5100 metros lineales de ida y vuelta.

##### **3.3.2.2. Descripción de la muestra.**

La muestra de esta investigación está comprendida por dos calzadas que conforma la Av. la Cultura y son de pavimento flexible.

- ✓ Calzada de subida: Santa Úrsula – Mariscal Gamarra
- ✓ Calzada de bajada: Mariscal Gamarra – Santa Úrsula

##### **3.3.2.3. Método de muestreo.**

Para realizar el estudio se utilizó el método de muestreo probabilístico, ya que se seleccionaron muestras de la población investigada en función de los requisitos para el análisis.



#### **3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra.**

La muestra se analizó con manuales, guías y formatos los que fueron diseñados para poder entender la metodología PCI y PASER.

En esta evaluación también tenemos un recorrido personal de toda el área de trabajo tanto la calzada de subida y la calzada de bajada, asimismo para poder realizar el análisis de cada unidad se delimitará por progresivas de inicio y una progresiva de final.

Por lo tanto, ya realizada la demarcación de las progresivas se podrá analizar cada una de las unidades de muestra definidas en campo sin excluir ninguna unidad de muestra para que tengamos resultados de la situación actual.

- **Método PCI**

Utilizando el manual del Índice de Estado del Pavimento (PCI) para pavimentos asfálticos, que clasifica todos los fallos según su correspondiente grado de gravedad, se tomaron 170 unidades de muestra para analizar los fallos. Se examinó cada unidad de muestra sin excepción.

- **Método PASER**

Se ha considerado que la superficie de la unidad de muestreo es la misma para los procedimientos PCI y PASER para un análisis óptimo.

#### **3.3.3. Criterio de Inclusión**

Para los criterios de inclusión se tomó en cuenta lo siguiente:

- ✓ Que la calzada a analizar debe ser de pavimento flexible
- ✓ La calzada debe estar libre de Transitabilidad vehicular para la evaluación en su totalidad.
- ✓ La calzada de pavimento flexible a evaluar debe de tener una antigüedad mayor a 4 años
- ✓ La calzada debe de tener conexión a diferentes avenidas para una libre circulación vehicular.



### **3.4. Instrumentos**

#### **3.4.1. Instrumentos Metodológicos o Instrumentos de Recolección de Datos**

Los instrumentos a utilizar para la recolección de datos en variables independiente son:

- Formatos de evaluación de PCI
- Formato de evaluación del PASER
- Curvas de evaluación para el cálculo del PCI
- Evaluación del PASER mediante una tabla de clasificación

#### **3.4.2. Instrumento de Ingeniería**

- Conos de seguridad
- Wincha 50 m
- Cinta Métrica de 5 m
- Regla metálica
- Regla de madera
- Pizarra Acrílica
- Cámara
- Laptop
- Google Earth Pro

### **3.5. Procedimiento de Recolección de Datos**

#### **3.5.1. Recolección de Datos de campo para el Índice de Condición del Pavimento (PCI) y Método PASSER**

Para la realización de recolección de datos, se tomó el procedimiento del levantamiento topográfico:

- Al realizar el levantamiento topográfico se hizo el reconocimiento del lugar de trabajo que en este caso viene hacer la AV. La cultura calzada de subida y bajada como viene hacer la intersección entre san Sebastián y Wanchaq paradero de Santa Ursula y Av. La cultura con intersección con Mariscal Gamarra.
- Se tomo la wincha de 50 metros, de las cuales esta se inició con la progresiva 0+00 a la 0+030 que vendrían hacer la primera progresiva.



**Figura 68**

*Demarcación de Progresivas cada 30m*



- Para esto se tomaron puntos cada 30 metros de longitud y cada 30 metros se marcaron las progresivas, también se dejan puntos estratégicos tales como los BMs para el replanteo.
- En las cuales se obtuvo en la calzada de subida de 2+550 y en la calzada de bajada también los 2+550

**Figura 69**

*Demarcación de Puntos estratégicos*



*Fuente: Elaboración Propia.*



- Para la marcación de las progresivas se marcaron en lugares estratégicos para poder identificar los tramos que se encuentran en mal estado, lo cual esto nos dará los resultados del PCI Y PASER

### Figura 70

*Pintado de progresivas en lugares estratégicos.*



*Fuente:* Elaboración Propia.

La importancia de los BMs es para poder identificar cada calzada obtenido en los resultados, concluyendo cuál de las calzadas se encuentran en mal estado o cual de estas calzadas se encuentran en buen estado y nos permitirá ir a campo teniendo en cuenta las progresivas marcadas en todo el tramo y poder identificar cuál de las calzadas o progresivas necesitará un mantenimiento.

Es importante tener en cuenta los BMs para las personas interesadas en esta investigación realizar un mantenimiento y lo puedan realizar de acuerdo a los resultados obtenidos en esta tesis y puedan guiarse con las progresivas dejadas en campo.

#### a) Equipos utilizados en campo

- Cinta métrica
- Wincha de 50 m
- Regla de madera (listón)
- Cámara

#### b) Procedimiento

Se trata de un proceso de recopilación de datos idéntico para los métodos PCI y PASSER; la única variación es que los fallos se identifican de acuerdo con los requisitos de cada metodología.

b.1) El primer paso consistió en analizar los parámetros de la calzada examinada: longitud, ancho, número de carriles, tipo de firme, etc.

b.2) Se tomaron medidas cada 30 metros para marcar el inicio y el final de las partes ascendentes y descendentes de las progresivas Santa Úrsula - Mariscal Gamarra en la Av. la Cultura. Tanto el enfoque PCI como el PASSER presuponen este requisito.

### Figura 71

#### *Demarcación de progresivas*



*Fuente:* Elaboración Propia.

b.3) El ancho de la calzada de la Av. la Cultura se midió cuando variaba en varias progresiones. Se han realizado cálculos con este criterio para determinar las unidades de muestreo y sus respectivas separaciones. Tanto la técnica PCI como la PASSER aplican este criterio. En la que se sacó un promedio de toda el área de estudio ya que el ancho varia en toda la calzada.



**Figura 72**

*Medición de Ancho de Calzada*



*Fuente:* Elaboración Propia.

b.4) Una vez calculadas las unidades de muestreo y medidas sus distancias, volvemos al campo para recoger los datos en los formatos que se confeccionaron tanto para el PCI como para el PASSER. Las longitudes de las unidades de muestreo se hicieron con base en el punto 2.2.10.2 y la tabla N°8.

Para el ejemplo se tomó la unidad de muestra número 01 en la Av. la cultura donde el ancho de calzada es de 10.5 metros como se mostró en la figura 69. Según el ítem 2.2.10.2 indica el rango del área de muestreo a considerar  $230 \pm 93 \text{ m}^2$  teniendo como máximo valor de muestra  $323 \text{ m}^2$  y como mínimo  $137 \text{ m}^2$ . La unidad de muestra se consideró cada 30 metros de longitud teniendo un ancho de calzada de 10.5 metros y que estas se encuentran en el rango ya mencionado.

b.5) En campo, con los resultados de gabinete que se obtuvieron se procede a medir, en este caso acorde al rango del cálculo anteriormente se tomara en cuenta cada 30 metros.

**Figura 73**

*Medición de la Unidad de Muestra*



*Fuente:* Elaboración Propia.

b.6) Se realiza el análisis y la recolección de datos de la unidad de muestra dentro de los 323 .00 m<sup>2</sup> (30.00 de largo y 10.5 de ancho).

**Figura 74**

*Medición de la Falla Transversal*



*Fuente:* Elaboración Propia.



Estas muestras deben medirse teniendo en cuenta el tamaño, el tipo y la gravedad de las averías. En este caso, se trata de una avería transversal de gravedad media.

b.7) Una vez recogidos los datos de la unidad de muestreo, se miden los 30 metros para poder analizar la siguiente unidad de muestreo y solucionar cualquier problema de la unidad anterior.

### **Figura 75**

*Medición de la Falla en Pavimento Flexible (Hueco-Severidad Media)*



*Fuente:* Elaboración Propia.

b.8) Se realizarán todos estos procedimientos anteriores desde la b.3 hasta la b.5 para la obtención de los siguientes datos que vienen hacer el tramo de subida y bajada de la AV. La cultura, hasta terminar la recolección de datos en toda la vía.

b.9) Tener en cuenta las variaciones de las longitudes y ancho de calzada, ya que estas deben de estar en un rango máximo de 323 m<sup>2</sup>.

### **c) Toma de Datos**

La forma de obtener la información se muestra a continuación. Dado que hay 85 unidades de muestra en la calzada de subida y 85 unidades de muestra en la calzada de bajada, y que el total de éstas puede verse en los anexos, sólo mostraremos 8 hojas de registro de un total de 170 unidades de muestreo para ambas calzadas.



- Toma de datos del método PCI de la calzada Santa Ursula – Mariscal Gamarra (Subida)

**Tabla 17**

*Unidad de Muestra 01 de la Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO							
<b>“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN LA AV. LA CULTURA ENTRE SANTA ÚRSULA Y MARISCAL GAMARRA POR LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022”</b>									
Nombre de la vía:	Av. La cultura entre Santa Ursula Y Mariscal Gamarra -Subida			ZONA	ESTE	NORTE	ELEVACION	OBSERVACION	
Evaluado por:	Erika Carrión Huílca y Jhon Walki Salazar Valcarcel			19L	181475	8502587	3310	U. MUESTRA 01	
Fecha:	jueves, 7 de Abril de 2022								
Progresiva inicial:	00+ 000	Unidad de Muestra	P- 01						
Progresica final:	00+ 030	Area Muestra:	315.00 m <sup>2</sup>						
TIPOS DE FALLA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE				ESCALA DE PCI					
1. PIEL DE COCODRILO	11. PARCHEO			100		EXCELENTE			
2. EXUDACIÓN	12. PULIMIENTO DE AGREGADOS			85		MUY BUENA			
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	13. HUECOS			70		BUENA			
4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	14. CRUCE DE VÍA FERREA			55		REGULAR			
5. CORRUGACIÓN	15. AHUELLAMIENTO			40		POBRE			
6. DEPRESIÓN	16. DESPLAZAMIENTO			25		MUY POBRE			
7. GRIETA DE BORDE	17. GRIETA PARABÓLICAS (SLIPPAGE)			10		FALLADO			
8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	18. HINCHAMIENTO			0					
9. DESNIVEL CARRIL / BERMA	19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS								
10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES									
FALLAS EXISTENTES									
Falla	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Valor Deducido				
3	M	18.00	18.00	5.71	12.00				
11	B	6.38	6.38	2.03	4.0				
12	M	42.64	42.64	13.54	10.7				
10	B	3.45	3.45	1.10	0.0				
1	A	6.50	6.50	2.06	42.5				
1	M	0.25	0.25	0.08	0.0				
8	B	0.45	0.45	0.14	0.0				

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 18**

*Unidad de Muestra 02 de la Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO	
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL	
<b>“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN LA AV. LA CULTURA ENTRE SANTA ÚRSULA Y MARISCAL GAMARRA POR LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022”</b>			
Nombre de la vía:	Av. La cultura entre Santa Ursula Y Marical Gamarra -Subida	ZONA	ESTE NORTE ELEVACION OBSERVACION
Evaluado por:	Erika Carrión Huilca y Jhon Waldi Salazar Valcarcel	19L	181444 8502591 3312 U. MUESTRA 02
Fecha:	jueves, 7 de Abril de 2022		
Progresiva inicial:	00+ 030	Unidad de Muestra	P- 02
Progresiva final:	00+ 060	Area Muestra:	315.00 m2
TIPOS DE FALLA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE			ESCALA DE PCI
1. PIEL DE COCODRILO	11. PARCHEO	100	EXCELENTE
2. EXUDACIÓN	12. PULIMIENTO DE AGREGADOS	85	MUY BUENA
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	13. HUECOS	70	BUENA
4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	14. CRUCE DE VÍA FERREA	55	REGULAR
5. CORRUGACIÓN	15. AHUELLAMIENTO	40	POBRE
6. DEPRESIÓN	16. DESPLAZAMIENTO	25	MUY POBRE
7. GRIETA DE BORDE	17. GRIETA PARABÓLICAS (SLIPPAGE)	10	FALLADO
8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	18. HINCHAMIENTO	0	
9. DESNIVEL CARRIL / BERMA	19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS		
10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES			
FALLAS EXISTENTES			
Falla	Severidad	Cantidades Parciales	Total Densidad % Valor Deducido
1	M	0.48	0.48 0.15 0.80
11	M	0.59	0.59 0.19 4.2
13	B	3.00	3.00 0.95 18.4
10	B	2.05	2.05 0.65 0.0
3	B	13.50	13.50 4.29 4.3

Fuente: Elaboración Propia.

- Toma de datos del método PCI de la calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula (Bajada)

**Tabla 19**

*Unidad de Muestra 03 de la Calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO								
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA								
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL								
<b>“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN LA AV. LA CULTURA ENTRE SANTA ÚRSULA Y MARISCAL GAMARRA POR LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022”</b>										
Nombre de la vía:	Av. La cultura entre Marical Gamarra y Santa Ursula-Bajada					ZONA	ESTE	NORTE	ELEVACION	OBSERVACION
Evaluated por:	Erika Carrión Huilca y Jhon Waldi Salazar Valcarcel					19L	179094	8503206	3362	U. MUESTRA 03
Fecha:	jueves, 7 de Abril de 2022									
Progresiva inicial:	00+ 060	Unidad de Muestra	P- 03							
Progresica final:	00+ 090	Area Muestra:	315.00 m2							
TIPOS DE FALLA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE					ESCALA DE PCI					
1. PIEL DE COCODRILO (m2)	11. PARCHEO (m2)	100			EXCELENTE					
2. EXUDACIÓN (m2)	12. PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	85			MUY BUENA					
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	13. HUECOS (und)	70			BUENA					
4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO (ml)	14. CRUCE DE VÍA FERREA (m2)	55			REGULAR					
5. CORRUGACIÓN (m2)	15. AHUELLAMIENTO (m2)	40			POBRE					
6. DEPRESIÓN (m2)	16. DESPLAZAMIENTO (m2)	25			MUY POBRE					
7. GRIETA DE BORDE (ml)	17. GRIETA PARABÓLICAS (SLIPPAGE) (m2)	10			FALLADO					
8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (ml)	18. HINCHAMIENTO (m2)	0								
9. DESNIVEL CARRIL / BERMA (ml)	19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)									
10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (ml)										
FALLAS EXISTENTES										
Falla	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Valor Deducido					
11	B	29.70	29.70	9.43	17.00					
10	M	34.00	34.00	10.79	23.0					
1	M	0.89	0.89	0.28	10.0					
10	B	11.00	11.00	3.49	2.0					

*Fuente:* Elaboración Propia.



**Tabla 20**

*Unidad de Muestra 04 de la Calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO											
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO											
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO											
<b>“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN LA AV. LA CULTURA ENTRE SANTA ÚRSULA Y MARISCAL GAMARRA POR LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022”</b>													
Nombre de la vía:	Av. La cultura entre Mariscal Gamarra y Santa Úrsula-Bajada		<table border="1"> <thead> <tr> <th>ZONA</th> <th>ESTE</th> <th>NORTE</th> <th>ELEVACION</th> <th>OBSERVACION</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>19L</td> <td>179125</td> <td>8503198</td> <td>3361</td> <td>U. MUESTRA 04</td> </tr> </tbody> </table>	ZONA	ESTE	NORTE	ELEVACION	OBSERVACION	19L	179125	8503198	3361	U. MUESTRA 04
ZONA	ESTE	NORTE		ELEVACION	OBSERVACION								
19L	179125	8503198		3361	U. MUESTRA 04								
Evaluated por:	Erika Carrión Huilca y Jhon Waldi Sakazar Valcarcel												
Fecha:	jueves, 7 de Abril de 2022												
Progresiva inicial:	00+ 090	Unidad de Muestra	<b>P- 04</b>										
Progresiva final:	00+ 120	Area Muestra:	<b>315.00 m2</b>										
TIPOS DE FALLA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE			ESCALA DE PCI										
1. PIEL DE COCODRILO (m2)	11. PARCHEO (m2)	100	<b>EXCELENTE</b>										
2. EXUDACIÓN (m2)	12. PULIMIENTO DE AGREGADOS (m2)	85	<b>MUY BUENA</b>										
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE (m2)	13. HUECOS (und)	70	<b>BUENA</b>										
4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO (ml)	14. CRUCE DE VÍA FERREA (m2)	55	<b>REGULAR</b>										
5. CORRUGACIÓN (m2)	15. AHUELLAMIENTO (m2)	40	<b>POBRE</b>										
6. DEPRESIÓN (m2)	16. DESPLAZAMIENTO (m2)	25	<b>MUY POBRE</b>										
7. GRIETA DE BORDE (ml)	17. GRIETA PARABÓLICAS (SLIPPAGE) (m2)	10	<b>FALLADO</b>										
8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA (ml)	18. HINCHAMIENTO (m2)	0											
9. DESNIVEL CARRIL / BERMA (ml)	19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS (m2)												
10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES (ml)													
FALLAS EXISTENTES													
Falla	Severidad	Cantidades Parciales	Total										
10	M	50.00	50.00										
11	M	28.20	28.20										
11	A	7.20	7.20										
1	M	1.65	1.65										
		Densidad %	Valor Deducido										
		15.87	22.00										
		8.95	29.0										
		2.29	27.0										
		0.52	10.0										

Fuente: Elaboración Propia.

- Toma de datos del método PASSER de la calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra (subida)



**Tabla 21**

*Unidad de Muestra 01 de la Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA										ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL						
UAC		HOJA DE REGISTRO DE LA UNIDAD DE MUESTRA																
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA AV LA CULTURA POR LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022"																		
Nombre de la Vía: Av. La cultura entre Santa Úrsula Y Mariscal Gamarra -Subida										Asesor: ING.JEAN F. PEREZ MONTESINOS								
EVALUADO POR: CARRION HULLCA ERIKA Y SALAZAR VALCARCEL JHON WALDI										N° de Tramo: 01								
Fecha:										Programación Inicial: 00+00 Programa Final: 00+030								
Área De Muestra: 315.00 m <sup>2</sup>										TIPOS DE FALLAS								
1. Lleno de surcos 2. Distorsion 3. Grietas transversales 4. Grietas de reflexion 5. Grietas de resbalamiento 6. Grietas longitudinales 7. Grietas de bloque 8. Grietas de cocodrilo 9. Parches 10. Huecos										1. Fracasado 2. Muy pobre 3. Pobre 4. Razonable 5. Razonable 6. Bueno 7. Bueno 8. Muy bueno 9. Excelente 10. Excelente								
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES Y CALIFICACION																		
N°	GRAFICO	TIPO DE FALLA	CALIFICACION PASER										AREA DE LA FALLA			% DE AREA		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	L (m)	H (m)	A (m <sup>2</sup> )			
1		6				X								19	1	19	6%	
2		8			X									1.2	5	6.00	2%	
3		9						X						12	9.5	114	36%	
4		8			X									3.4	6	20.4	6.48%	
SUB TOTAL 1																	159.40	51%

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 22**

*Unidad de Muestra 02 de la Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO																
FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																
HOJA DE REGISTRO DE LA UNIDAD DE MUESTRA		HOJA DE REGISTRO DE LA UNIDAD DE MUESTRA																
"ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DEL PAVIMENTO EN LA AV LA CULTURA POR LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022"																		
Nombre de la Vía: Av. La cultura entre Santa Úrsula Y Mariscal Gamarra -Subida		Asesor: ING.JEAN F. PEREZ MONTESINOS																
EVALUADO POR: CARRION HUILCA ERIKA Y SALAZAR VALCARCEL JHON WALDI		N° de Tramo: 02																
Fecha:		Programación Inicial:	00+030 Programa Final: 00+060															
Area De Muestra:	315.00 m2																	
TIPOS DE FALLAS		CALIFICACION PASER																
1. Lleno de surcos 2. Distorsion 3. Grietas transversales 4. Grietas de reflexion 5. Grietas de resbalamiento 6. Grietas longitudinales 7. Grietas de bloque 8. Grietas de cocodrilo 9. Parches 10. Huecos		1. Fracasado 2. Muy pobre 3. Pobre 4. Razonable 5. Razonable 6. Bueno 7. Bueno 8. Muy bueno 9. Excelente 10. Excelente																
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES Y CALIFICACION																		
N°	GRAFICO	TIPO DE FALLA	CALIFICACION PASER										AREA DE LA FALLA			% DE AREA		
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	L (m)	H (m)	A (m2)			
1		10		X											2.6	3.2	8.32	2.64%
2		8				X									6.8	3.4	23.12	7.34%
3		9								X					3.7	1.9	7.03	2.23%
4		7								X					4.3	7.2	30.96	9.83%
SUB TOTAL 1																	69.43	22.04%

Fuente: Elaboración Propia.



- Toma de datos del método PASSER de la Vía Santa Úrsula – Mariscal Gamarra (bajada)

**Tabla 23**

*Unidad de Muestra 03 de la Calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		HOJA DE REGISTRO DE LA UNIDAD DE MUESTRA													
"ANALISIS COMPARATIVO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LA AV LA CULTURA POR LOS METODOS PASER Y PCI AÑO 2022"																			
Nombre de la Via: Av. La cultura entre Santa Ursula Y Marical Gamarra -Bajada				Asesor: ING.JEAN F. PEREZ MONTESINOS															
EVALUADO POR: CARRION HULLCA ERIKA Y SALAZAR VALCARCEL JHON WALDI																			
Fecha:				N° de Tramo: 03															
Area De Muestra: 315.00 m2		Programacion Inicial: 00+060		Programa Final: 00+090															
TIPOS DE FALLAS				CALIFICACION PASER															
1. Lleno de surcos 2. Distorsion 3. Grietas transversales 4. Grietas de reflexion 5. Grietas de resbalamiento 6. Grietas longitudinales 7. Grietas de bloque 8. Grietas de cocodrilo 9. Parches 10. Huecos				1. Fracasado 2. Muy pobre 3. Pobre 4. Razonable 5. Razonable 6. Bueno 7. Bueno 8. Muy bueno 9. Excelente 10. Excelente															
Nº	GRAFICO	TIPO DE FALLA	CALIFICACION PASER										AREA DE LA FALLA			% DE AREA			
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	L (m)	H (m)	A (m2)				
1		3				X								9.3	3.7	34.41	10.92%		
2		9							X					8.7	1.5	13.05	4.14%		
3		9								X				9.3	1.6	14.88	4.72%		
4		3				X								15	9.8	147	46.67%		
SUB TOTAL 1																			66.46%

Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 24

Unidad de Muestra 04 de la Calzada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO												UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO						
		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA																		
		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL																		
		HOJA DE REGISTRO DE LA UNIDAD DE MUESTRA																		
"ANALISIS COMPARATIVO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LA AV LA CULTURA POR LOS METODOS PASER Y PCI AÑO 2022"																				
Nombre de la Via: Av. La cultura entre Santa Úrsula Y Mariscal Gamarra -Bajada						Asesor: ING.JEAN F. PEREZ MONTESINOS														
EVALUADO POR: CARRION HULLCA ERIKA Y SALAZAR VALCARCEL JHON WALDI																				
Fecha:						N° de Tramo:			04											
Area De Muestra:		315.00		m2		Programacion Inicial:		00+090		Programa Final:		00+120								
TIPOS DE FALLAS						CALIFICACION PASER														
1. Lleno de surcos 2. Distorsion 3. Grietas transversales 4. Grietas de reflexion 5. Grietas de resbalamiento 6. Grietas longitudinales 7. Grietas de bloque 8. Grietas de cocodrilo 9. Parches 10. Huecos						1. Fracasado 2. Muy pobre 3. Pobre 4. Razonable 5. Razonable 6. Bueno 7. Bueno 8. Muy bueno 9. Excelente 10. Excelente														
N°	GRAFICO	TIPO DE FALLA	CALIFICACION PASER										AREA DE LA FALLA			% DE AREA				
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	L (m)	H (m)	A (m2)					
1		3													9.5	1.8	17.1	5.43%		
2		9		X											15	3.7	55.5	17.62%		
3		10			X										3	2	6	1.90%		
4		9				X									24	3.1	74.4	23.62%		
SUB TOTAL 1																				48.57%

Fuente: Elaboración Propia.



### **3.5.2. *Recolección de Datos para el Método PASER***

El enfoque PASER se utilizará para evaluar visualmente la calidad de la superficie del pavimento. La elección de una estrategia de mantenimiento o rehabilitación adecuada depende en gran medida de que se conozca la causa de los problemas existentes.

La calificación del estado de la superficie del pavimento se realiza en una escala de 10 (excelente) a 1 (en mal estado) (suspense).

Este índice de calificación se determina de forma diferente para cada tipo de fallo y su grado de gravedad.

#### **a) Equipos utilizados en la prueba**

- Computadora
- Manual de evaluación Metodología PASER
- Formato de evaluación PASER.

#### **b) Procedimiento**

b.1) Localizar las piezas y subsecciones que se van a inventariar.

b.2) Realización del inventario de defectos mediante muestreo.

b.3) Analizar los datos recogidos sobre el terreno utilizando el enfoque PASER

b.4) Completar el informe en su totalidad.

### **3.6. Procedimientos de Análisis de Datos**

#### **3.6.1. *Aplicación de la Metodología PCI en la Av. de la cultura calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra en ambos sentidos***

##### **a) Procesamiento o cálculo de pruebas**

##### **Paso 1:**

La aplicación del enfoque utilizado para calcular el PCI a una unidad de muestreo elegida al azar de un total de 170 de ambas calzadas se tratará más adelante en esta sección.

La selección se realiza para poder ver las operaciones paso a paso, que incluyen la evaluación de la superficie, la evaluación del estado y el cálculo del PCI de la unidad de muestra que se ha elegido.



La unidad de ejemplo que se elegirá es "UM-04", donde se muestra una tabla con todos los datos recogidos, se desglosa en pasos la operación que se lleva a cabo y se presentan los resultados de la unidad.

**Tabla 25**

*Ejemplo de la Aplicación de la Metodología – Unidad de Muestra 04*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL				
<b>“ANÁLISIS COMPARATIVO DEL ÍNDICE DE CONDICIÓN DE PAVIMENTO EN LA AV. LA CULTURA ENTRE SANTA ÚRSULA Y MARISCAL GAMARRA POR LOS MÉTODOS PASER Y PCI AÑO 2022”</b>								
Nombre de la vía:	Av. La cultura entre Santa Ursula Y Marical Gamarra -Subida			ZONA	ESTE	NORTE	ELEVACION	OBSERVACION
Evaluado por:	Erika Carrión Huilca y Jhon Waldi Salazar Valcarcel			19L	181381	8502597	3314	U. MUESTRA 04
Fecha:	jueves, 7 de Abril de 2022							
Progresiva inicial:	00+ 090	Unidad de Muestra	P- 04					
Progresica final:	00+ 120	Area Muestra:	315.00 m2					
TIPOS DE FALLA PARA PAVIMENTO FLEXIBLE				ESCALA DE PCI				
1. PIEL DE COCODRILO	11. PARCHEO			100				
2. EXUDACIÓN	12. PULIMIENTO DE AGREGADOS			95				
3. AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	13. HUECOS			70				
4. ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO	14. CRUCE DE VÍA FERREA			55				
5. CORRUGACIÓN	15. AHUELLAMIENTO			40				
6. DEPRESIÓN	16. DESPLAZAMIENTO			25				
7. GRIETA DE BORDE	17. GRIETA PARABÓLICAS (SLIPPAGE)			10				
8. GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	18. HINCHAMIENTO			0				
9. DESNIVEL CARRIL / BERMA	19. DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS							
10. GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES								
FALLAS EXISTENTES								
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad %	Valor Deducido		
3	M	31.98		31.98	10.15	18.38		
11	M	6.36		6.36	2.02	14.0		
10	M	30.00		30.00	9.52	16.2		
1	M	11.52		11.52	3.66	32.0		
10	B	19.00		19.00	6.03	4.5		
Nro = Q	VALORES DEDUCIDOS				VDT	VDC		
5	32	18.38	16.20	14.00	4.50	85.08	43.1	
4	32	18.38	16.20	14.00	2.00	82.58	46.0	
3	32	18.38	16.20	2.00	2.00	70.58	44.2	
2	32	18.38	2.00	2.00	2	56.38	41.3	
1	32	2	2.00	2.00	2	40.00	40.1	
CÁLCULO DEL PCI								
VALOR DEDUCIDO MÁS ALTO (HDV) =		32.0		"Q" Numero de VD > 2 =		5		
NÚMERO MÁXIMO. DE VALORES DEDUCIDOS (m) =		7.24	==>	7.00	CDV =	46		
VALOR DEDUCIDO TOTAL (CDT)=		85.0		PCI = 100 - CDV				
VALOR DE DEDUCCIÓN CORREGIDO (CDV)=		46.00		54 <b>REGULAR</b>				

Fuente: Elaboración Propia.



Se totaliza las fallas registradas con su respectivo nivel de severidad y luego se calcula la densidad con la siguiente formula.

$$Densidad = \frac{\text{Área de Falla}}{\text{Área Total}}$$

**Tabla 26**

*Cálculo de la Densidad de Fallas*

Fallas Existentes					
Falla	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Valor Deducido
3	M	31.98	31.98	10.15	
11	M	6.36	6.36	2.02	
10	M	30.00	30.00	9.52	
1	M	11.52	11.52	3.66	
10	S	19.00	19.00	6.03	

*Fuente:* Elaboración Propia.

Por lo tanto, en esta unidad de muestra tomaremos como ejemplo:

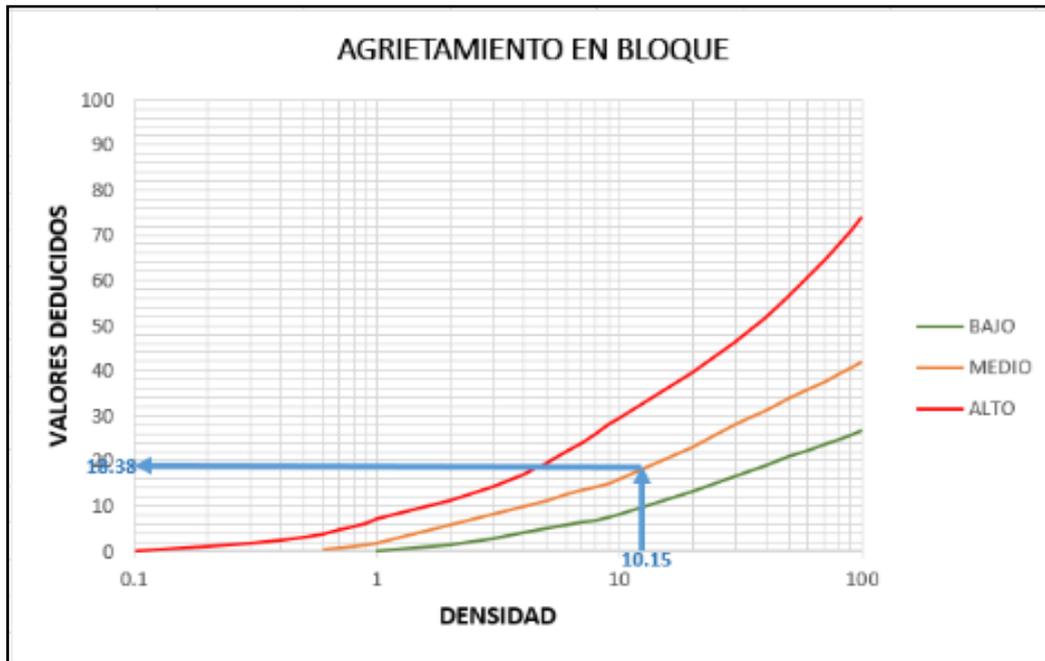
- El total de la falla agrietamiento en bloque con una severidad M (media) = 31.98 m<sup>2</sup>
- Densidad = (31.98m<sup>2</sup>) / (315.00m<sup>2</sup>) \*100 = 10.15%.

**Paso 2:**

Utilizando las tablas denominadas "valor deducido del fallo", puede averiguar el nivel de gravedad y el "valor deducido" de cada tipo de fallo que se produce en todas las unidades de muestreo. Estos son algunos de los resultados de la situación.

**Figura 76**

*Curva Densidad – Valor Deducido (Agrietamiento en Bloque)*



*Fuente:* Elaboración Propia.

Para la unidad de muestra 04, que viene hacer el ejemplo; Cuando nos fijamos en el fallo por agrietamiento en bloque de severidad media, que tiene una densidad de 10,15, encontramos que cuando vamos a la tabla de curvas de valores derivados con esta densidad, la intersecamos en la curva de media, cada curva de valor derivado se escala en el eje y de forma que una línea trazada desde su valor de densidad hasta la curva de gravedad correspondiente, en este ejemplo nuestra densidad de 10,15, da como resultado un valor deducido de 18,38 en la curva de gravedad media para el fallo por agrietamiento del bloque.

Estos valores obtenidos son colocados en la columna de Valor Deducido (VD).

Si ninguno de los valores restados es mayor que 2, o si sólo uno de ellos lo es, utilizaremos el valor total restado. Si, por el contrario, comprobamos que más de uno de los valores sustraídos es mayor que 2, ordenamos todos los valores sustraídos de mayor a menor y a continuación calculamos "m", que significa "Número máximo admisible de valores sustraídos".



**Tabla 27**

*Calculo de la Determinación de Valores Deducidos Individuales*

Fallas Existentes					
Falla	Severidad	Cantidades Parciales	Total	Densidad %	Valor Deducido
3	M	31.98	31.98	10.15	18.38
11	M	6.36	6.36	2.02	14.0
10	M	30.00	30.00	9.52	16.2
1	M	11.52	11.52	3.66	32.0
10	S	19.00	19.00	6.03	4.5

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Paso 3:**

Se calculará el Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m) con la siguiente formula:

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

Donde:

m: Número Máximo Admisible de Valores Deducidos

HDV: mayor valor deducido individual de cada unidad de muestra.

**Paso 4:**

Podemos hallar el número de valores deducidos "q", que es mayor que 2, ordenando los valores deducidos de mayor a menor y tomando los primeros "m" valores deducidos.

- Se listan los Valores Deducidos individuales de mayor a menor.

32.00, 18.38, 16.2, 14.00, 4.5

- Se tiene 5 valores mayores a 2 donde se procederá a la corrección.



**Paso 5:**

Se determina el Número Máximo de Valores Deducidos (m) utilizando la fórmula que se encuentra en el paso 3.

$$m_i = 1 + 9 * (100 - 32.00) / 98$$

$$m_i = 7.24$$

**Paso 6:**

Determinación de Máximo Valor Deducido Corregido (CDV)

A continuación, contamos el número de valores "q" que son superiores a 2,0. Los valores "q" de nuestra unidad de muestreo son los siguientes:

32.0, 18.38, 16.20, 14.00, 4.50

En nuestro caso se tiene 5 valores deducidos mayores a 2, después de haber realizado la reducción

**Paso 7:**

Sumando horizontalmente todos los valores sustraídos, se descubre el "Valor sustraído total". El valor sustraído correcto para cada una de las sumas puede determinarse utilizando el resultado y el valor de "q", como se indica en la tabla 21.

$$32.00 + 18.38 + 16.20 + 14.00 + 4.50 = 85.08$$

Para un "q" de 5 por ser las primeras filas

**Tabla 28**

*Calculo de Valores Deducidos Corregidos*

Nro=Q	Valores Deducidos					VDI	DVC
5	32	18.38	16.20	14.00	4.5	85.08	43.1
4	32	18.38	16.20	14.00	2.00	82.58	46.0
3	32	18.38	16.20	2.00	2.00	70.58	44.2
2	32	18.38	2.00	2.00	2.00	56.38	41.3
1	32	2.00	2.00	2.00	2.00	40.00	40.1



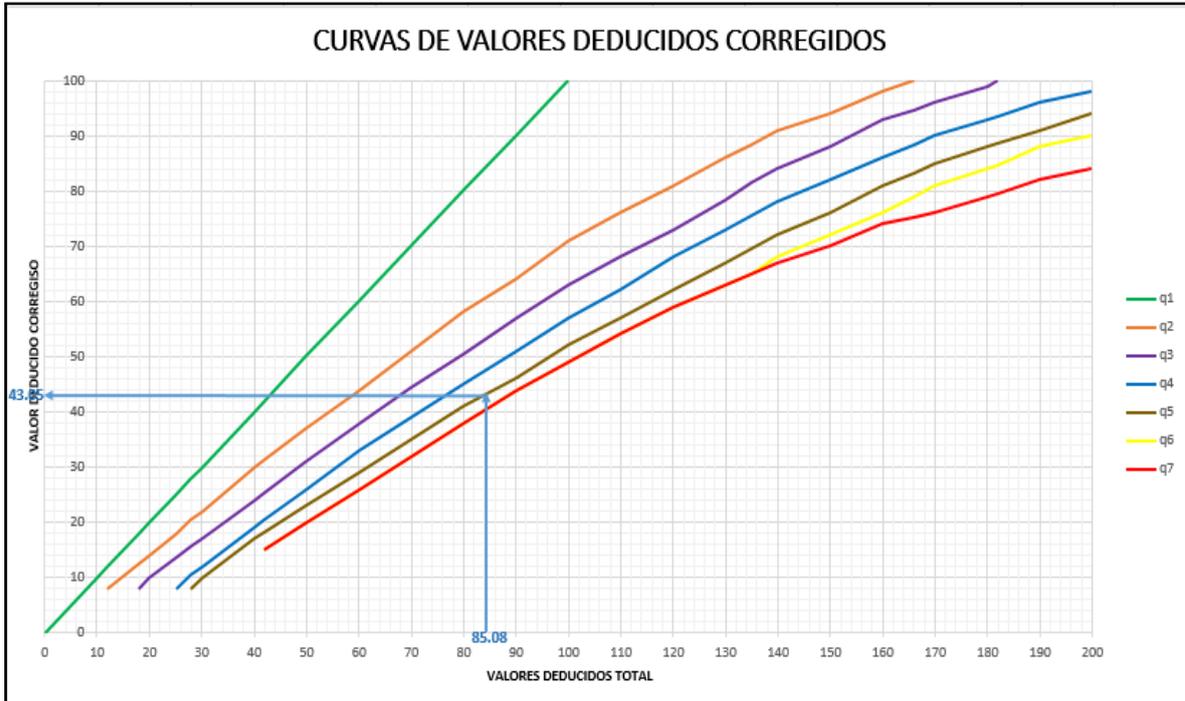
Fuente: Elaboración Propia.

**Paso 8:**

Se pudo determinar el CDV con  $q$  y su valor deducido total para la primera fila en la curva de valores corregidos.

**Figura 77**

Curva de Valores Deducidos Corregidos



Fuente: Elaboración Propia.

En este caso, la cantidad total sustraída es 85,08, y la curva del valor sustraído corregido pasa por este valor. Podemos mostrar fácilmente la lectura relacionada trazando una línea desde el valor total deducido hasta la curva con la  $q$  correcta. Esto se debe a que la curva del valor deducido corregido se escala en el eje  $y$ . En este caso, se tomó un valor total deducido de 85,08 de la curva para  $q = 5$ , lo que da un valor deducido corregido de 43,05. En este caso, la curva en  $q = 5$  tenía un valor deducido corregido de 43,05 después de obtener un valor deducido total de 85,08. Este valor calculado se incluirá en la columna de Valores Deducidos Corregidos (VDC) de la tabla 28.

**Paso 9:**

En este paso, obtenemos el valor deducido corregido (VDC) más alto de la tabla 21, que es el más alto de todos los VDC que hemos obtenido hasta ahora.



El mayor de los CDV es 46.00

Paso 10:

Finalmente podemos determinar el PCI de la unidad de muestra restando el máximo CDV de 100 obtenido en el paso 6 menos el máximo valor deducido corregido.

$$PCI = 100 - \text{max. CDV}$$

$$PCI = 100 - 46.00$$

$$PCI = 54.00$$

Basándonos en nuestra unidad de muestra 04, obtenemos una clasificación PCI de 04, que equivale a un estado "regular" del firme.

Resultados para todas las unidades de muestra

**Tabla 29**

*Valores del PCI con la respectiva Calificación para el tramo Santa Úrsula – Mariscal Gamarra*

Calzada de Subida - Santa Úrsula - Mariscal Gamarra					
UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt o max vdc	PCI	Condición
Um-01	0+000	0+030.00	51.00	49.00	Regular
Um-02	0+030	0+060.00	22.00	78.00	Muy buena
Um-03	0+060	0+090.00	57.00	43.00	Regular
Um-04	0+090	0+120.00	46.00	54.00	Regular
Um-05	0+120	0+150.00	50.00	50.00	Regular
Um-06	0+150	0+180.00	40.00	60.00	Buena
Um-07	0+180	0+210.00	46.00	54.00	Regular
Um-08	0+210	0+240.00	40.00	60.00	Buena
Um-09	0+240	0+270.00	49.50	50.50	Regular
Um-10	0+270	0+300.00	60.00	40.00	Pobre



Calzada de Subida - Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt o max vdc	PCI	Condición
Um-11	0+300	0+330.00	56.70	43.30	Regular
Um-12	0+330	0+360.00	40.00	60.00	Buena
Um-13	0+360	0+390.00	61.98	38.02	Pobre
Um-14	0+390	0+420.00	47.88	52.12	Regular
Um-15	0+420	0+450.00	59.45	40.55	Regular
Um-16	0+450	0+480.00	79.60	20.40	Muy pobre
Um-17	0+480	0+510.00	47.95	52.05	Regular
Um-18	0+510	0+540.00	57.70	42.30	Regular
Um-19	0+540	0+570.00	75.90	24.10	Muy pobre
Um-20	0+570	0+600.00	46.50	53.50	Regular
Um-21	0+600	0+630.00	71.00	29.00	Pobre
Um-22	0+630	0+660.00	51.50	48.50	Regular
Um-23	0+660	0+690.00	78.00	22.00	Muy pobre
Um-24	0+690	0+720.00	44.40	55.60	Buena
Um-25	0+720	0+750.00	52.00	48.00	Regular
Um-26	0+750	0+780.00	63.50	36.50	Pobre
Um-27	0+780	0+810.00	82.30	17.70	Muy pobre
Um-28	0+810	0+840.00	44.80	55.20	Regular
Um-29	0+840	0+870.00	74.40	25.60	Pobre
Um-30	0+870	0+900.00	54.20	45.80	Regular
Um-31	0+900	0+930.00	54.00	46.00	Regular
Um-32	0+930	0+960.00	96.00	4.00	Fallado



Calzada de Subida - Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt o max vdc	PCI	Condición
Um-33	0+960	0+990.00	86.00	14.00	Muy pobre
Um-34	0+990	1+020.00	98.00	2.00	Fallado
Um-35	1+020	1+050.00	70.00	30.00	Pobre
Um-36	1+050	1+080.00	91.50	8.50	Fallado
Um-37	1+080	1+110.00	54.40	45.60	Regular
Um-38	1+110	1+140.00	59.40	40.60	Regular
Um-39	1+140	1+170.00	88.00	12.00	Muy pobre
Um-40	1+170	1+200.00	44.30	55.70	Buena
Um-41	1+200	1+230.00	67.90	32.10	Pobre
Um-42	1+230	1+260.00	66.00	34.00	Pobre
Um-43	1+260	1+290.00	71.50	28.50	Pobre
Um-44	1+290	1+320.00	73.50	26.50	Pobre
Um-45	1+320	1+350.00	52.30	47.70	Regular
Um-46	1+350	1+380.00	29.90	70.10	Buena
Um-47	1+380	1+410.00	29.50	70.50	Buena
Um-48	1+410	1+440.00	46.50	53.50	Regular
Um-49	1+440	1+470.00	64.00	36.00	Pobre
Um-50	1+470	1+500.00	27.80	72.20	Muy buena
Um-51	1+500	1+530.00	33.80	66.20	Buena
Um-52	1+530	1+560.00	92.00	8.00	Fallado
Um-53	1+560	1+590.00	86.00	14.00	Muy pobre
Um-54	1+590	1+620.00	75.50	24.50	Muy pobre



Calzada de Subida - Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt o max vdc	PCI	Condición
Um-55	1+620	1+650.00	62.00	38.00	Pobre
Um-56	1+650	1+680.00	93.50	6.50	Fallado
Um-57	1+680	1+710.00	38.00	62.00	Buena
Um-58	1+710	1+740.00	76.00	24.00	Muy pobre
Um-59	1+740	1+770.00	45.50	54.50	Regular
Um-60	1+770	1+800.00	37.50	62.50	Buena
Um-61	1+800	1+830.00	58.00	42.00	Regular
Um-62	1+830	1+860.00	74.70	25.30	Muy pobre
Um-63	1+860	1+890.00	91.40	8.60	Fallado
Um-64	1+890	1+920.00	65.70	34.30	Pobre
Um-65	1+920	1+950.00	59.70	40.30	Pobre
Um-66	1+950	1+980.00	56.20	43.80	Regular
Um-67	1+980	2+010.00	71.00	29.00	Pobre
Um-68	2+010	2+040.00	41.40	58.60	Buena
Um-69	2+040	2+070.00	55.50	44.50	Regular
Um-70	2+070	2+100.00	34.20	65.80	Buena
Um-71	2+100	2+130.00	63.40	36.60	Pobre
Um-72	2+130	2+160.00	76.00	24.00	Muy pobre
Um-73	2+160	2+190.00	54.20	45.80	Regular
Um-74	2+190	2+220.00	47.50	52.50	Regular
Um-75	2+220	2+250.00	64.00	36.00	Pobre
Um-76	2+250	2+280.00	80.00	20.00	Muy pobre



Calzada de Subida - Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt o max vdc	PCI	Condición
Um-77	2+280	2+310.00	61.80	38.20	Pobre
Um-78	2+310	2+340.00	57.40	42.60	Regular
Um-79	2+340	2+370.00	52.50	47.50	Regular
Um-80	2+370	2+400.00	96.00	4.00	Fallado
Um-81	2+400	2+430.00	85.50	14.50	Muy pobre
Um-82	2+430	2+460.00	49.50	50.50	Regular
Um-83	2+460	2+490.00	64.00	36.00	Pobre
Um-84	2+490	2+520.00	71.90	28.10	Pobre
Um-85	2+520	2+550.00	67.50	32.50	Pobre

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 30**

*Valores del PCI con la respectiva Calificación para el tramo Mariscal Gamarra – Santa Úrsula*

Calzada de Bajada - Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt O Max Vdc	PCI	Condición
Um-01	0+000	0+030.00	81.00	19.00	Muy pobre
Um-02	0+030	0+060.00	78.00	22.00	Muy pobre
Um-03	0+060	0+090.00	33.00	67.00	Buena
Um-04	0+090	0+120.00	50.00	50.00	Regular
Um-05	0+120	0+150.00	65.00	35.00	Pobre
Um-06	0+150	0+180.00	39.00	61.00	Buena
Um-07	0+180	0+210.00	62.00	38.00	Pobre
Um-08	0+210	0+240.00	59.00	41.00	Regular



Calzada de Bajada - Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt O Max Vdc	PCI	Condición
Um-09	0+240	0+270.00	45.00	55.00	Regular
Um-10	0+270	0+300.00	47.00	53.00	Regular
Um-11	0+300	0+330.00	57.00	43.00	Regular
Um-12	0+330	0+360.00	44.00	56.00	Buena
Um-13	0+360	0+390.00	48.00	52.00	Regular
Um-14	0+390	0+420.00	58.00	42.00	Regular
Um-15	0+420	0+450.00	48.00	52.00	Regular
Um-16	0+450	0+480.00	51.00	49.00	Regular
Um-17	0+480	0+510.00	43.00	57.00	Buena
Um-18	0+510	0+540.00	63.00	37.00	Pobre
Um-19	0+540	0+570.00	67.00	33.00	Pobre
Um-20	0+570	0+600.00	72.00	28.00	Pobre
Um-21	0+600	0+630.00	84.00	16.00	Muy pobre
Um-22	0+630	0+660.00	83.00	17.00	Muy pobre
Um-23	0+660	0+690.00	44.00	56.00	Buena
Um-24	0+690	0+720.00	59.00	41.00	Regular
Um-25	0+720	0+750.00	59.00	41.00	Regular
Um-26	0+750	0+780.00	61.00	39.00	Pobre
Um-27	0+780	0+810.00	44.00	56.00	Buena
Um-28	0+810	0+840.00	55.00	45.00	Regular
Um-29	0+840	0+870.00	56.00	44.00	Regular
Um-30	0+870	0+900.00	29.00	71.00	Muy buena



Calzada de Bajada - Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt O Max Vdc	PCI	Condición
Um-31	0+900	0+930.00	21.00	79.00	Muy buena
Um-32	0+930	0+960.00	20.00	80.00	Muy buena
Um-33	0+960	0+990.00	43.00	57.00	Buena
Um-34	0+990	1+020.00	46.00	54.00	Regular
Um-35	1+020	1+050.00	42.00	58.00	Buena
Um-36	1+050	1+080.00	45.00	55.00	Regular
Um-37	1+080	1+110.00	45.00	55.00	Regular
Um-38	1+110	1+140.00	47.00	53.00	Regular
Um-39	1+140	1+170.00	49.00	51.00	Regular
Um-40	1+170	1+200.00	30.00	70.00	Buena
Um-41	1+200	1+230.00	49.00	51.00	Regular
Um-42	1+230	1+260.00	49.00	51.00	Regular
Um-43	1+260	1+290.00	51.00	49.00	Regular
Um-44	1+290	1+320.00	40.00	60.00	Buena
Um-45	1+320	1+350.00	58.00	42.00	Regular
Um-46	1+350	1+380.00	9.00	91.00	Excelente
Um-47	1+380	1+410.00	14.00	86.00	Excelente
Um-48	1+410	1+440.00	26.00	74.00	Muy buena
Um-49	1+440	1+470.00	43.00	57.00	Buena
Um-50	1+470	1+500.00	37.00	63.00	Buena
Um-51	1+500	1+530.00	18.00	82.00	Muy buena
Um-52	1+530	1+560.00	40.00	60.00	Buena



Calzada de Bajada - Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt O Max Vdc	PCI	Condición
Um-53	1+560	1+590.00	69.00	31.00	Pobre
Um-54	1+590	1+620.00	47.00	53.00	Regular
Um-55	1+620	1+650.00	84.00	16.00	Muy pobre
Um-56	1+650	1+680.00	81.00	19.00	Muy pobre
Um-57	1+680	1+710.00	84.00	16.00	Muy pobre
Um-58	1+710	1+740.00	59.00	41.00	Regular
Um-59	1+740	1+770.00	78.00	22.00	Muy pobre
Um-60	1+770	1+800.00	43.00	57.00	Buena
Um-61	1+800	1+830.00	58.00	42.00	Regular
Um-62	1+830	1+860.00	77.00	23.00	Muy pobre
Um-63	1+8600	1+890.00	41.00	59.00	Buena
Um-64	1+890	1+920.00	73.00	27.00	Pobre
Um-65	1+920	1+950.00	57.00	43.00	Regular
Um-66	1+950	1+980.00	84.00	16.00	Muy pobre
Um-67	1+980	2+010.00	96.00	4.00	Fallado
Um-68	2+010	2+040.00	55.00	45.00	Regular
Um-69	2+040	2+070.00	57.00	43.00	Regular
Um-70	2+070	2+100.00	78.00	22.00	Muy pobre
Um-71	2+100	2+130.00	52.00	48.00	Regular
Um-72	2+130	2+160.00	81.00	19.00	Muy pobre
Um-73	2+160	2+190.00	59.00	41.00	Regular
Um-74	2+190	2+220.00	78.00	22.00	Muy pobre



---

Calzada de Bajada - Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

---

UM	Progresiva inicial	Progresiva final	Vdt O Max Vdc	PCI	Condición
Um-75	2+220	2+250.00	76.00	24.00	Muy pobre
Um-76	2+250	2+280.00	55.00	45.00	Regular
Um-77	2+280	2+310.00	84.00	16.00	Muy pobre
Um-78	2+310	2+340.00	84.00	16.00	Muy pobre
Um-79	2+340	2+370.00	67.00	33.00	Pobre
Um-80	2+370	2+400.00	69.00	31.00	Pobre
Um-81	2+400	2+430.00	75.00	25.00	Muy pobre
Um-82	2+430	2+460.00	71.00	29.00	Pobre
Um-83	2+460	2+490.00	66.00	34.00	Pobre
Um-84	2+490	2+520.00	88.00	12.00	Muy pobre
Um-85	2+520	2+550.00	90.00	10.00	Fallado

---

*Fuente:* Elaboración Propia.

**b) Diagrama, Tablas**

Tablas de cálculo de valores deducidos para cada tipo de falla



**Tabla 31**

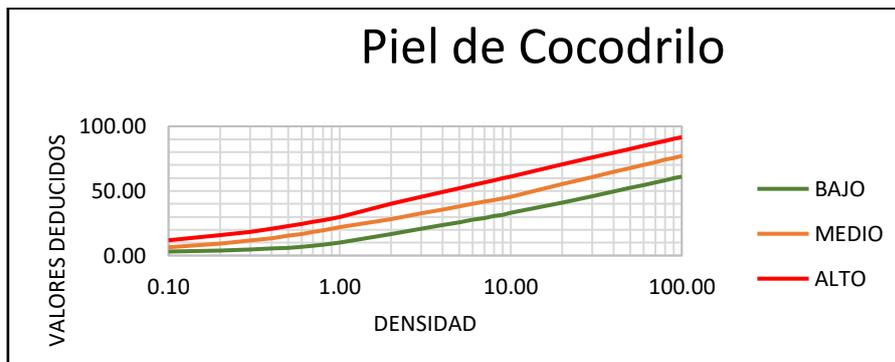
*Valores Deducidos – Piel de Cocodrilo*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.10	6.40	11.80
0.20	3.80	9.30	15.60
0.30	4.60	11.60	18.40
0.40	5.30	13.50	20.60
0.50	6.10	15.30	22.60
0.60	6.90	16.80	24.30
0.70	7.60	18.30	25.90
0.80	8.40	19.70	27.30
0.90	9.10	20.90	28.60
1.00	9.90	22.00	29.90
2.00	16.70	28.20	40.05
3.00	20.70	32.50	45.50
4.00	23.60	35.60	49.30
5.00	25.80	38.00	52.20
6.00	27.60	39.90	54.60
7.00	29.10	41.60	56.70
8.00	30.50	43.00	58.40
9.00	31.60	44.30	60.00
10.00	33.00	45.60	61.30
20.00	40.80	55.40	70.40
30.00	45.90	60.90	75.80
40.00	49.50	64.80	79.50
50.00	52.40	67.80	82.50
60.00	54.70	70.20	84.90
70.00	56.60	72.30	86.90
80.00	58.30	74.10	88.60
90.00	59.80	75.70	90.20
100.00	61.10	77.10	91.60

*Fuente:* (D6433, 2007).

**Figura 78**

*Curva de Valores Deducidos Piel de cocodrilo*



*Fuente:* (D6433, 2007).



**Tabla 32**

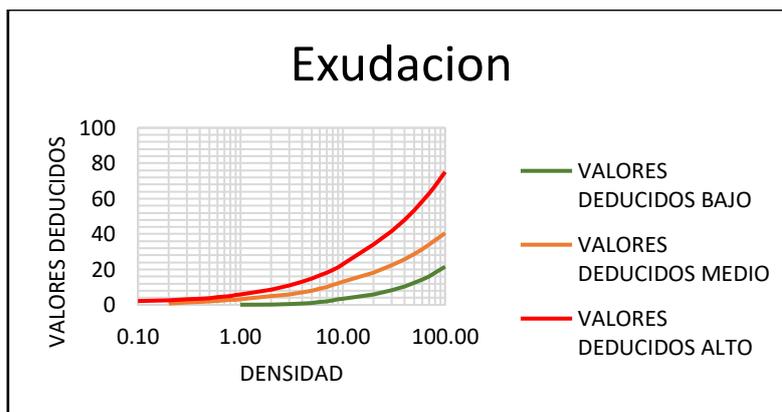
*Valores Deducidos – Exudación*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			2.20
0.20		0.80	2.70
0.30		1.40	3.10
0.40		1.80	3.50
0.50		2.10	3.90
0.60		2.40	4.30
0.70		2.60	4.70
0.80		2.80	5.10
0.90		2.95	5.50
1.00	0.10	3.30	5.80
2.00	0.30	5.00	8.70
3.00	0.60	6.00	11.00
4.00	0.90	7.00	13.10
5.00	1.20	8.10	14.90
6.00	1.70	9.10	16.60
7.00	2.10	10.10	18.20
8.00	2.60	11.20	19.70
9.00	3.10	12.20	21.10
10.00	3.40	13.00	23.00
20.00	5.90	18.30	34.10
30.00	8.20	22.40	41.60
40.00	10.30	25.80	47.90
50.00	12.40	28.80	53.40
60.00	14.30	31.50	58.40
70.00	16.20	34.00	63.00
80.00	18.10	36.40	67.30
90.00	19.90	38.60	71.30
100.00	21.60	40.60	75.10

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 79**

*Curva de Valores Deducidos - Exudación*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 33**

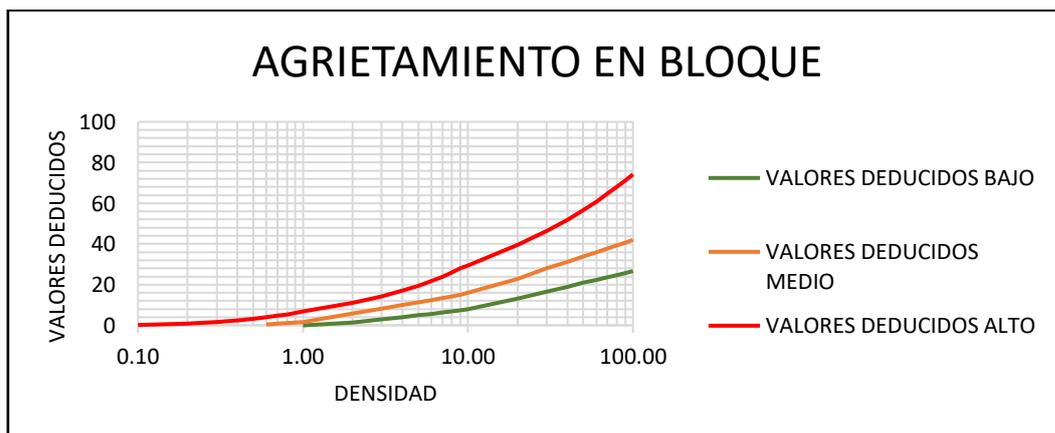
*Valores Deducidos – Agrietamiento en Bloque*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			0.20
0.20			0.90
0.30			1.70
0.40			2.40
0.50			3.20
0.60		0.40	3.90
0.70		0.80	4.70
0.80		1.20	5.40
0.90		1.50	6.20
1.00	0.00	1.70	7.00
2.00	1.30	5.80	11.10
3.00	2.90	8.20	14.30
4.00	4.10	10.00	17.00
5.00	5.00	11.30	19.50
6.00	5.70	12.50	21.90
7.00	6.30	13.40	24.00
8.00	6.90	14.20	26.10
9.00	7.40	14.90	28.00
10.00	8.00	16.00	29.50
20.00	13.10	22.90	39.60
30.00	16.50	28.00	46.40
40.00	19.00	31.10	51.90
50.00	20.90	33.80	56.60
60.00	22.40	35.90	60.80
70.00	23.70	37.70	64.60
80.00	24.80	39.30	68.00
90.00	25.80	40.70	71.20
100.00	26.70	42.00	74.20

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 80**

*Curva de Valores Deducidos – Agrietamiento en Bloque*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 34**

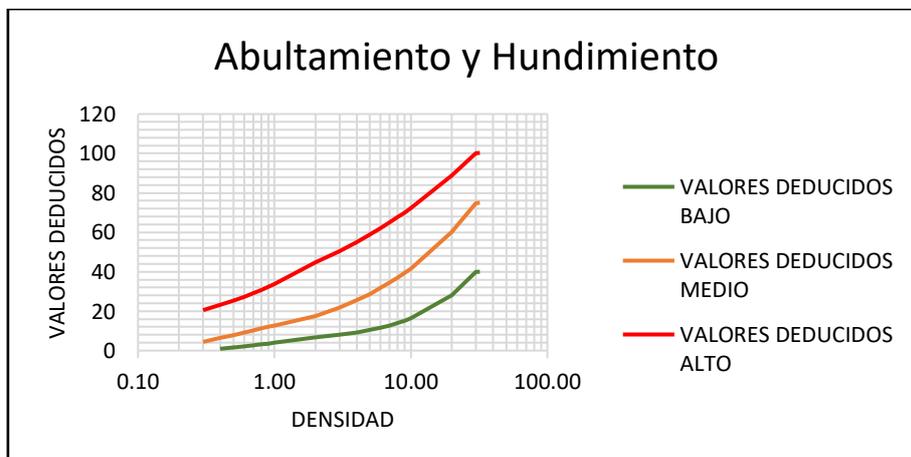
*Valores Deducidos – Abultamiento y Hundimiento*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30		4.4	20.5
0.40	0.9	6.4	23.1
0.50	1.6	7.9	25.3
0.60	2.2	9.2	27.3
0.70	2.7	10.2	29.1
0.80	3.2	11.2	30.8
0.90	3.6	12	32.3
1.00	3.9	12.7	33.7
2.00	6.8	17.6	44.8
3.00	8	21.9	50.5
4.00	9.2	25.5	55
5.00	10.4	28.7	58.8
6.00	11.5	31.7	62.1
7.00	12.7	34.4	65
8.00	13.9	36.9	67.6
9.00	15.1	39.3	70
10.00	16.3	41.6	72.3
20.00	28.1	60.2	88.8
30.00	39.9	74.8	100.2
32.00	40	75	100.3
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

*Fuente: (D6433, 2007).*

**Figura 81**

*Curva de Valores Deducidos – Abultamiento y Hundimiento*



*Fuente: (D6433, 2007).*



**Tabla 35**

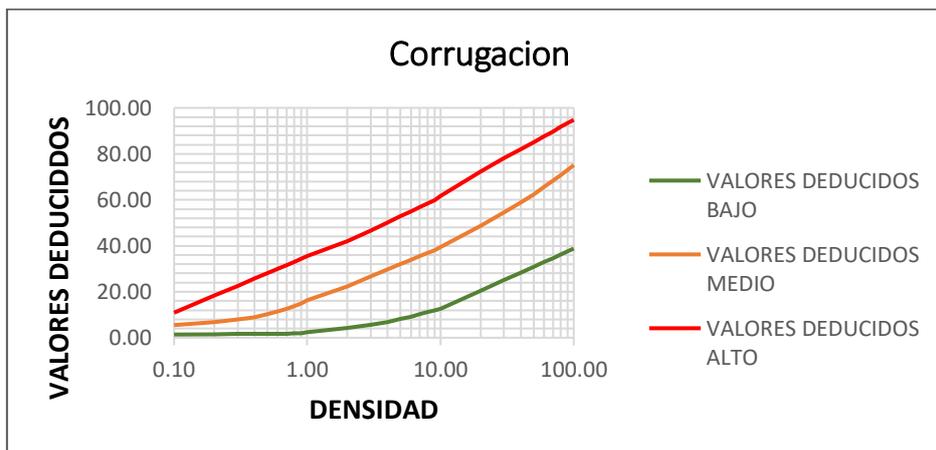
*Valores Deducidos – Corrugación*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.40	5.50	10.90
0.20	1.50	6.70	18.30
0.30	1.60	7.90	22.60
0.40	1.60	9.00	25.70
0.50	1.70	10.20	28.00
0.60	1.80	11.40	30.00
0.70	1.80	12.60	31.60
0.80	1.90	13.80	33.00
0.90	2.00	15.00	34.30
1.00	2.40	16.20	35.50
2.00	4.20	22.40	41.90
3.00	5.60	26.70	46.70
4.00	6.90	29.70	50.10
5.00	8.10	32.00	52.80
6.00	9.20	33.90	55.00
7.00	10.30	35.50	56.80
8.00	11.10	36.90	58.40
9.00	11.80	38.10	59.80
10.00	12.50	39.50	61.60
20.00	20.40	48.80	72.30
30.00	25.00	54.40	78.00
40.00	28.30	58.80	82.00
50.00	30.90	62.40	85.10
60.00	32.90	65.50	87.60
70.00	34.70	68.30	89.80
80.00	36.20	70.80	91.70
90.00	37.60	73.00	93.30
100.00	38.80	75.10	94.80

*Fuente:* (D6433, 2007).

**Figura 82**

*Curva de Valores Deducidos – Corrugación*



*Fuente:* (D6433, 2007).



**Tabla 36**

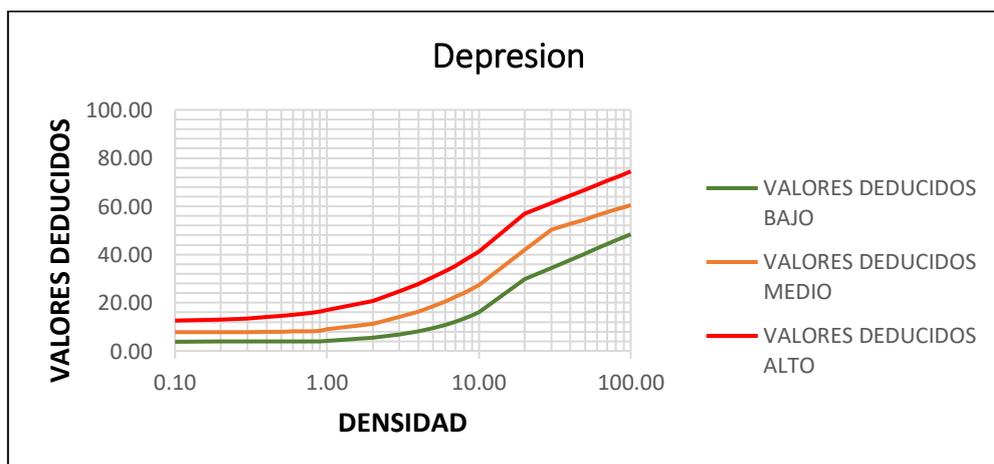
*Valores Deducidos – Depresión*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.80	7.80	12.60
0.20	3.90	7.80	13.00
0.30	3.90	7.80	13.50
0.40	3.90	7.90	14.00
0.50	3.90	8.00	14.50
0.60	3.90	8.10	15.00
0.70	4.00	8.10	15.50
0.80	4.00	8.20	15.90
0.90	4.00	8.30	16.40
1.00	4.10	9.00	17.00
2.00	5.40	11.20	20.70
3.00	6.80	14.00	24.60
4.00	8.10	16.40	27.80
5.00	9.40	18.60	30.60
6.00	10.80	20.60	33.10
7.00	12.10	22.40	35.40
8.00	13.50	24.10	37.50
9.00	14.80	25.70	39.40
10.00	16.20	27.30	41.30
20.00	29.80	42.00	56.90
30.00	34.50	50.30	61.30
40.00	37.80	52.70	64.50
50.00	40.40	54.60	66.90
60.00	42.50	56.20	68.90
70.00	44.30	57.50	70.60
80.00	45.90	58.60	72.00
90.00	47.20	59.60	73.30
100.00	48.40	60.50	74.50

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 83**

*Curva de Valores Deducidos – Depresión*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 37**

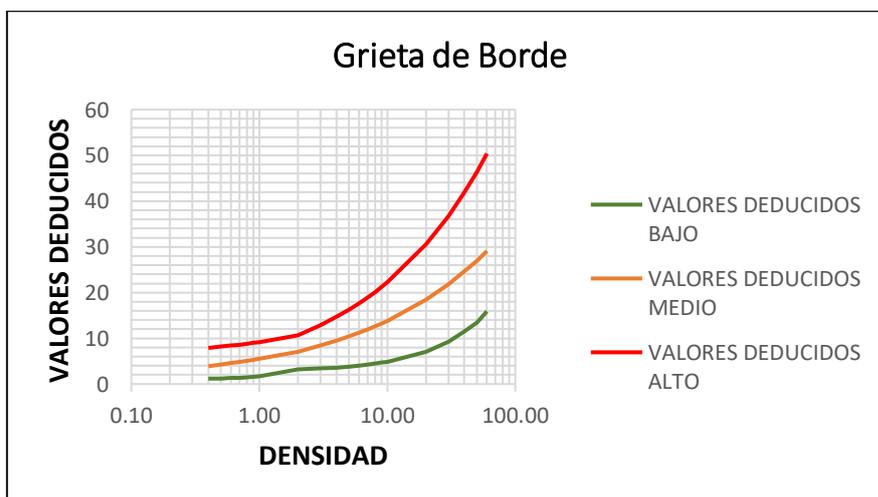
*Valores Deducidos – Grietas de Borde*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40	1.20	3.90	7.90
0.50	1.20	4.30	8.20
0.60	1.30	4.60	8.40
0.70	1.40	4.80	8.60
0.80	1.50	5.10	8.80
0.90	1.60	5.30	9.00
1.00	1.70	5.50	9.20
2.00	3.20	7.10	10.70
3.00	3.40	8.40	12.90
4.00	3.60	9.50	14.70
5.00	3.80	10.40	16.20
6.00	4.00	11.20	17.60
7.00	4.30	11.90	18.90
8.00	4.50	12.60	20.10
9.00	4.70	13.20	21.20
10.00	4.90	13.80	22.30
20.00	7.10	18.40	30.50
30.00	9.30	21.80	36.70
40.00	11.50	24.60	41.90
50.00	13.50	26.90	46.40
60.00	15.90	29.10	50.40
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

*Fuente:* (D6433, 2007).

**Figura 84**

*Curva de Valores Deducidos – Grietas de Borde*



*Fuente:* (D6433, 2007).



**Tabla 38**

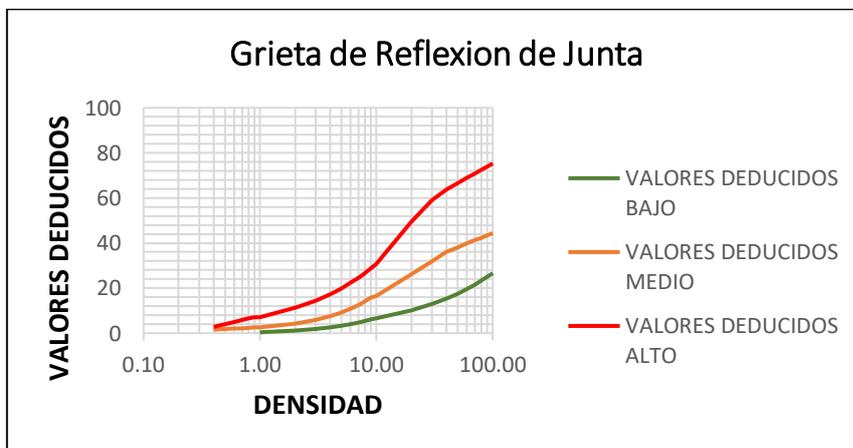
*Valores Deducidos – Grieta de Reflexión de Junta*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40		1.60	2.80
0.50		1.80	4.00
0.60		2.00	5.00
0.70		2.10	5.80
0.80		2.30	6.50
0.90		2.50	7.10
1.00	0.40	2.60	7.10
2.00	1.10	4.30	11.20
3.00	1.90	5.90	14.40
4.00	2.60	7.50	17.30
5.00	3.30	9.20	19.90
6.00	4.00	10.80	22.30
7.00	4.70	12.50	24.50
8.00	5.40	14.10	26.70
9.00	6.10	15.70	28.70
10.00	6.60	16.60	30.70
20.00	10.10	26.20	49.50
30.00	12.90	31.80	59.00
40.00	15.30	36.10	63.80
50.00	17.50	38.10	66.60
60.00	19.50	39.80	68.90
70.00	21.50	41.20	70.80
80.00	23.30	42.20	72.50
90.00	25.00	43.50	73.90
100.00	26.60	44.40	75.30

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 85**

*Curva de Valores Deducidos – Grietas de Reflexión de Juntas*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 39**

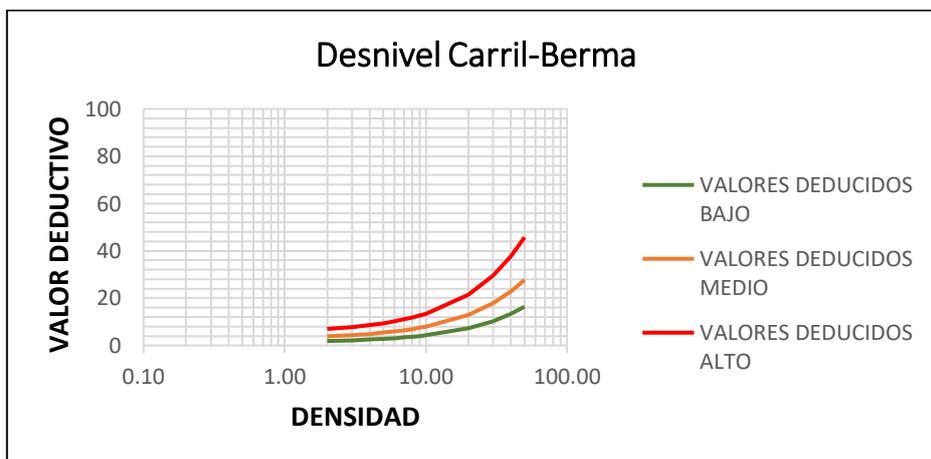
*Valores Deducidos – Desnivel Carril – Berma*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00	1.90	3.90	7.00
3.00	2.20	4.40	7.80
4.00	2.50	4.90	8.60
5.00	2.80	5.40	9.40
6.00	3.10	5.90	10.20
7.00	3.40	6.40	11.00
8.00	3.70	6.90	11.80
9.00	4.00	7.40	12.60
10.00	4.30	7.90	13.40
20.00	7.30	12.80	21.50
30.00	10.30	17.80	29.60
40.00	13.40	22.70	37.60
50.00	16.40	27.70	45.70
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

*Fuente:* (D6433, 2007).

**Figura 86**

*Curva de Valores Deducidos – Desnivel carril Berma*



*Fuente:* (D6433, 2007).



**Tabla 40**

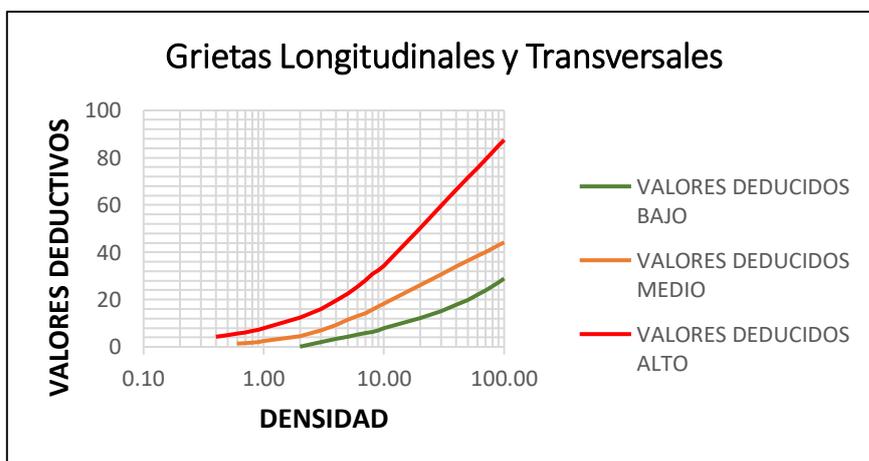
*Valores Deducidos – Grietas Longitudinales y Transversales*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			4.30
0.50			4.90
0.60		1.40	5.60
0.70		1.70	6.20
0.80		1.90	6.70
0.90		2.10	7.30
1.00		2.40	7.80
2.00	0.10	4.60	12.30
3.00	2.00	6.90	16.10
4.00	3.30	9.20	19.50
5.00	4.30	11.50	22.60
6.00	5.10	13.00	25.50
7.00	5.80	14.30	28.20
8.00	6.40	15.80	30.80
9.00	7.00	17.10	32.50
10.00	8.00	18.30	34.30
20.00	12.20	26.10	50.30
30.00	15.10	30.60	59.70
40.00	17.70	33.90	66.30
50.00	19.90	36.40	71.50
60.00	22.00	38.40	75.70
70.00	23.90	40.10	79.30
80.00	25.60	41.60	82.30
90.00	27.30	43.00	85.10
100.00	28.90	44.20	87.50

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 87**

*Curva de Valores Deducidos – Grietas Longitudinales y Transversales*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 41**

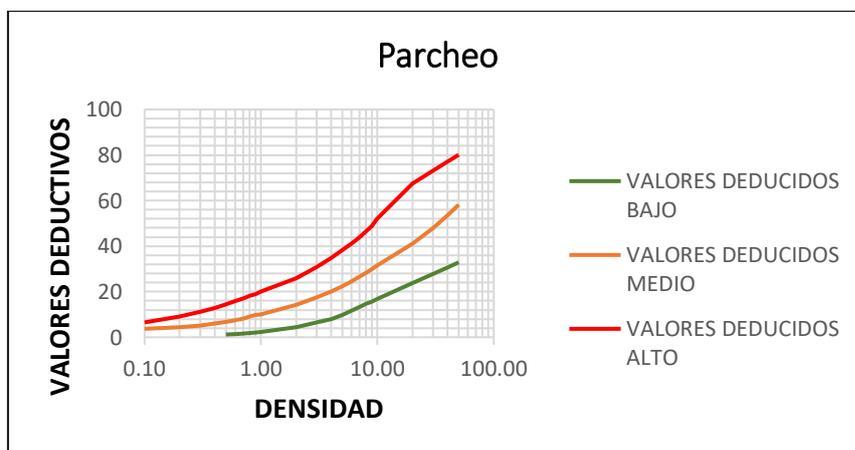
*Valores Deducidos – Parcheo*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		3.70	6.50
0.20		4.50	9.20
0.30		5.20	11.20
0.40		6.00	12.90
0.50	1.20	6.70	14.40
0.60	1.40	7.50	15.80
0.70	1.60	8.20	17.10
0.80	1.90	9.00	18.30
0.90	2.10	9.70	19.00
1.00	2.30	10.10	20.00
2.00	4.40	14.30	26.00
3.00	6.60	17.40	30.80
4.00	8.00	20.10	34.80
5.00	9.90	22.40	38.20
6.00	11.70	24.60	41.20
7.00	13.20	26.50	44.00
8.00	14.60	28.30	46.50
9.00	15.70	30.00	48.90
10.00	16.80	31.50	52.00
20.00	23.70	41.00	67.50
30.00	27.80	47.90	73.10
40.00	30.70	53.40	77.00
50.00	32.90	58.20	80.10
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 88**

*Curva de Valores Deducidos – Parcheo*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 42**

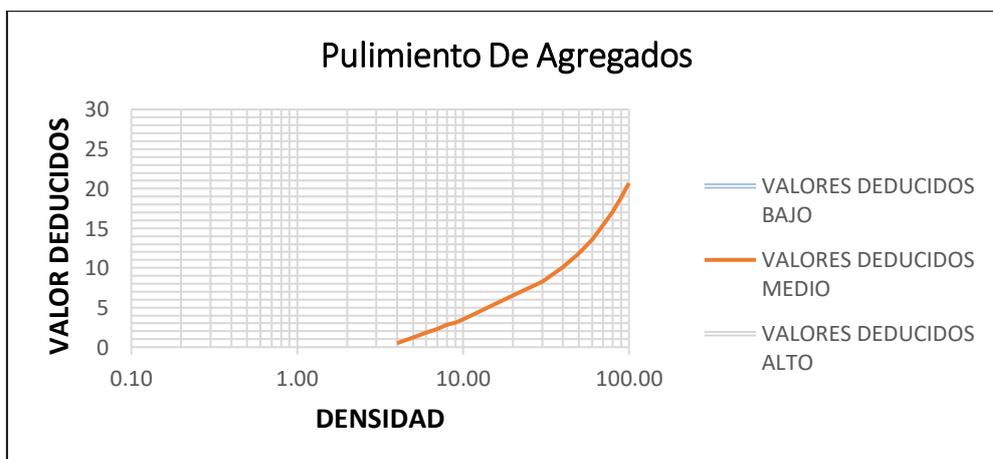
*Valores Deducidos – Pulimiento de Agregados*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00			
2.00			
3.00			
4.00		0.50	
5.00		1.20	
6.00		1.80	
7.00		2.30	
8.00		2.80	
9.00		3.10	
10.00		3.50	
20.00		6.50	
30.00		8.30	
40.00		10.10	
50.00		11.80	
60.00		13.60	
70.00		15.40	
80.00		17.10	
90.00		18.90	
100.00		20.70	

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 89**

*Curva de Valores Deducidos – Pulimiento de Agregados*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 43**

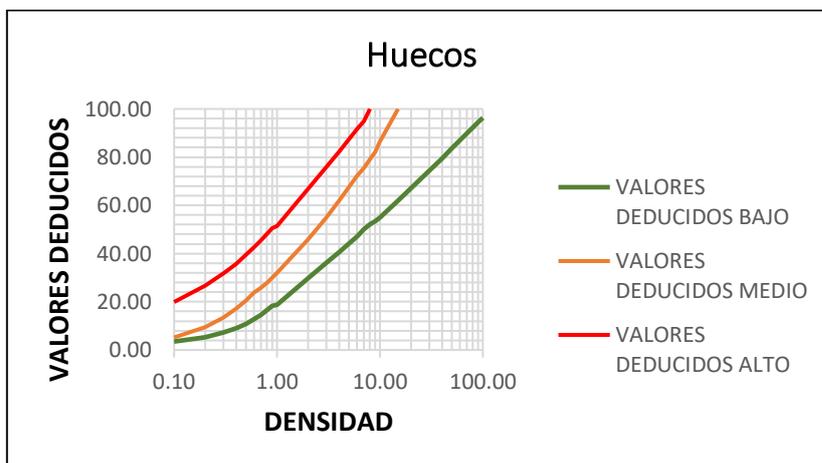
*Valores Deducidos – Huecos*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	3.50	5.2	19.9
0.20	5.30	9.4	26.7
0.30	7.20	13.4	31.7
0.40	9.10	17.2	35.8
0.50	10.90	20.5	39.4
0.60	12.80	23.9	42.5
0.70	14.60	25.9	45.4
0.80	16.50	27.8	48
0.90	18.30	30	50.5
1.00	18.80	32	51.4
2.00	29.70	46	66.9
3.00	36.10	55	76
4.00	40.60	62.1	82.4
5.00	44.10	67.6	87.4
6.00	46.90	72.1	91.5
7.00	50.00	75.5	95
8.00	52.00	79.1	100
9.00	53.30	82	
10.00	55.00	86.5	
15.00	62.00	100	
30.00	74.30		
40.00	79.50		
50.00	83.60		
60.00	87.00		
70.00	89.80		
80.00	92.20		
90.00	94.40		
100.00	96.30		

*Fuente:* (D6433, 2007).

**Figura 90**

*Curva de Valores Deducidos – Huecos*



*Fuente:* (D6433, 2007).



**Tabla 44**

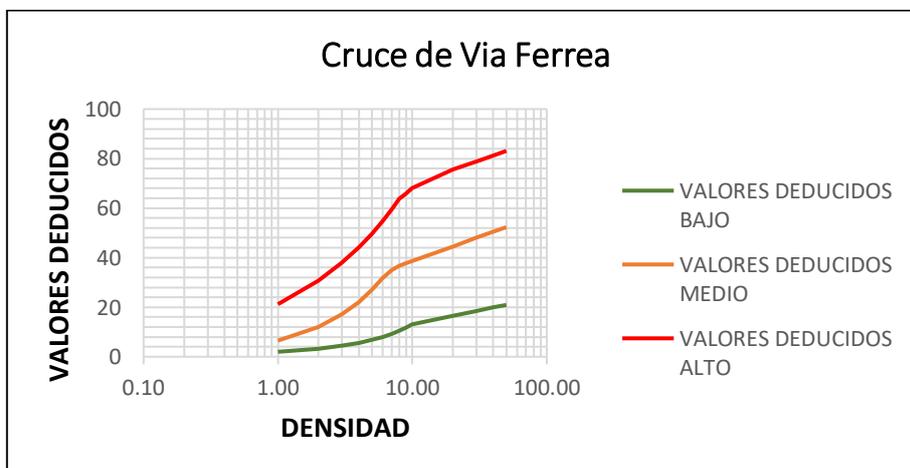
*Valores Deducidos – Cruce de Vía Férrea*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2	6.5	21.2
2.00	3.2	12.1	30.6
3.00	4.4	17.2	37.9
4.00	5.6	22.2	44.2
5.00	6.8	27	49.7
6.00	8	31.7	54.7
7.00	9.2	35	59.4
8.00	10.5	36.8	63.8
9.00	11.7	37.7	66
10.00	13.1	38.6	68
20.00	16.5	44.5	75.6
30.00	18.5	48	78.9
40.00	19.9	50.4	81.2
50.00	20.9	52.3	83.1
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			
100.00			

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 91**

*Curva de Valores Deducidos – Cruce de Vía Férrea*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 45**

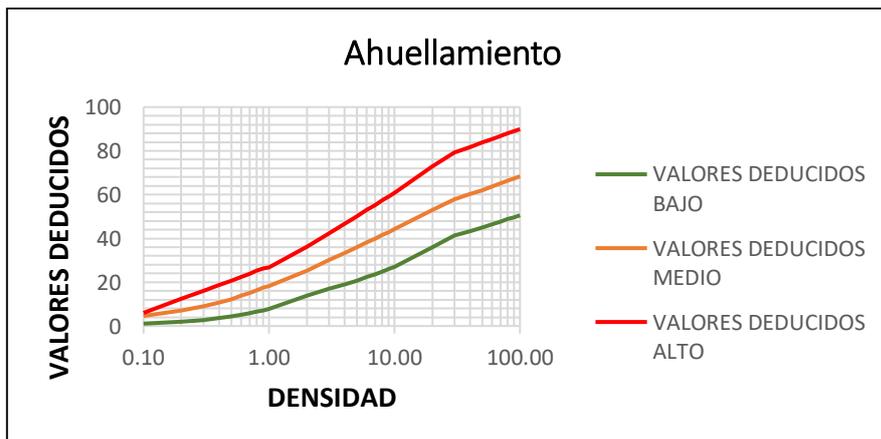
*Valores Deducidos – Ahuellamiento*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	1.1	4.6	6
0.20	2	7.1	12.4
0.30	2.8	9	16.1
0.40	3.6	10.8	18.8
0.50	4.3	12.3	20.8
0.60	5.1	13.8	22.5
0.70	5.8	15.1	23.9
0.80	6.5	16.4	25.2
0.90	7.2	17.6	26.2
1.00	7.9	18.2	26.7
2.00	14	25.3	36.2
3.00	17.1	30.1	42.4
4.00	19.1	33.4	46.8
5.00	20.8	36.1	50.2
6.00	22.3	38.2	53
7.00	23.6	39.8	55.3
8.00	24.9	41.6	57.4
9.00	26	42.9	59.2
10.00	27.1	44.2	60.8
20.00	35.9	53	73
30.00	41.4	57.9	79.3
40.00	43.4	60.3	81.8
50.00	45.1	62.1	83.8
60.00	46.5	63.7	85.4
70.00	47.7	65.1	86.8
80.00	48.8	66.3	87.9
90.00	49.7	67.4	89
100.00	50.6	68.4	89.9

*Fuente: (D6433, 2007).*

**Figura 92**

*Curva de Valores Deducidos – Ahuellamiento*



*Fuente: (D6433, 2007).*



**Tabla 46**

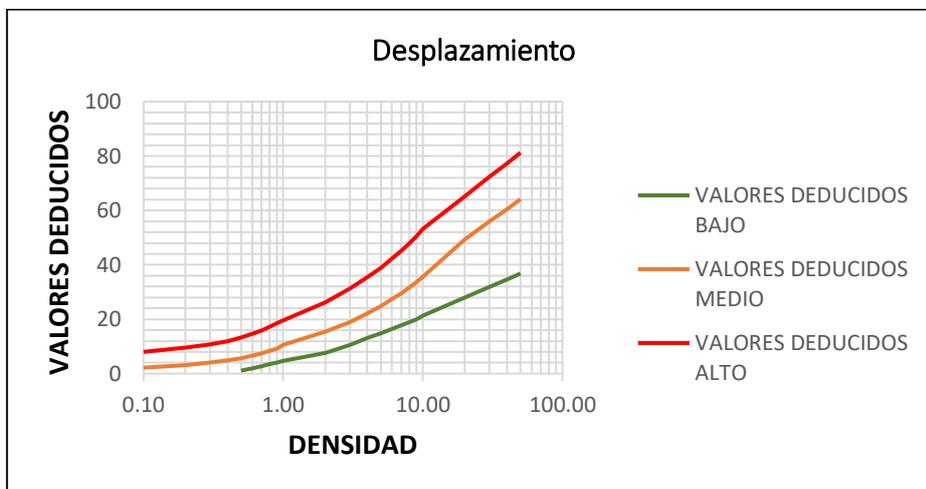
*Valores Deducidos – Desplazamiento*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		2.2	8
0.20		3.1	9.63
0.30		4	10.7
0.40		4.8	12
0.50	1.1	5.7	13.3
0.60	2	6.6	14.6
0.70	2.8	7.5	15.9
0.80	3.5	8.3	17.2
0.90	4.1	9.2	18.6
1.00	4.6	10.5	19.5
2.00	7.7	15.4	26.1
3.00	10.6	19	31.2
4.00	13	22.1	35.4
5.00	14.9	24.8	39
6.00	16.5	27.3	42.3
7.00	17.8	29.6	45.2
8.00	18.9	31.7	48
9.00	19.9	33.7	50.5
10.00	21.3	35.6	53.1
20.00	28	49.3	65.2
30.00	31.9	55.9	72.3
40.00	34.6	60.5	77.3
50.00	36.8	64.1	81.2
60.00			
70.00			
80.00			
90.00			

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 93**

*Curva de Valores Deducidos – Desplazamiento*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 47**

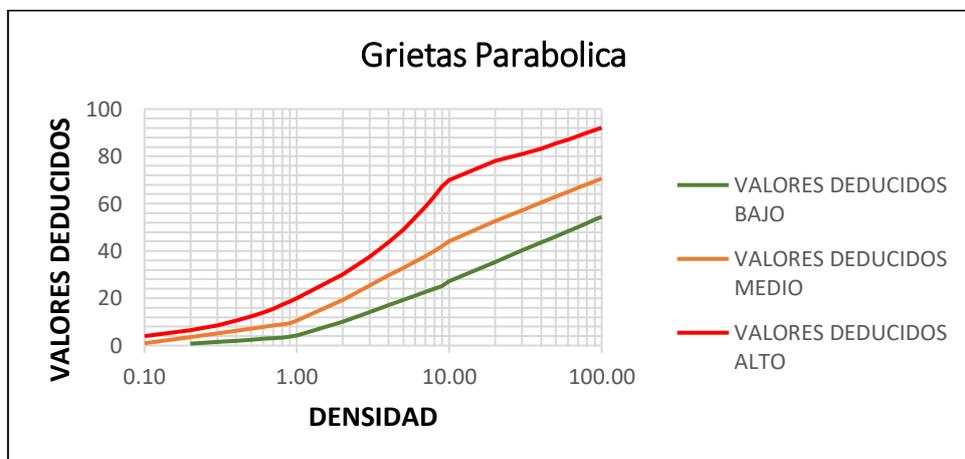
*Valores Deducidos – Grietas Parabólica*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10		1	4
0.20	0.8	3.6	6.5
0.30	1.6	5.2	8.6
0.40	2.1	6.3	10.6
0.50	2.5	7.2	12.4
0.60	2.9	7.9	14
0.70	3.2	8.5	15.6
0.80	3.4	9	17.2
0.90	3.7	9.5	18.7
1.00	4.3	10.6	20
2.00	10.2	19.3	30.2
3.00	14.2	25.3	37.5
4.00	17.1	29.6	43.6
5.00	19.3	32.9	49.1
6.00	21.1	35.6	54.1
7.00	22.6	37.8	58.8
8.00	24	40	63.1
9.00	25.1	42	67.2
10.00	27.2	44	69.9
20.00	35.4	52.7	78
30.00	40.2	57.2	81
40.00	43.6	60.4	83.2
50.00	46.2	62.9	85.4
60.00	48.4	64.9	87.1
70.00	50.2	66.7	88.6
80.00	51.8	68.2	89.9
90.00	53.2	69.5	91.1
100.00	54.4	70.6	92.1

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 94**

*Curva de Valores Deducidos – Grietas Parabólica*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 48**

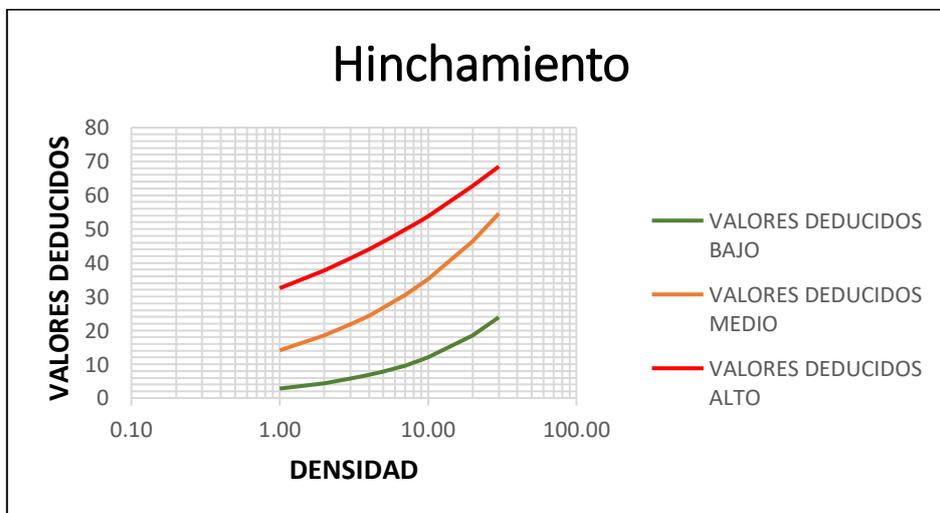
*Valores Deducidos – Hinchamiento*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10			
0.20			
0.30			
0.40			
0.50			
0.60			
0.70			
0.80			
0.90			
1.00	2.8	14.1	32.5
2.00	4.4	18.5	37.8
3.00	5.7	21.8	41.3
4.00	6.8	24.4	44
5.00	7.8	26.7	46.2
6.00	8.7	28.7	48.1
7.00	9.6	30.5	49.8
8.00	10.5	32.2	51.3
9.00	11.3	33.8	52.6
10.00	12	35.2	53.8
20.00	18.6	46.4	62.7
30.00	23.9	54.6	68.5
40.00			
50.00			
60.00			
70.00			
80.00			

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 95**

*Curva de Valores Deducidos – Hinchamiento*



Fuente: (D6433, 2007).



**Tabla 49**

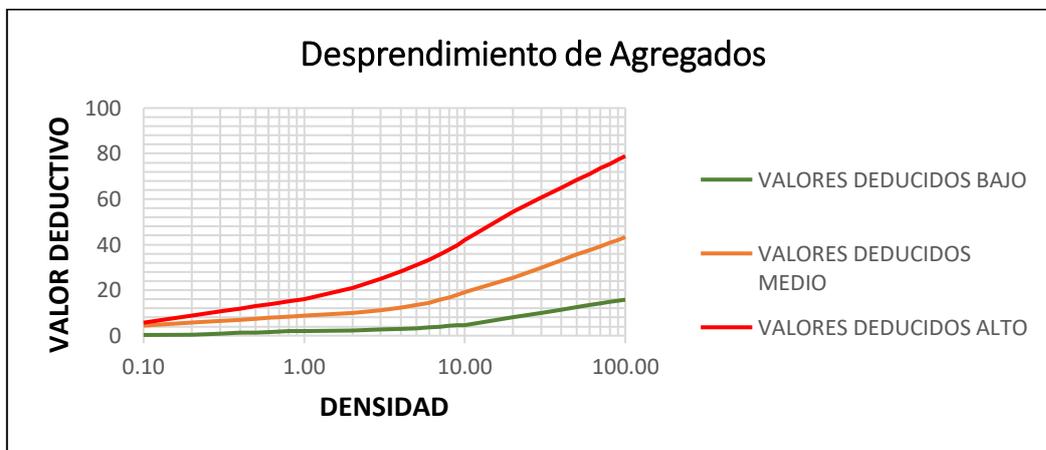
*Valores Deducidos – Desprendimiento de Agregados*

Densidad	Valores deducidos		
	Bajo	Medio	Alto
0.10	0.3	4.4	5.7
0.20	0.4	5.7	8.8
0.30	0.8	6.5	10.6
0.40	1.2	7	11.9
0.50	1.4	7.4	12.9
0.60	1.6	7.8	13.7
0.70	1.7	8.1	14.4
0.80	1.9	8.3	15
0.90	2	8.5	15.5
1.00	2	8.9	16
2.00	2.3	10	21
3.00	2.7	11.2	24.9
4.00	3	12.3	28.2
5.00	3.3	13.4	30.9
6.00	3.7	14.5	33.4
7.00	4	15.7	35.6
8.00	4.3	16.8	37.7
9.00	4.6	17.9	39.6
10.00	4.6	19	42
20.00	8	25.3	54.5
30.00	10	29.9	60.6
40.00	11.4	33.1	65
50.00	12.5	35.6	68.4
60.00	13.4	37.6	71.1
70.00	14.1	39.3	73.5
80.00	14.8	40.8	75.5
90.00	15.3	42.1	77.3
100.00	15.8	43.3	78.9

Fuente: (D6433, 2007).

**Figura 96**

*Curva de Valores Deducidos – Desprendimiento de Agregado*



Fuente: (D6433, 2007).



**Cálculo de valores deducidos corregidos**

**Tabla 50**

*Tabla de Valores Deducidos Corregidos*

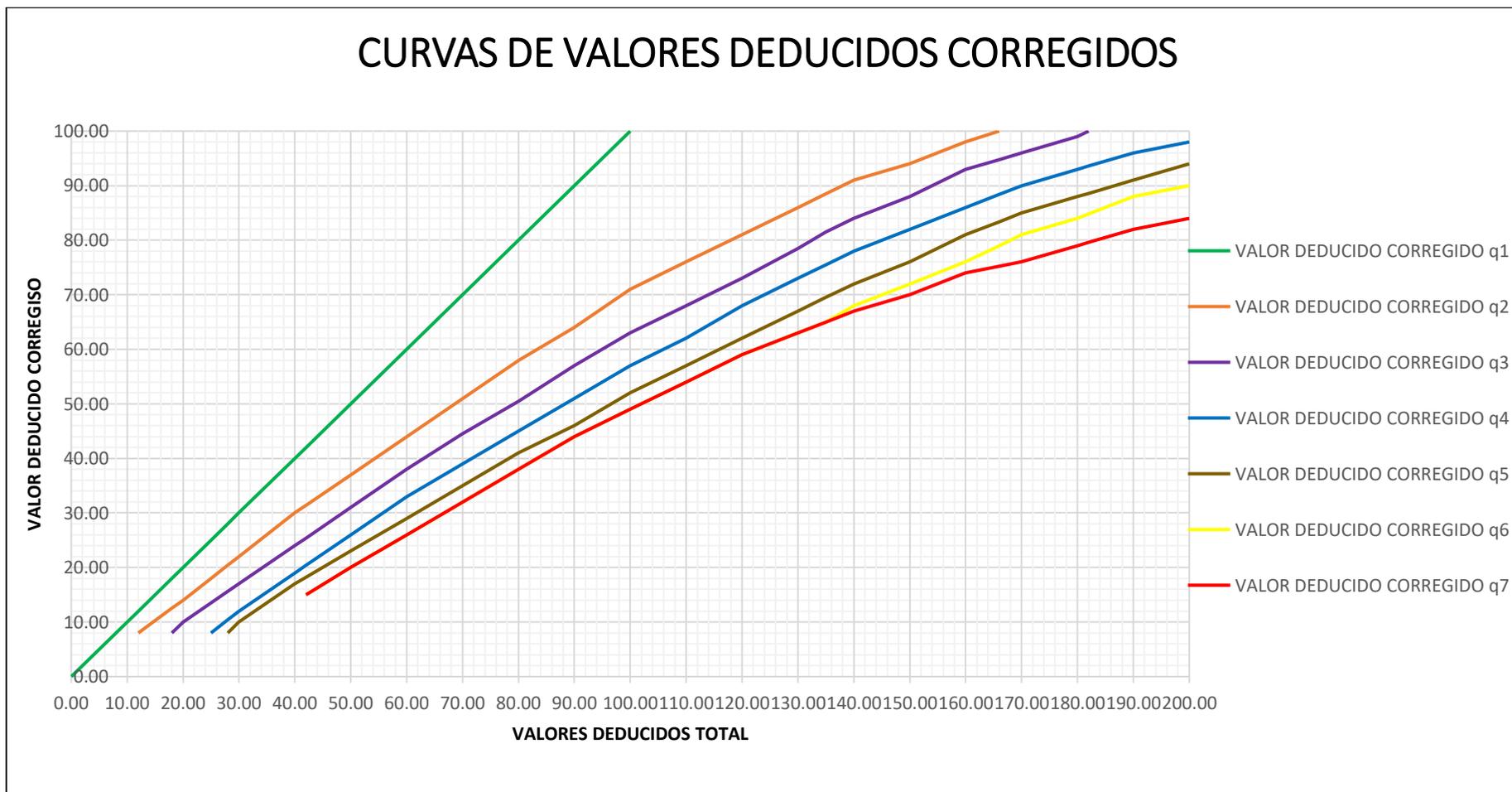
VDT	valor deducido corregido						
	q1	q2	q3	q4	q5	q6	q7
0.00	0.00						
10.00	10.00						
12.00	12.00	8.00					
18.00	18.00	12.50	8.00				
20.00	20.00	14.00	10.00				
25.00	25.00	18.00	13.50	8.00			
28.00	28.00	20.40	15.60	10.40	8.00		
30.00	30.00	22.00	17.00	12.00	10.00		
40.00	40.00	30.00	24.00	19.00	17.00		
42.00	42.00	31.40	25.40	20.40	18.20	15.00	15.00
50.00	50.00	37.00	31.00	26.00	23.00	20.00	20.00
60.00	60.00	44.00	38.00	33.00	29.00	26.00	26.00
70.00	70.00	51.00	44.50	39.00	35.00	32.00	32.00
80.00	80.00	58.00	50.50	45.00	41.00	38.00	38.00
90.00	90.00	64.00	57.00	51.00	46.00	44.00	44.00
100.00	100.00	71.00	63.00	57.00	52.00	49.00	49.00
110.00		76.00	68.00	62.00	57.00	54.00	54.00
120.00		81.00	73.00	68.00	62.00	59.00	59.00
130.00		86.00	78.50	73.00	67.00	63.00	63.00
135.00		88.50	81.50	75.50	69.50	65.00	65.00
140.00		91.00	84.00	78.00	72.00	68.00	67.00
150.00		94.00	88.00	82.00	76.00	72.00	70.00
160.00		98.00	93.00	86.00	81.00	76.00	74.00
166.00		100.00	94.80	88.40	83.40	79.00	75.20
170.00			96.00	90.00	85.00	81.00	76.00
180.00			99.00	93.00	88.00	84.00	79.00
182.00			100.00	93.60	88.60	84.80	79.60
190.00				96.00	91.00	88.00	82.00
200.00				98.00	94.00	90.00	84.00

*Fuente:* (D6433, 2007).



Figura 97

Curva de Valores Deducidos Corregidos



Fuente: (D6433, 2007).



Determinar la calificación que corresponde de acuerdo a su valor del PCI obtenido

**Tabla 51**

*Rangos de clasificación del PCI*

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 75	Muy buena
70 – 55	Buena
55 – 40	Regular
40 – 25	Pobre
25 – 10	Muy Pobre
10 – 0	Fallado

*Fuente:* (Vásquez, 2002).

**c) Análisis de la Prueba**

En esta fase, se calculó el PCI de cada sección y se comprobó que las secciones son todas iguales y que cada sección tiene sus propias características, como la forma de las fallas observadas.

Fallas de piel de cocodrilo, agrietamiento de bloques, agrietamiento de bordes, agrietamiento por reflexión de juntas, agrietamiento longitudinal y transversal, parcheo, pulido de agregados y vacíos constituyen la mayoría de las fallas en el segmento ascendente Santa Úrsula - Mariscal Gamarra. En el tramo de descenso Mariscal Gamarra - Santa Úrsula, también se presentan fallas en piel de cocodrilo, así como fisuración en bloque, fisuración de borde, fisuración por reflexión de juntas, fisuración longitudinal y transversal, parcheo, pulido de áridos y vacíos.







Resumen parcial total de cada falla que se encontró en la vía

**Tabla 54**

*Conteo de Fallas con el respectivo nivel de severidad en la Calzada de subida Santa Úrsula – Mariscal Gamarra – PCI*

Calzada de subida Santa Úrsula - Mariscal Gamarra					
Item	Tipo de falla	Unidad	Nivel de severidad	Metrado	Cantidad de fallas
1	Piel de cocodrilo	M2	B	19.77	84.00
			M	446.96	
			A	572.88	
2	Exudación	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
3	Agrietamiento en bloque	M2	B	13.50	25.00
			M	729.06	
			A	116.80	
4	Abultamiento y hundimiento	M2	B	0.00	1.00
			M	0.00	
			A	1.80	
5	Corrugación	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
6	Depresión	M	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	



Calzada de subida Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

Item	Tipo de falla	Unidad	Nivel de severidad	de Metrado	Cantidad de fallas
7	Grieta de borde	M	B	3.10	9.00
			M	62.78	
			A	119.20	
8	Grieta de reflexión de junta	M	B	5.95	48.00
			M	408.26	
			A	438.44	
9	Desnivel carril / berma	M	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
10	Grietas longitudinales y transversales	M	B	327.83	130.00
			M	2375.96	
			A	1313.03	
11	Parcheo	M2	B	61.63	68.00
			M	651.37	
			A	955.47	
12	Pulimento de agregados	M2	B	0.00	6.00
			M	396.64	
			A	126.00	
13	Huecos	Und	B	10.00	13.00
			M	0.00	
			A	10.00	



Calzada de subida Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

Item	Tipo de falla	Unidad	Nivel de severidad	Metrado	Cantidad de fallas
14	Cruce de vía férrea	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
15	Ahuellamiento	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
16	Desplazamiento	M2	B	0.00	1.00
			M	0.00	
			A	0.79	
17	Grieta parabólicas (slippage)	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
18	Hinchamiento	M2	B	0.00	1.00
			M	11.88	
			A	0.00	
19	Desprendimiento de agregados	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 55**

*Fallas Representativas - Calzada de Subida -Método PCI*

Fallas representativas	Cant.
Grietas longitudinales y transversales	130.00
Piel de cocodrilo	84.00
Parqueo	68.00

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 56**

*Conteo de Fallas con el Respectivo Nivel de Severidad en la Calzada de Bajada  
Mariscal Gamarra – Santa Úrsula – PCI*

Calzada de bajada Mariscal Gamarra - Santa Úrsula					
Ítem.	Tipo de falla	Unidad	Nivel de severidad	Metrado	Cantidad de Fallas
1	Piel de cocodrilo	M2	B	1.00	62.00
			M	900.10	
			A	989.18	
2	Exudación	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
3	Agrietamiento en bloque	M2	B	33.62	70.00
			M	5528.64	
			A	344.85	
4	Abultamiento y hundimiento	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	



Calzada de bajada Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

Ítem.	Tipo de falla	Unidad	Nivel de severidad	Metrado	Cantidad de Fallas
5	Corrugación	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
6	Depresión	M	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
7	Grieta de borde	M	B	159.00	22.00
			M	144.70	
			A	122.30	
8	Grieta de reflexión de junta	M	B	5.60	2.00
			M	13.35	
			A	0.00	
9	Desnivel carril / berma	M	B	0.00	0.00
			M	0.00	
			A	0.00	
10	Grietas longitudinales y transversales	M	B	130.84	82.00
			M	2012.32	
			A	433.00	
11	Parcheo	M2	B	347.51	57.00
			M	734.75	
			A	415.04	
12	Pulimento de agregados	M2	B	0.00	0.00
			M	0.00	



Calzada de bajada Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

Ítem.	Tipo de falla	Unidad	Nivel de severidad	de Metrado	Cantidad de Fallas
			A	0.00	
			B	8.00	
13	Huecos	Und	M	8.00	16.00
			A	1.00	
			B	0.00	
14	Cruce de vía férrea	M2	M	0.00	0.00
			A	0.00	
			B	0.00	
15	Ahuellamiento	M2	M	0.00	0.00
			A	0.00	
			B	0.00	
16	Desplazamiento	M2	M	0.00	0.00
			A	0.00	
			B	19.25	
17	Grietas parabólicas (slippage)	M2	M	0.00	1.00
			A	0.00	
			B	0.00	
18	Hinchamiento	M2	M	4.00	1.00
			A	0.00	
			B	0.00	
19	Desprendimiento de agregados	M2	M	278.35	4.00
			A	0.00	

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 57**

*Fallas Representativas - Calzada de Bajada – Método PCI*

Fallas representativas	Cant.
Grietas longitudinales y transversales	82.00
Agrietamiento en bloque	70.00
Piel de cocodrilo	62.00

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 58**

*Condición del Pavimento- Calzada de Subida*

Calzada de subida Santa Úrsula - Mariscal Gamarra			
Estado	Unidades de Muestreo	Longitud (m)	%
Excelente	10	300.00	11.76
Muy Buena	11	330.00	12.94
Buena	25	750.00	29.41
Regular	21	630.00	24.71
Pobre	12	360.00	14.12
Muy Pobre	5	150.00	5.88
Fallado	1	30.00	1.18
Total	85	2550.00	100.00

*Fuente:* Elaboración Propia.

**Tabla 59**

*Condición del Pavimento-Calzada de Bajada*

Calzada de Bajada Mariscal Gamarra - Santa Úrsula			
Estado	Unidades de Muestreo	Longitud (m)	%
Excelente	2	60.00	2.35
Muy Buena	5	150.00	5.88
Buena	15	450.00	17.65
Regular	31	930.00	36.47
Pobre	12	360.00	14.12



---

Calzada de Bajada Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

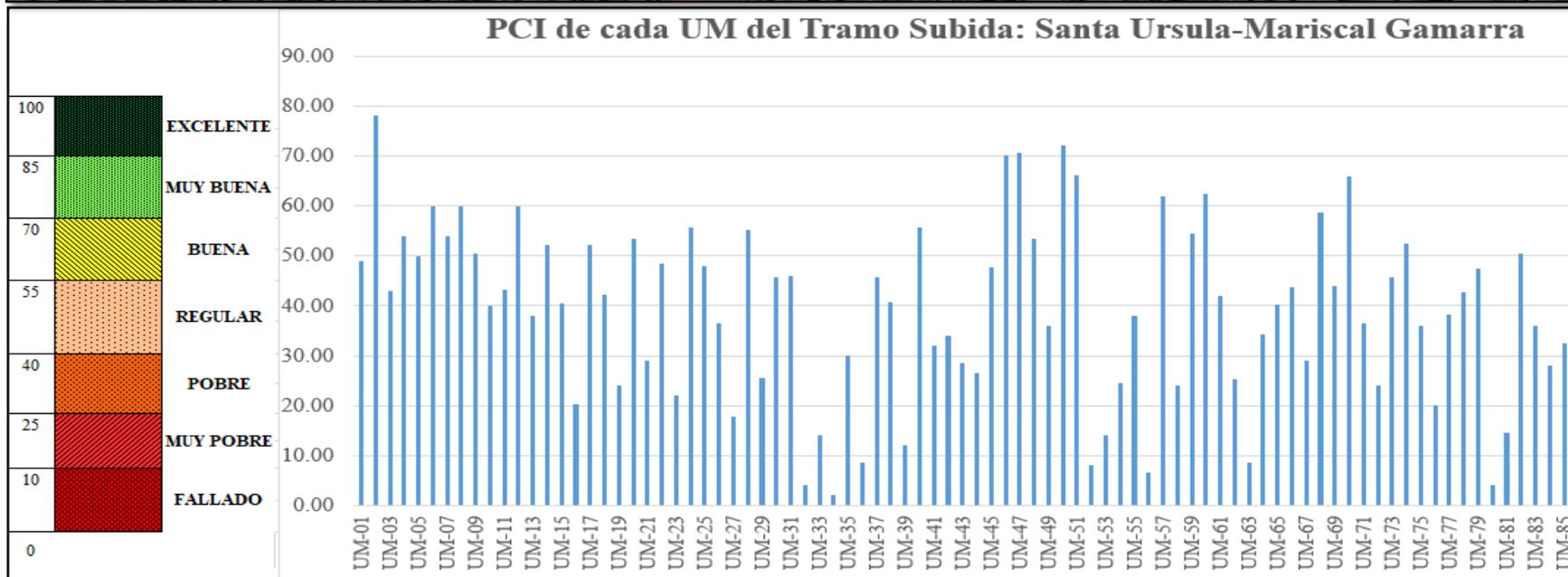
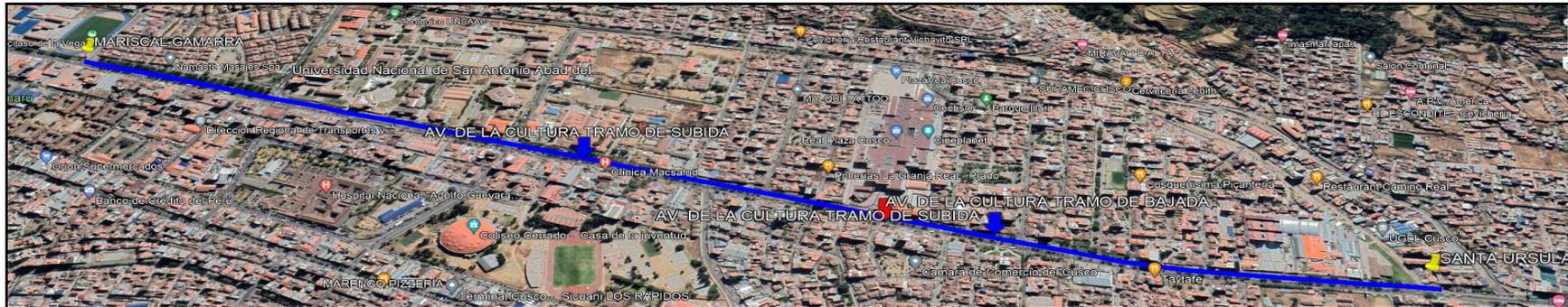
Estado	Unidades de Muestreo	Longitud (m)	%
Muy Pobre	18	540.00	21.18
Fallado	2	60.00	2.35
Total	85	2550.00	100.00

*Fuente:* Elaboración Propia.



Figura 98

Valor de PCI – Calzada de Subida: Santa Úrsula – Mariscal Gamarra

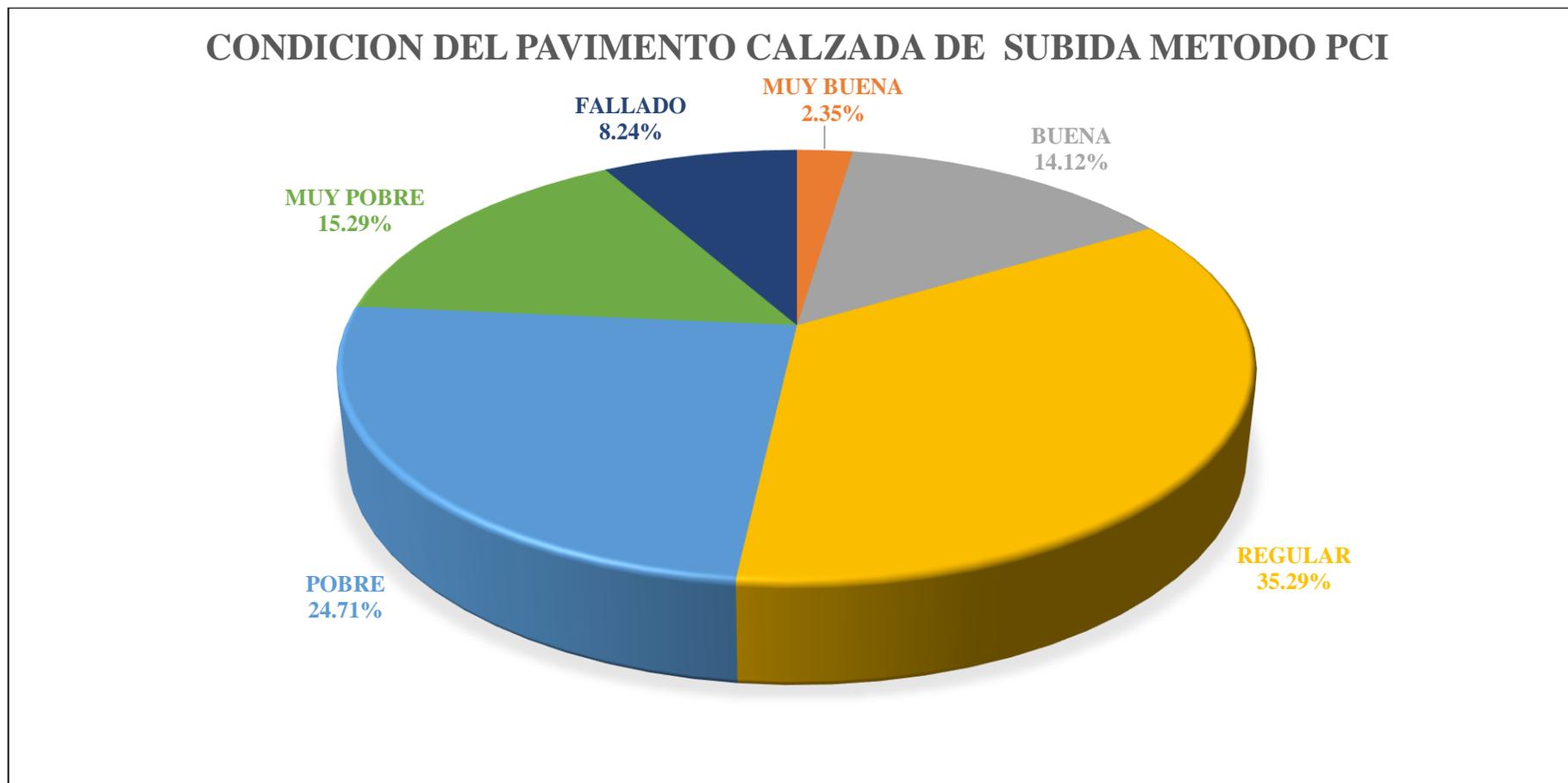


Fuente: Elaboración Propia.



**Figura 99**

*Condición del pavimento flexible Calzada de Subida: Santa Úrsula – Mariscal Gamarra Método PCI*



*Fuente:* Elaboración Propia.



Figura 100

Valor PCI Calzada de Bajada: Mariscal Gamarra-Santa Úrsula

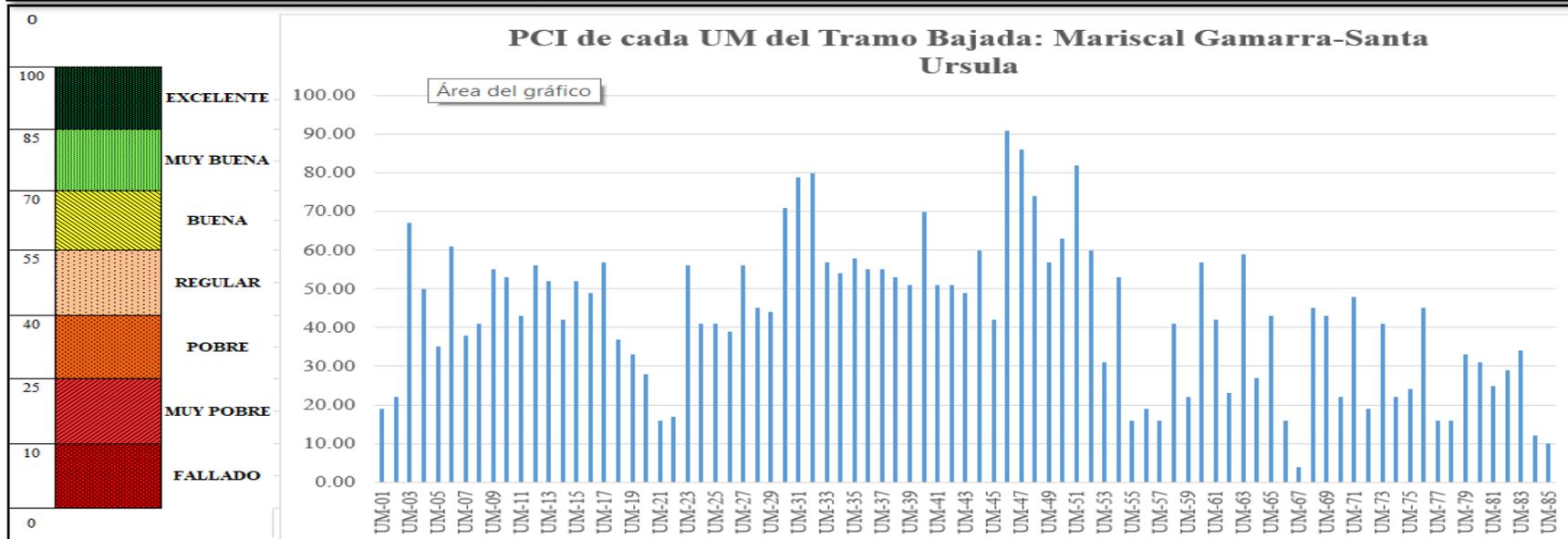
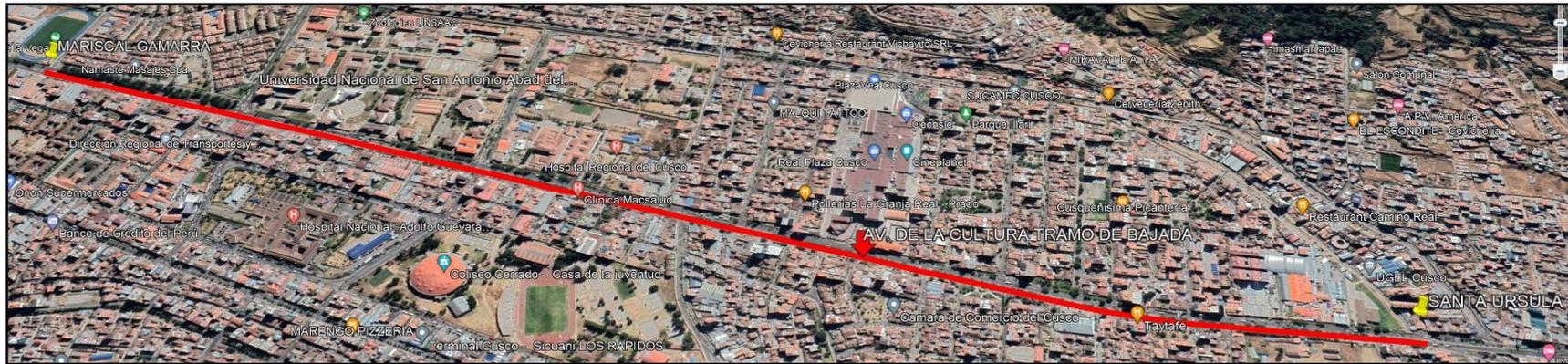
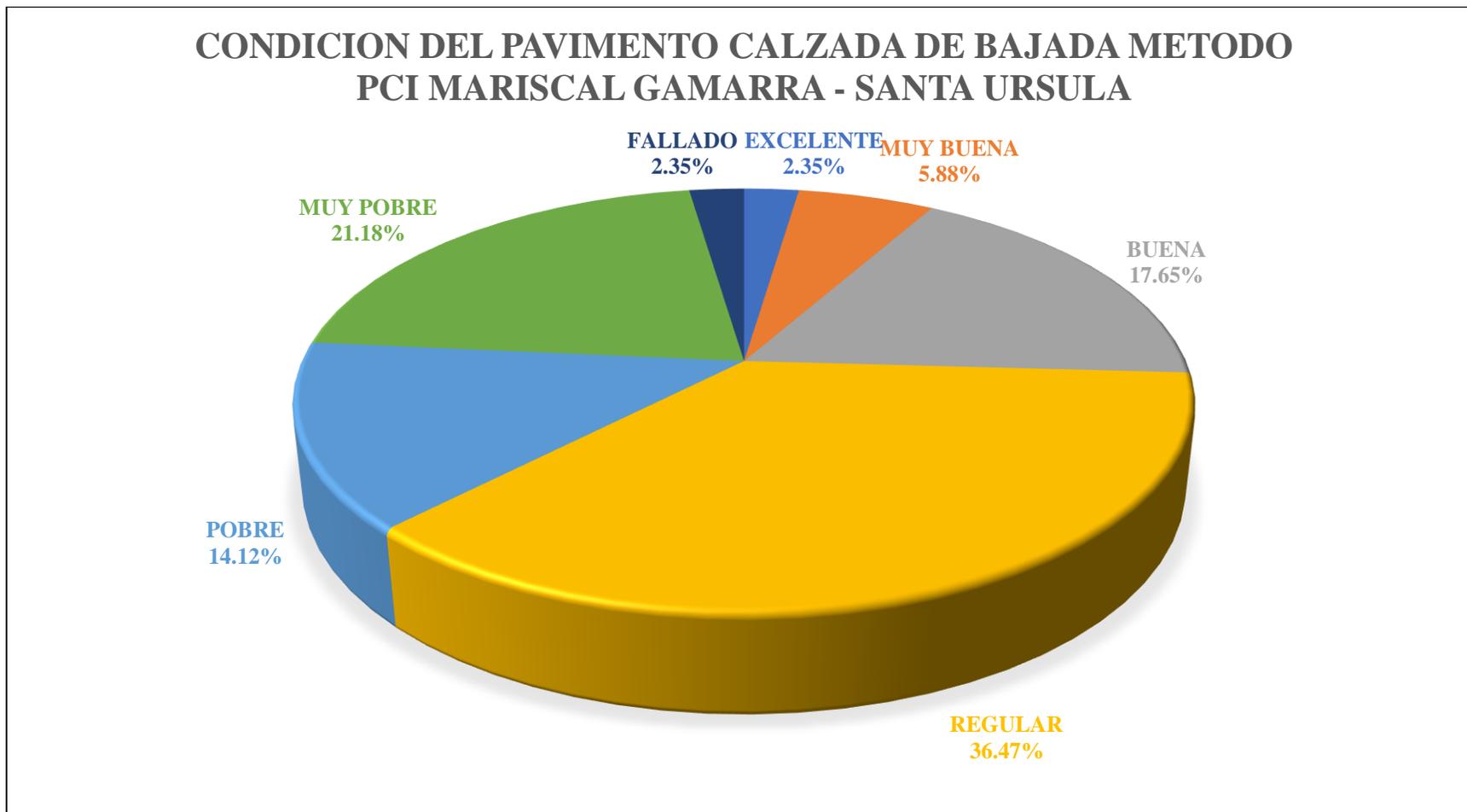




Figura 101

Condición del pavimento flexible calzada: Santa Úrsula – Mariscal Gamarra Método PCI



Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 60**

*Resultados Promedio - Metodología PCI por Calzada*

Resultados – PCI por Calzada		
Calzada	Valor PCI	Calificación
Santa Úrsula-Mariscal Gamarra	39.29	Pobre
Mariscal Gamarra-Santa Úrsula	43.27	Regular

*Fuente:* Elaboración Propia.

### **3.6.2. Aplicación del Método PASER en la Av. de la cultura Calzada Santa Úrsula – Mariscal Gamarra en ambos sentidos.**

- Se realiza el recorrido respectivo de la vía para visualizar los tramos y secciones que serán objeto de un inventario de todas las fallas por muestreo
- Determinar el número de cada forma de fallo que se produce en la banda ascendente y descendente, así como el grado de intensidad y gravedad asociado a cada tipo de fallo (bajo, medio, alto). El número de intentos fallidos.
- Evaluar la superficie del pavimento utilizando la técnica PASER y estimar su estado utilizando la Tabla 9 basándose en un examen visual. El estado de la superficie del firme se evalúa utilizando la siguiente escala, que va de 10 (bueno) a 1 (deficiente): (mal).
- El último paso consiste en examinar los resultados de cada unidad de muestreo en ambas direcciones de las longitudes examinadas.

Este es un ejemplo de la evaluación PASER de la inspección, la identificación, el tipo de fallo, la medición, la cualificación y el tamaño de las unidades de muestra.

El último paso consiste en examinar los resultados de cada unidad de muestreo en ambas direcciones de las secciones examinadas.



**Figura 102**

*Método PASER, Identificación, Tipo de Falla, Medición, Calificación y Magnitud*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		HOJA DE REGISTRO DE LA UNIDAD DE MUESTRA											
"ANALISIS COMPARATIVO DEL INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO EN LA AV LA CULTURA POR LOS METODOS PASER Y PCI AÑO 2022"																	
Nombre de la Via: Av. La cultura entre Santa Ursula Y Marical Gamarra -Subida				Asesor: ING. JEAN F. PEREZ MONTESINOS													
EVALUADO POR: CARRION HUILLCA ERIKA Y SALAZAR VALCARCEL JHON WALDI				Nº de Tramo: 01													
Fecha:				Programacion Inicial: 00+00 Programa Final: 00+030													
Area De Muestra: 315.00 m2																	
TIPOS DE FALLAS				CALIFICACION PASER													
1. Lleno de surcos 2. Distorsion 3. Grietas transversales 4. Grietas de reflexion 5. Grietas de resbalamiento 6. Grietas longitudinales 7. Grietas de bloque 8. Grietas de cocodrilo 9. Parches 10. Huecos				1. Frecassado 2. Muy pobre 3. Pobre 4. Razonable 5. Razonable 6. Bueno 7. Bueno 8. Muy bueno 9. Excelente 10. Excelente													
TIPOS DE FALLAS EXISTENTES Y CALIFICACION																	
Nº	GRAFICO	TIPO DE FALLA	CALIFICACION PASER										AREA DE LA FALLA			% DE AREA	
			1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	L (m)	H (m)	A (m2)		
1		6				X								19	1	19	6%
2		8			X									1.2	5	6.00	2%
3		9								X				12	9.5	114	36%
4		8				X								3.4	6	20.4	6.48%
SUB TOTAL 1																159.40	51%

Fuente: Elaboración Propia.



Para poder evaluar la calzada se registraron 85 unidades de muestreo de subida y bajada también de 85 unidades de muestra, presentándose los siguientes tipos de daños:

**Tabla 61**

*Calzada de Subida Santa Úrsula-Mariscal Gamarra. Daños por Unidad de Muestreo Método PASER*

Calzada de subida – Av. La Cultura Santa Úrsula- Mariscal Gamarra														
Tipo de daño	Severidad de Daño										Área total de daño	% de área afectada	% tipo de daño	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Lleno de surcos												0.0	0.00%	0.00%
Distorsión				110.7	25.5	21.6	8.4					166.2	0.62%	1.28%
Grietas transversales		19.2	37.32	192.1	769.6	196.65	61.8			118.5		1395.1	5.21%	10.72%
Grietas de reflexión				335.9	510.9	216.5	25.2					1088.4	4.07%	8.37%
Grietas de resbalamiento												0.0	0.00%	0.00%
Grietas longitudinales		45	7.32	620.6	746.6	975.24	262.7	73.72				2731.1	10.20%	20.99%
Grietas de bloque		125.1	300.3	825.6	1026	865.56	98.96	304.6				3546.6	13.25%	27.26%
Grietas de cocodrilo		286.79	361.28	500.9	394.1	64.68	95.59					1703.3	6.36%	13.09%



Calzada de subida – Av. La Cultura Santa Úrsula- Mariscal Gamarra

Tipo de daño	Severidad de Daño										Área total de daño	% de área afectada	% tipo de daño
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Parches		43.2	332.63	501.7	460.5	472.8	392.3	39.4			2242.4	8.38%	17.23%
Huecos	18	29.7	72.02	18							137.7	0.51%	1.06%
Total											13010.8	48.6%	100.00%

*Fuente:* Elaboración Propia.

Se observa en el método PASER el tipo de daño que ocupa mayor porcentaje de área, siendo las Grietas en Bloque con un 27.26%, seguido de las Grietas Longitudinales con un 20.99%, no muy lejos están las los Parches con un 17.23% y las Grietas de Cocodrilo con un 13.09%, en menos porcentaje están los daños siguientes: Grietas Transversales, Grietas de Reflexión, Distorsión y Huecos.



**a. Detalle de clasificación en la Calzada de subida Santa Úrsula – Mariscal Gamarra**

Ahora, a modo de comparación se muestra una tabla con todos los detalles de la clasificación del tramo aplicando el método PASER:

**Tabla 62**

*CALZADA I: Subida-Santa Úrsula-Mariscal Gamarra. Clasificación según PASER*

Calzada De Subida Santa Úrsula - Mariscal Gamarra					
Calzada (Km)		Vía		Calificación	Condición
		Ancho	Largo		
0+000	0+030	10.5	30	4.72	Razonable
0+030	0+060	10.5	30	7.6	Bueno
0+060	0+090	10.5	30	4.19	Razonable
0+090	0+120	10.5	30	5.21	Razonable
0+120	0+150	10.5	30	4.6	Razonable
0+150	0+180	10.5	30	5.89	Razonable
0+180	0+210	10.5	30	5.26	Razonable
0+210	0+240	10.5	30	5.6	Razonable
0+240	0+270	10.5	30	5	Razonable
0+270	0+300	10.5	30	3.8	Pobre
0+300	0+330	10.5	30	4.1	Razonable
0+330	0+360	10.5	30	5.6	Razonable
0+360	0+390	10.5	30	3.2	Pobre
0+390	0+420	10.5	30	4.8	Razonable
0+420	0+450	10.5	30	3.9	Pobre
0+450	0+480	10.5	30	2.1	Muy pobre
0+480	0+510	10.5	30	5.1	Razonable
0+510	0+540	10.5	30	3.9	Pobre
0+540	0+570	10.5	30	2.1	Muy pobre
0+570	0+600	10.5	30	5.1	Razonable
0+600	0+630	10.5	30	2.4	Muy pobre
0+630	0+660	10.5	30	4.3	Razonable
0+660	0+690	10.5	30	2	Muy pobre



Calzada De Subida Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

Calzada (Km)	Vía		Calificación	Condición	
	Ancho	Largo			
0+690	0+720	10.5	30	5.1	Razonable
0+720	0+750	10.5	30	4.7	Razonable
0+750	0+780	10.5	30	3.45	Pobre
0+780	0+810	10.5	30	1.7	Muy pobre
0+810	0+840	10.5	30	5.3	Razonable
0+840	0+870	10.5	30	2.4	Muy pobre
0+870	0+900	10.5	30	4.48	Razonable
0+900	0+930	10.5	30	4.3	Razonable
0+930	0+960	10.5	30	0.2	Fracasado
0+960	0+990	10.5	30	1.3	Muy pobre
0+990	1+020	10.5	30	0.1	Fracasado
1+020	1+050	10.5	30	2.86	Muy pobre
1+050	1+080	10.5	30	0.7	Fracasado
1+080	1+110	10.5	30	4.2	Razonable
1+110	1+140	10.5	30	3.9	Pobre
1+140	1+170	10.5	30	1.2	Muy pobre
1+170	1+200	10.5	30	5.47	Razonable
1+200	1+230	10.5	30	3.12	Pobre
1+230	1+260	10.5	30	3.25	Pobre
1+260	1+290	10.5	30	2.78	Muy pobre
1+290	1+320	10.5	30	2.52	Muy pobre
1+320	1+350	10.5	30	4.69	Razonable
1+350	1+380	10.5	30	6.8	Bueno
1+380	1+410	10.5	30	6.7	Bueno
1+410	1+440	10.5	30	5.12	Razonable
1+440	1+470	10.5	30	3.42	Pobre
1+470	1+500	10.5	30	6.9	Bueno
1+500	1+530	10.5	30	6.43	Bueno
1+530	1+560	10.5	30	0.8	Fracasado
1+560	1+590	10.5	30	1.2	Muy pobre



Calzada De Subida Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

Calzada (Km)	Vía		Calificación	Condición	
	Ancho	Largo			
1+590	1+620	10.5	30	2.23	Muy pobre
1+620	1+650	10.5	30	3.65	Pobre
1+650	1+680	10.5	30	0.6	Fracasado
1+680	1+710	10.5	30	6.1	Bueno
1+710	1+740	10.5	30	2.15	Muy pobre
1+740	1+770	10.5	30	5.17	Razonable
1+770	1+800	10.5	30	5.9	Razonable
1+800	1+830	10.5	30	4.13	Razonable
1+830	1+860	10.5	30	2.3	Muy pobre
1+860	1+890	10.5	30	0.4	Fracasado
1+890	1+920	10.5	30	3.26	Pobre
1+920	1+950	10.5	30	3.99	Pobre
1+950	1+980	10.5	30	4.09	Razonable
1+980	2+010	10.5	30	2.86	Muy pobre
2+010	2+040	10.5	30	5.63	Razonable
2+040	2+070	10.5	30	4.21	Razonable
2+070	2+100	10.5	30	6.25	Bueno
2+100	2+130	10.5	30	3.56	Pobre
2+130	2+160	10.5	30	2.4	Muy pobre
2+160	2+190	10.5	30	4.28	Razonable
2+190	2+220	10.5	30	5.14	Razonable
2+220	2+250	10.5	30	3.66	Pobre
2+250	2+280	10.5	30	1.8	Muy pobre
2+280	2+310	10.5	30	3.46	Pobre
2+310	2+340	10.5	30	4.12	Razonable
2+340	2+370	10.5	30	4.52	Razonable
2+370	2+400	10.5	30	0.4	Fracasado
2+400	2+430	10.5	30	1.2	Muy pobre
2+430	2+460	10.5	30	4.89	Razonable
2+460	2+490	10.5	30	3.51	Pobre



Calzada De Subida Santa Úrsula - Mariscal Gamarra

Calzada (Km)	Vía		Calificación	Condición	
	Ancho	Largo			
2+490	2+520	10.5	30	2.6	Muy pobre
2+520	2+550	10.5	30	3.19	Pobre

Fuente: Elaboración Propia.

Basándose en esta tabla se podrá realizar un resumen de todos los daños encontrados y clasificados según la metodología PASER:

**b. Estado de las unidades de muestreo.**

**Tabla 63**

*Calzada I: Subida- Santa Úrsula-Mariscal Gamarra. Estado de las unidades de muestreo método PASER*

Estado de daños por unidad de muestra según PASER tramo de subida

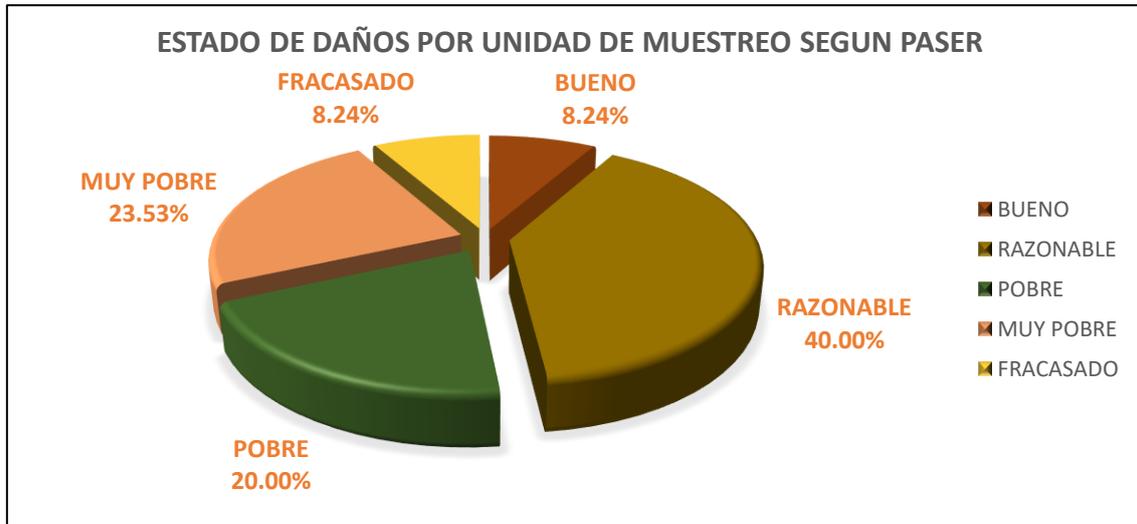
Estado	Unidades de muestreo	Longitud	Porcentaje
Excelente	0	0	0.00%
Excelente	0	0	0.00%
Muy bueno	0	0	0.00%
Bueno	7	210	8.24%
Razonable	34	1020	40.00%
Pobre	17	510	20.00%
Muy pobre	20	600	23.53%
Fracasado	7	210	8.24%
Total	85	2550	100.00%
<b>Promedio</b>	<b>Pobre</b>		<b>3.73</b>

Fuente: Elaboración Propia.

c. Estado de daños por unidad de muestreo.

**Figura 103**

*Calzada de Subida Santa Úrsula-Mariscal Gamarra. Estado de las Unidades de Muestreo*



*Fuente:* Elaboración Propia.

Se puede apreciar en la Tabla 63 que en una longitud de 1020 m con un 40.00% de las unidades de muestreo se encuentra en estado RAZONABLE, seguido por un 23.53% que se encuentra en un estado de MUY POBRE en una longitud también de 600 m, también se tiene un 20.00% de unidades de muestra en estado POBRE con una longitud de 510 m, por otro lado se tiene un 8.24% de unidades de muestra en estado FRACASADO en una longitud de 210 m y un 8.24% de unidades de muestra en estado BUENO en una longitud de 210 m.

**CALZADA II: Bajada - Mariscal Gamarra – Santa Úrsula método PASER**

En este tramo se registraron 85 unidades de muestreo, teniendo los siguientes tipos de daños:



**Tabla 64**

*Calzada II: Bajada-Mariscal Gamarra – Santa Úrsula. Daños por unidad de muestreo método PASER*

Calzada de Bajada – Av. La Cultura Mariscal Gamarra - Santa Úrsula														
Tipo de daño	Severidad de Daño										Área total de daño	% de área afectada	% tipo de daño	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10				
Lleno de surcos		39	188.96	177	249.7	177	16.8					848.5	3.17%	4.68%
Distorsión				87.6	110.1		63.6	57.6				318.9	1.19%	1.76%
Grietas transversales			59.4	698.6	840.4	372.3	160.4					2131.1	7.96%	11.75%
Grietas de reflexión				45.6		86.4						132.0	0.49%	0.73%
Grietas de resbalamiento												0.0	0.00%	0.00%
Grietas longitudinales			87.9	623.6	742.7	639.9	108.8					2202.9	8.23%	12.14%
Grietas de bloque			645.3	2434	1866	682.3	89.6	171				5888.7	21.99%	32.46%
Grietas de cocodrilo		130.2	1037.6	1935	738.8	148.5						3990.0	14.90%	21.99%
Parches		55.5	583.18	466.5	362	282.75	359.5	76.5	31.5			2217.4	8.28%	12.22%



Calzada de Bajada – Av. La Cultura Mariscal Gamarra - Santa Úrsula

Tipo de daño	Severidad de Daño										Área total de daño	% de área afectada	% tipo de daño
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10			
Huecos	42	69.66	161.44	109.8	31.5						414.4	1.55%	2.28%
Total											18143.9	67.8%	100.00%

*Fuente:* Elaboración Propia.

Se puede apreciar que el tipo de daño que mayor porcentaje de áreas es las grietas de bloque con un 32.46 %, seguido de las grietas de cocodrilo con un 21.99 % en tercer lugar los parches con un 12.22 %, no muy lejos se encuentran las grietas longitudinales con un 12.14 %, en menor proporción se presentan las grietas transversales, lleno de surcos, huecos, distorsión y grietas de reflexión.



**a. Tabla del detalle de la clasificación de la calzada II**

Tras realizar la evaluación funcional según PASER y obtener la categorización de los daños detectados, se creó una tabla resumen para proporcionar una mejor comprensión de las unidades de muestra, su estado, longitud y otros aspectos significativos:

**Tabla 65**

*Calzada II: Bajada-Mariscal Gamarra – Santa Úrsula. Clasificación por Metodología PASER*

Calzada De Bajada Mariscal Gamarra-Santa Úrsula					
Calzada		Vía		Calificación	Condición
		Ancho	Largo		
0+000	0+030	10.5	30	1.85	Fracasado
0+030	0+060	10.5	30	2.1	Muy pobre
0+060	0+090	10.5	30	6.39	Bueno
0+090	0+120	10.5	30	4.85	Razonable
0+120	0+150	10.5	30	3.19	Pobre
0+150	0+180	10.5	30	5.79	Razonable
0+180	0+210	10.5	30	3.65	Pobre
0+210	0+240	10.5	30	4.08	Razonable
0+240	0+270	10.5	30	5	Razonable
0+270	0+300	10.5	30	4.9	Razonable
0+300	0+330	10.5	30	4.1	Razonable
0+330	0+360	10.5	30	5.6	Razonable
0+360	0+390	10.5	30	5.1	Razonable
0+390	0+420	10.5	30	3.98	Pobre
0+420	0+450	10.5	30	5.05	Razonable
0+450	0+480	10.5	30	4.75	Razonable
0+480	0+510	10.5	30	5.48	Razonable
0+510	0+540	10.5	30	3.45	Pobre
0+540	0+570	10.5	30	3.15	Pobre
0+570	0+600	10.5	30	2.56	Muy pobre
0+600	0+630	10.5	30	1.45	Fracasado
0+630	0+660	10.5	30	1.5	Fracasado



Calzada De Bajada Mariscal Gamarra-Santa Úrsula

Calzada	Vía		Calificación	Condición	
	Ancho	Largo			
0+660	0+690	10.5	30	5.4	Razonable
0+690	0+720	10.5	30	3.9	Pobre
0+720	0+750	10.5	30	4.08	Razonable
0+750	0+780	10.5	30	3.72	Pobre
0+780	0+810	10.5	30	5.48	Razonable
0+810	0+840	10.5	30	4.25	Razonable
0+840	0+870	10.5	30	4.18	Razonable
0+870	0+900	10.5	30	6.89	Bueno
0+900	0+930	10.5	30	7.73	Bueno
0+930	0+960	10.5	30	7.96	Bueno
0+960	0+990	10.5	30	5.59	Razonable
0+990	1+020	10.5	30	5.32	Razonable
1+020	1+050	10.5	30	5.7	Razonable
1+050	1+080	10.5	30	5.14	Razonable
1+080	1+110	10.5	30	5.21	Razonable
1+110	1+140	10.5	30	5.29	Razonable
1+140	1+170	10.5	30	5.09	Razonable
1+170	1+200	10.5	30	6.92	Bueno
1+200	1+230	10.5	30	4.97	Razonable
1+230	1+260	10.5	30	5	Razonable
1+260	1+290	10.5	30	4.7	Razonable
1+290	1+320	10.5	30	5.8	Razonable
1+320	1+350	10.5	30	4.2	Razonable
1+350	1+380	10.5	30	8.74	Muy bueno
1+380	1+410	10.5	30	7.82	Bueno
1+410	1+440	10.5	30	7.05	Bueno
1+440	1+470	10.5	30	5.62	Razonable
1+470	1+500	10.5	30	5.93	Razonable
1+500	1+530	10.5	30	7.59	Bueno
1+530	1+560	10.5	30	5.3	Razonable



Calzada De Bajada Mariscal Gamarra-Santa Úrsula

Calzada	Vía		Calificación	Condición	
	Ancho	Largo			
1+560	1+590	10.5	30	3.07	Pobre
1+590	1+620	10.5	30	5.27	Razonable
1+620	1+650	10.5	30	1.45	Fracasado
1+650	1+680	10.5	30	1.78	Fracasado
1+680	1+710	10.5	30	1.56	Fracasado
1+710	1+740	10.5	30	3.89	Pobre
1+740	1+770	10.5	30	2.1	Muy pobre
1+770	1+800	10.5	30	5.54	Razonable
1+800	1+830	10.5	30	4.19	Razonable
1+830	1+860	10.5	30	2.3	Muy pobre
1+860	1+890	10.5	30	5.71	Razonable
1+890	1+920	10.5	30	2.59	Muy pobre
1+920	1+950	10.5	30	4.12	Razonable
1+950	1+980	10.5	30	1.51	Fracasado
1+980	2+010	10.5	30	1	Fracasado
2+010	2+040	10.5	30	4.21	Razonable
2+040	2+070	10.5	30	4.21	Razonable
2+070	2+100	10.5	30	2.15	Muy pobre
2+100	2+130	10.5	30	4.65	Razonable
2+130	2+160	10.5	30	1.84	Fracasado
2+160	2+190	10.5	30	4.02	Razonable
2+190	2+220	10.5	30	2.15	Muy pobre
2+220	2+250	10.5	30	2.38	Muy pobre
2+250	2+280	10.5	30	4.23	Razonable
2+280	2+310	10.5	30	1.53	Fracasado
2+310	2+340	10.5	30	1.52	Fracasado
2+340	2+370	10.5	30	3.19	Pobre
2+370	2+400	10.5	30	2.89	Muy pobre
2+400	2+430	10.5	30	2.42	Muy pobre
2+430	2+460	10.5	30	2.78	Muy pobre



Calzada De Bajada Mariscal Gamarra-Santa Úrsula

Calzada	Vía		Calificación	Condición
	Ancho	Largo		
2+460 2+490	10.5	30	3.32	Pobre
2+490 2+520	10.5	30	1.2	Fracasado
2+520 2+550	10.5	30	1.00	Fracasado

Fuente: Elaboración Propia.

**b. Estado de las unidades de muestreo.**

**Tabla 66**

*Calzada II bajada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula. Estado de las Unidades de Muestreo Método PASER*

Estado de Daños por Unidad de Muestra según PASER calzada de subida

Estado	Unidades de muestreo	Longitud	Porcentaje
Excelente	0	0	0.00%
Excelente	0	0	0.00%
Muy bueno	1	30	1.18%
Bueno	8	240	9.41%
Razonable	41	1230	48.24%
Pobre	11	330	12.94%
Muy pobre	11	330	12.94%
Fracasado	13	390	15.29%
<b>Total</b>	<b>85</b>	<b>2550</b>	<b>100.00%</b>
<b>Promedio</b>	<b>Razonable</b>	<b>4.17</b>	

Fuente: Elaboración Propia.



c. Estado de daños por unidad de muestreo.

**Figura 104**

*Calzada de Bajada Mariscal Gamarra – Santa Úrsula. Estado de las Unidades de Muestreo*



*Fuente:* Elaboración Propia.

En la tabla 65 muestra detalladamente cómo clasifica la técnica PASER de cada unidad de muestreo, y en la tabla 66 ofrece un resumen de esta clasificación. Si se toma la media de toda la sección, puede decirse que la sección 2 se encuentra en un estado razonable, y la Figura 101 muestra con más detalle que el 48.24% de las unidades de muestreo se encuentran en un estado RAZONABLE, el 15.29% en un estado FRACASADO, el 12.94% en un estado MUY POBRE y sólo el 9.41% en un BUEN estado.



## CAPITULO IV

### RESULTADOS

Cuando terminamos de organizar los datos que obtuvimos sobre el terreno para la evaluación funcional, pasamos a los resultados de los diagnósticos de cada calzada, teniendo en cuenta los distintos métodos que utilizamos, como los métodos PCI y PASER, que nos ayudaron a averiguar cómo está el pavimento en este momento.

Con el procesamiento y análisis de los datos obtenidos en la evaluación de la avenida la Cultura calzada Santa Úrsula- Mariscal Gamarra se realiza las conclusiones y recomendaciones de trabajo que se efectuó en la investigación.

#### 4.1. Comparación Promedio de las Metodologías PCI y PASER

##### 4.1.1. Comparación Promedio por las Metodologías PCI y PASER Calzada de Subida

**Tabla 67**

*Comparación Promedio por las metodologías PCI y PASER Calzada de subida*

		Vía					
Calzada		Ancho (M)	Largo (M)	PCI	Condición	PASER	Condición
0+000	0+030	10.5	30	49.00	Regular	4.72	Razonable
0+030	0+060	10.5	30	78.00	Muy Buena	7.60	Bueno
0+060	0+090	10.5	30	43.00	Regular	4.19	Razonable
0+090	0+120	10.5	30	54.00	Regular	5.21	Razonable
0+120	0+150	10.5	30	50.00	Regular	4.60	Razonable
0+150	0+180	10.5	30	60.00	Buena	5.89	Razonable
0+180	0+210	10.5	30	54.00	Regular	5.26	Razonable
0+210	0+240	10.5	30	60.00	Buena	5.60	Razonable
0+240	0+270	10.5	30	50.50	Regular	5.00	Razonable
0+270	0+300	10.5	30	40.00	Pobre	3.80	Pobre
0+300	0+330	10.5	30	43.30	Regular	4.10	Razonable
0+330	0+360	10.5	30	60.00	Buena	5.60	Razonable
0+360	0+390	10.5	30	38.02	Pobre	3.20	Pobre
0+390	0+420	10.5	30	52.12	Regular	4.80	Razonable
0+420	0+450	10.5	30	40.55	Regular	3.90	Pobre



		Vía					
Calzada		Ancho (M)	Largo (M)	PCI	Condición	PASER	Condición
0+450	0+480	10.5	30	20.40	Muy Pobre	2.10	Muy pobre
0+480	0+510	10.5	30	52.05	Regular	5.10	Razonable
0+510	0+540	10.5	30	42.30	Regular	3.90	Pobre
0+540	0+570	10.5	30	24.10	Muy Pobre	2.10	Muy pobre
0+570	0+600	10.5	30	53.50	Regular	5.10	Razonable
0+600	0+630	10.5	30	29.00	Pobre	2.40	Muy pobre
0+630	0+660	10.5	30	48.50	Regular	4.30	Razonable
0+660	0+690	10.5	30	22.00	Muy Pobre	2.00	Muy pobre
0+690	0+720	10.5	30	55.60	Buena	5.10	Razonable
0+720	0+750	10.5	30	48.00	Regular	4.70	Razonable
0+750	0+780	10.5	30	36.50	Pobre	3.45	Pobre
0+780	0+810	10.5	30	17.70	Muy Pobre	1.70	Fracasado
0+810	0+840	10.5	30	55.20	Regular	5.30	Razonable
0+840	0+870	10.5	30	25.60	Pobre	2.40	Muy pobre
0+870	0+900	10.5	30	45.80	Regular	4.48	Razonable
0+900	0+930	10.5	30	46.00	Regular	4.30	Razonable
0+930	0+960	10.5	30	4.00	Fallado	0.20	Fracasado
0+960	0+990	10.5	30	14.00	Muy Pobre	1.30	Fracasado
0+990	1+020	10.5	30	2.00	Fallado	0.10	Fracasado
1+020	1+050	10.5	30	30.00	Pobre	2.86	Muy pobre
1+050	1+080	10.5	30	8.50	Fallado	0.70	Fracasado
1+080	1+110	10.5	30	45.60	Regular	4.20	Razonable
1+110	1+140	10.5	30	40.60	Regular	3.90	Pobre
1+140	1+170	10.5	30	12.00	Muy Pobre	1.20	Fracasado
1+170	1+200	10.5	30	55.70	Buena	5.47	Razonable
1+200	1+230	10.5	30	32.10	Pobre	3.12	Pobre
1+230	1+260	10.5	30	34.00	Pobre	3.25	Pobre
1+260	1+290	10.5	30	28.50	Pobre	2.78	Muy pobre
1+290	1+320	10.5	30	26.50	Pobre	2.52	Muy pobre
1+320	1+350	10.5	30	47.70	Regular	4.69	Razonable



		Vía					
Calzada		Ancho (M)	Largo (M)	PCI	Condición	PASER	Condición
1+350	1+380	10.5	30	70.10	Buena	6.80	Bueno
1+380	1+410	10.5	30	70.50	Buena	6.70	Bueno
1+410	1+440	10.5	30	53.50	Regular	5.12	Razonable
1+440	1+470	10.5	30	36.00	Pobre	3.42	Pobre
1+470	1+500	10.5	30	72.20	Muy Buena	6.90	Bueno
1+500	1+530	10.5	30	66.20	Buena	6.43	Bueno
1+530	1+560	10.5	30	8.00	Fallado	0.80	Fracasado
1+560	1+590	10.5	30	14.00	Muy Pobre	1.20	Fracasado
1+590	1+620	10.5	30	24.50	Muy Pobre	2.23	Muy pobre
1+620	1+650	10.5	30	38.00	Pobre	3.65	Pobre
1+650	1+680	10.5	30	6.50	Fallado	0.60	Fracasado
1+680	1+710	10.5	30	62.00	Buena	6.10	Bueno
1+710	1+740	10.5	30	24.00	Muy Pobre	2.15	Muy pobre
1+740	1+770	10.5	30	54.50	Regular	5.17	Razonable
1+770	1+800	10.5	30	62.50	Buena	5.90	Razonable
1+800	1+830	10.5	30	42.00	Regular	4.13	Razonable
1+830	1+860	10.5	30	25.30	Muy Pobre	2.30	Muy pobre
1+860	1+890	10.5	30	8.60	Fallado	0.40	Fracasado
1+890	1+920	10.5	30	34.30	Pobre	3.26	Pobre
1+920	1+950	10.5	30	40.30	Pobre	3.99	Pobre
1+950	1+980	10.5	30	43.80	Regular	4.09	Razonable
1+980	2+010	10.5	30	29.00	Pobre	2.86	Muy pobre
2+010	2+040	10.5	30	58.60	Buena	5.63	Razonable
2+040	2+070	10.5	30	44.50	Regular	4.21	Razonable
2+070	2+100	10.5	30	65.80	Buena	6.25	Bueno
2+100	2+130	10.5	30	36.60	Pobre	3.56	Pobre
2+130	2+160	10.5	30	24.00	Muy Pobre	2.40	Muy pobre
2+160	2+190	10.5	30	45.80	Regular	4.28	Razonable
2+190	2+220	10.5	30	52.50	Regular	5.14	Razonable
2+220	2+250	10.5	30	36.00	Pobre	3.66	Pobre



		Vía					
Calzada		Ancho (M)	Largo (M)	PCI	Condición	PASER	Condición
2+250	2+280	10.5	30	20.00	Muy Pobre	1.80	Fracasado
2+280	2+310	10.5	30	38.20	Pobre	3.46	Pobre
2+310	2+340	10.5	30	42.60	Regular	4.12	Razonable
2+340	2+370	10.5	30	47.50	Regular	4.52	Razonable
2+370	2+400	10.5	30	4.00	Fallado	0.40	Fracasado
2+400	2+430	10.5	30	14.50	Muy Pobre	1.20	Fracasado
2+430	2+460	10.5	30	50.50	Regular	4.89	Razonable
2+460	2+490	10.5	30	36.00	Pobre	3.51	Pobre
2+490	2+520	10.5	30	28.10	Pobre	2.60	Muy pobre
2+520	2+550	10.5	30	32.50	Pobre	3.19	Pobre
<b>RESULTADO</b>				<b>PCI</b>		<b>PASER</b>	
<b>PROMEDIO</b>				<b>39.29</b>	<b>Pobre</b>	<b>3.73</b>	<b>Pobre</b>

Fuente: Elaboración Propia.

Si se comparan los dos métodos en la calzada de subida, se observa que el método PCI tiene como Índice de condición en promedio 39.29 que viene a tener una calificación de POBRE, por lo que se tiene las fallas más representativas en esta calzada de grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y parcheo que se muestran en la Tabla 55 y pág.166, en cuanto al PASER se tiene un Índice de condición promedio de 3.73 y tiene una calificación POBRE ya que nuestras fallas más representativas son grietas en bloque, grietas longitudinales y parcheo que se muestran en la Tabla 61 pág. 177. Sin embargo, el índice de condición del pavimento es diferente porque el promedio de estas calificaciones no son los mismos.

#### 4.1.2. Comparación Promedio de las Metodologías PCI y PASER Calzada de Bajada.

**Tabla 68**

*Comparación Promedio por las Metodologías PCI y PASER Calzada de Bajada*

		Vía					
Calzada		Ancho (M)	Largo (M)	PCI	Condición	PASER	Condición
0+000	0+030	10.5	30	19.00	Muy Pobre	1.85	Fracasado



		Vía						
Calzada		Ancho (M)	Largo (M)	PCI	Condición	PASER	Condición	
0+030	0+060	10.5	30	22.00	Muy Pobre	2.10	Muy pobre	—
0+060	0+090	10.5	30	67.00	Buena	6.39	Bueno	—
0+090	0+120	10.5	30	50.00	Regular	4.85	Razonable	—
0+120	0+150	10.5	30	35.00	Pobre	3.19	Pobre	—
0+150	0+180	10.5	30	61.00	Buena	5.79	Razonable	—
0+180	0+210	10.5	30	38.00	Pobre	3.65	Pobre	—
0+210	0+240	10.5	30	41.00	Regular	4.08	Razonable	—
0+240	0+270	10.5	30	55.00	Regular	5.00	Razonable	—
0+270	0+300	10.5	30	53.00	Regular	4.90	Razonable	—
0+300	0+330	10.5	30	43.00	Regular	4.10	Razonable	—
0+330	0+360	10.5	30	56.00	Buena	5.60	Razonable	—
0+360	0+390	10.5	30	52.00	Regular	5.10	Razonable	—
0+390	0+420	10.5	30	42.00	Regular	3.98	Pobre	—
0+420	0+450	10.5	30	52.00	Regular	5.05	Razonable	—
0+450	0+480	10.5	30	49.00	Regular	4.75	Razonable	—
0+480	0+510	10.5	30	57.00	Buena	5.48	Razonable	—
0+510	0+540	10.5	30	37.00	Pobre	3.45	Pobre	—
0+540	0+570	10.5	30	33.00	Pobre	3.15	Pobre	—
0+570	0+600	10.5	30	28.00	Pobre	2.56	Muy pobre	—
0+600	0+630	10.5	30	16.00	Muy Pobre	1.45	Fracasado	—
0+630	0+660	10.5	30	17.00	Muy Pobre	1.50	Fracasado	—
0+660	0+690	10.5	30	56.00	Buena	5.40	Razonable	—
0+690	0+720	10.5	30	41.00	Regular	3.90	Pobre	—
0+720	0+750	10.5	30	41.00	Regular	4.08	Razonable	—
0+750	0+780	10.5	30	39.00	Pobre	3.72	Pobre	—
0+780	0+810	10.5	30	56.00	Buena	5.48	Razonable	—
0+810	0+840	10.5	30	45.00	Regular	4.25	Razonable	—
0+840	0+870	10.5	30	44.00	Regular	4.18	Razonable	—
0+870	0+900	10.5	30	71.00	Muy Buena	6.89	Bueno	—
0+900	0+930	10.5	30	79.00	Muy Buena	7.73	Bueno	—



Calzada	Vía			PCI	Condición	PASER	Condición	
	Ancho (M)	Largo (M)						
0+930	0+960	10.5	30	80.00	Muy Buena	7.96	Bueno	—
0+960	0+990	10.5	30	57.00	Buena	5.59	Razonable	—
0+990	1+020	10.5	30	54.00	Regular	5.32	Razonable	—
1+020	1+050	10.5	30	58.00	Buena	5.70	Razonable	—
1+050	1+080	10.5	30	55.00	Regular	5.14	Razonable	—
1+080	1+110	10.5	30	55.00	Regular	5.21	Razonable	—
1+110	1+140	10.5	30	53.00	Regular	5.29	Razonable	—
1+140	1+170	10.5	30	51.00	Regular	5.09	Razonable	—
1+170	1+200	10.5	30	70.00	Buena	6.92	Bueno	—
1+200	1+230	10.5	30	51.00	Regular	4.97	Razonable	—
1+230	1+260	10.5	30	51.00	Regular	5.00	Razonable	—
1+260	1+290	10.5	30	49.00	Regular	4.70	Razonable	—
1+290	1+320	10.5	30	60.00	Buena	5.80	Razonable	—
1+320	1+350	10.5	30	42.00	Regular	4.20	Razonable	—
1+350	1+380	10.5	30	91.00	Excelente	8.74	Muy bueno	—
1+380	1+410	10.5	30	86.00	Excelente	7.82	Bueno	—
1+410	1+440	10.5	30	74.00	Muy Buena	7.05	Bueno	—
1+440	1+470	10.5	30	57.00	Buena	5.62	Razonable	—
1+470	1+500	10.5	30	63.00	Buena	5.93	Razonable	—
1+500	1+530	10.5	30	82.00	Muy Buena	7.59	Bueno	—
1+530	1+560	10.5	30	60.00	Buena	5.30	Razonable	—
1+560	1+590	10.5	30	31.00	Pobre	3.07	Pobre	—
1+590	1+620	10.5	30	53.00	Regular	5.27	Razonable	—
1+620	1+650	10.5	30	16.00	Muy Pobre	1.45	Fracasado	—
1+650	1+680	10.5	30	19.00	Muy Pobre	1.78	Fracasado	—
1+680	1+710	10.5	30	16.00	Muy Pobre	1.56	Fracasado	—
1+710	1+740	10.5	30	41.00	Regular	3.89	Pobre	—
1+740	1+770	10.5	30	22.00	Muy Pobre	2.10	Muy pobre	—
1+770	1+800	10.5	30	57.00	Buena	5.54	Razonable	—
1+800	1+830	10.5	30	42.00	Regular	4.19	Razonable	—



Calzada	Vía		PCI	Condición	PASER	Condición	
	Ancho (M)	Largo (M)					
1+830	1+860	10.5	30	23.00	Muy Pobre	2.30	Muy pobre
1+860	1+890	10.5	30	59.00	Buena	5.71	Razonable
1+890	1+920	10.5	30	27.00	Pobre	2.59	Muy pobre
1+920	1+950	10.5	30	43.00	Regular	4.12	Razonable
1+950	1+980	10.5	30	16.00	Muy Pobre	1.51	Fracasado
1+980	2+010	10.5	30	4.00	Fallado	1.00	Fracasado
2+010	2+040	10.5	30	45.00	Regular	4.21	Razonable
2+040	2+070	10.5	30	43.00	Regular	4.21	Razonable
2+070	2+100	10.5	30	22.00	Muy Pobre	2.15	Muy pobre
2+100	2+130	10.5	30	48.00	Regular	4.65	Razonable
2+130	2+160	10.5	30	19.00	Muy Pobre	1.84	Fracasado
2+160	2+190	10.5	30	41.00	Regular	4.02	Razonable
2+190	2+220	10.5	30	22.00	Muy Pobre	2.15	Muy pobre
2+220	2+250	10.5	30	24.00	Muy Pobre	2.38	Muy pobre
2+250	2+280	10.5	30	45.00	Regular	4.23	Razonable
2+280	2+310	10.5	30	16.00	Muy Pobre	1.53	Fracasado
2+310	2+340	10.5	30	16.00	Muy Pobre	1.52	Fracasado
2+340	2+370	10.5	30	33.00	Pobre	3.19	Pobre
2+370	2+400	10.5	30	31.00	Pobre	2.89	Muy pobre
2+400	2+430	10.5	30	25.00	Muy Pobre	2.42	Muy pobre
2+430	2+460	10.5	30	29.00	Pobre	2.78	Muy pobre
2+460	2+490	10.5	30	34.00	Pobre	3.32	Pobre
2+490	2+520	10.5	30	12.00	Muy Pobre	1.20	Fracasado
2+520	2+550	10.5	30	10.00	Fallado	1.00	Fracasado
<b>Resultado</b>			<b>PCI</b>		<b>PASER</b>		
<b>Promedio</b>			<b>43.27</b>	<b>Regular</b>	<b>4.17</b>	<b>Razonable</b>	

Fuente: Elaboración Propia.

Si se comparan los dos métodos en la calzada de bajada, se observa que el método PCI tiene como Índice de condición en promedio 43.27 que viene a tener una calificación de REGULAR, por lo que se tiene las fallas más representativas en esta calzada de grietas



longitudinales y transversales, agrietamiento en bloque y piel de cocodrilo que se muestran en la Tabla 57 y pág.169, en cuanto al PASER se tiene un Índice de condición promedio de 4.17 y tiene una calificación RAZONABLE ya que nuestras fallas más representativas son grietas de bloque, grietas de cocodrilo y parches que se muestran en Tabla 64 y pág.184.

#### 4.1.3. Tabla de Densidad por los Métodos PASER Y PCI.

**Tabla 69**

*Cálculo de Densidad, Calzada de Subida - Método PASER*

UM	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Densidad %
Um-01	0+000	0+030	50.60%
Um-02	0+030	0+060	22.04%
Um-03	0+060	0+090	63.83%
Um-04	0+090	0+120	30.68%
Um-05	0+120	0+150	42.04%
Um-06	0+150	0+180	70.57%
Um-07	0+180	0+210	23.90%
Um-08	0+210	0+240	13.02%
Um-09	0+240	0+270	21.01%
Um-10	0+270	0+300	76.65%
Um-11	0+300	0+330	54.98%
Um-12	0+330	0+360	27.59%
Um-13	0+360	0+390	16.45%
Um-14	0+390	0+420	68.65%
Um-15	0+420	0+450	22.47%
Um-16	0+450	0+480	38.57%
Um-17	0+480	0+510	53.31%
Um-18	0+510	0+540	69.43%
Um-19	0+540	0+570	62.22%
Um-20	0+570	0+600	34.31%
Um-21	0+600	0+630	31.71%
Um-22	0+630	0+660	55.44%



UM	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Densidad %
Um-23	0+660	0+690	29.62%
Um-24	0+690	0+720	60.80%
Um-25	0+720	0+750	15.43%
Um-26	0+750	0+780	36.53%
Um-27	0+780	0+810	47.52%
Um-28	0+810	0+840	47.76%
Um-29	0+840	0+870	51.82%
Um-30	0+870	0+900	25.27%
Um-31	0+900	0+930	24.43%
Um-32	0+930	0+960	34.63%
Um-33	0+960	0+990	26.51%
Um-34	0+990	1+020	22.41%
Um-35	1+020	1+050	21.43%
Um-36	1+050	1+080	27.43%
Um-37	1+080	1+110	51.76%
Um-38	1+110	1+140	35.92%
Um-39	1+140	1+170	54.70%
Um-40	1+170	1+200	73.16%
Um-41	1+200	1+230	61.16%
Um-42	1+230	1+260	41.72%
Um-43	1+260	1+290	28.97%
Um-44	1+290	1+320	48.35%
Um-45	1+320	1+350	44.19%
Um-46	1+350	1+380	41.43%
Um-47	1+380	1+410	33.78%
Um-48	1+410	1+440	29.84%
Um-49	1+440	1+470	30.86%
Um-50	1+470	1+500	37.62%
Um-51	1+500	1+530	89.05%
Um-52	1+530	1+560	66.16%
Um-53	1+560	1+590	62.67%



UM	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Densidad %
Um-54	1+590	1+620	49.95%
Um-55	1+620	1+650	14.21%
Um-56	1+650	1+680	51.90%
Um-57	1+680	1+710	24.38%
Um-58	1+710	1+740	61.05%
Um-59	1+740	1+770	47.24%
Um-60	1+770	1+800	64.30%
Um-61	1+800	1+830	48.29%
Um-62	1+830	1+860	43.65%
Um-63	1+860	1+890	83.90%
Um-64	1+890	1+920	80.38%
Um-65	1+920	1+950	74.67%
Um-66	1+950	1+980	96.38%
Um-67	1+980	2+010	92.06%
Um-68	2+010	2+040	71.49%
Um-69	2+040	2+070	68.25%
Um-70	2+070	2+100	60.13%
Um-71	2+100	2+130	80.81%
Um-72	2+130	2+160	61.09%
Um-73	2+160	2+190	50.38%
Um-74	2+190	2+220	83.34%
Um-75	2+220	2+250	64.57%
Um-76	2+250	2+280	53.71%
Um-77	2+280	2+310	51.87%
Um-78	2+310	2+340	32.38%
Um-79	2+340	2+370	28.06%
Um-80	2+370	2+400	58.86%
Um-81	2+400	2+430	72.10%
Um-82	2+430	2+460	66.03%
Um-83	2+460	2+490	43.75%
Um-84	2+490	2+520	57.14%



UM	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Densidad %
Um-85	2+520	2+550	84.00%
	<b>Tramo Subida</b>	<b>Promedio</b>	<b>49.09%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 70**

*Cálculo de Densidad, Calzada de Bajada -Método PASER*

UM	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Densidad %
Um-01	0+000	0+030	56.86%
Um-02	0+030	0+060	88.95%
Um-03	0+060	0+090	66.46%
Um-04	0+090	0+120	48.57%
Um-05	0+120	0+150	80.59%
Um-06	0+150	0+180	96.81%
Um-07	0+180	0+210	39.24%
Um-08	0+210	0+240	72.51%
Um-09	0+240	0+270	94.98%
Um-10	0+270	0+300	86.41%
Um-11	0+300	0+330	100.00%
Um-12	0+330	0+360	38.67%
Um-13	0+360	0+390	67.97%
Um-14	0+390	0+420	67.43%
Um-15	0+420	0+450	62.02%
Um-16	0+450	0+480	90.13%
Um-17	0+480	0+510	58.95%
Um-18	0+510	0+540	33.46%
Um-19	0+540	0+570	64.06%
Um-20	0+570	0+600	81.61%
Um-21	0+600	0+630	85.37%
Um-22	0+630	0+660	86.41%
Um-23	0+660	0+690	89.43%



UM	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Densidad %
Um-24	0+690	0+720	85.08%
Um-25	0+720	0+750	70.49%
Um-26	0+750	0+780	72.70%
Um-27	0+780	0+810	58.10%
Um-28	0+810	0+840	64.66%
Um-29	0+840	0+870	71.37%
Um-30	0+870	0+900	57.27%
Um-31	0+900	0+930	38.14%
Um-32	0+930	0+960	40.22%
Um-33	0+960	0+990	47.33%
Um-34	0+990	1+020	95.52%
Um-35	1+020	1+050	64.06%
Um-36	1+050	1+080	64.59%
Um-37	1+080	1+110	64.44%
Um-38	1+110	1+140	41.97%
Um-39	1+140	1+170	54.36%
Um-40	1+170	1+200	50.29%
Um-41	1+200	1+230	57.90%
Um-42	1+230	1+260	60.00%
Um-43	1+260	1+290	44.95%
Um-44	1+290	1+320	84.42%
Um-45	1+320	1+350	40.54%
Um-46	1+350	1+380	43.52%
Um-47	1+380	1+410	40.54%
Um-48	1+410	1+440	41.21%
Um-49	1+440	1+470	35.43%
Um-50	1+470	1+500	56.95%
Um-51	1+500	1+530	60.75%
Um-52	1+530	1+560	51.40%
Um-53	1+560	1+590	56.29%
Um-54	1+590	1+620	85.17%



UM	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Densidad %
Um-55	1+620	1+650	52.03%
Um-56	1+650	1+680	83.43%
Um-57	1+680	1+710	74.35%
Um-58	1+710	1+740	86.19%
Um-59	1+740	1+770	69.62%
Um-60	1+770	1+800	67.02%
Um-61	1+800	1+830	52.33%
Um-62	1+830	1+860	54.19%
Um-63	1+860	1+890	67.90%
Um-64	1+890	1+920	63.71%
Um-65	1+920	1+950	60.33%
Um-66	1+950	1+980	87.83%
Um-67	1+980	2+010	79.30%
Um-68	2+010	2+040	63.87%
Um-69	2+040	2+070	70.24%
Um-70	2+070	2+100	71.02%
Um-71	2+100	2+130	85.37%
Um-72	2+130	2+160	76.33%
Um-73	2+160	2+190	56.17%
Um-74	2+190	2+220	87.97%
Um-75	2+220	2+250	52.19%
Um-76	2+250	2+280	78.50%
Um-77	2+280	2+310	81.14%
Um-78	2+310	2+340	76.79%
Um-79	2+340	2+370	78.86%
Um-80	2+370	2+400	86.03%
Um-81	2+400	2+430	81.90%
Um-82	2+430	2+460	81.30%
Um-83	2+460	2+490	91.11%
Um-84	2+490	2+520	96.67%
Um-85	2+520	2+550	83.54%



UM	Progresiva Inicial (km)	Progresiva Final (km)	Densidad %
<b>Tramo Bajada</b>			<b>67.69%</b>

Fuente: Elaboración Propia.

**Tabla 71**

*Cálculo de Densidad, Calzada de Subida - Método PCI*

UM	Progresiva Inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Densidad %
Um-01	0+000	0+030	24.66
Um-02	0+030	0+060	6.23
Um-03	0+060	0+090	29.38
Um-04	0+090	0+120	31.38
Um-05	0+120	0+150	20.67
Um-06	0+150	0+180	16.38
Um-07	0+180	0+210	9.28
Um-08	0+210	0+240	24.66
Um-09	0+240	0+270	20.19
Um-10	0+270	0+300	26.29
Um-11	0+300	0+330	33.05
Um-12	0+330	0+360	28.28
Um-13	0+360	0+390	25.47
Um-14	0+390	0+420	30.70
Um-15	0+420	0+450	20.38
Um-16	0+450	0+480	32.86
Um-17	0+480	0+510	8.77
Um-18	0+510	0+540	19.70
Um-19	0+540	0+570	33.30
Um-20	0+570	0+600	10.12
Um-21	0+600	0+630	24.14
Um-22	0+630	0+660	16.38
Um-23	0+660	0+690	71.76
Um-24	0+690	0+720	10.93



UM	Progresiva Inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Densidad %
Um-25	0+720	0+750	17.00
Um-26	0+750	0+780	27.17
Um-27	0+780	0+810	31.21
Um-28	0+810	0+840	23.27
Um-29	0+840	0+870	35.34
Um-30	0+870	0+900	16.50
Um-31	0+900	0+930	24.89
Um-32	0+930	0+960	33.63
Um-33	0+960	0+990	78.50
Um-34	0+990	1+020	100.00
Um-35	1+020	1+050	18.73
Um-36	1+050	1+080	96.84
Um-37	1+080	1+110	24.86
Um-38	1+110	1+140	26.22
Um-39	1+140	1+170	80.15
Um-40	1+170	1+200	23.45
Um-41	1+200	1+230	32.86
Um-42	1+230	1+260	42.34
Um-43	1+260	1+290	41.77
Um-44	1+290	1+320	44.56
Um-45	1+320	1+350	26.79
Um-46	1+350	1+380	11.49
Um-47	1+380	1+410	26.87
Um-48	1+410	1+440	57.17
Um-49	1+440	1+470	44.40
Um-50	1+470	1+500	17.71
Um-51	1+500	1+530	26.07
Um-52	1+530	1+560	63.77
Um-53	1+560	1+590	51.15
Um-54	1+590	1+620	43.51
Um-55	1+620	1+650	13.92



UM	Progresiva Inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Densidad %
Um-56	1+650	1+680	96.46
Um-57	1+680	1+710	18.72
Um-58	1+710	1+740	34.55
Um-59	1+740	1+770	16.29
Um-60	1+770	1+800	14.04
Um-61	1+800	1+830	42.98
Um-62	1+830	1+860	12.32
Um-63	1+860	1+890	42.85
Um-64	1+890	1+920	12.44
Um-65	1+920	1+950	55.78
Um-66	1+950	1+980	16.91
Um-67	1+980	2+010	34.86
Um-68	2+010	2+040	28.13
Um-69	2+040	2+070	100.00
Um-70	2+070	2+100	39.44
Um-71	2+100	2+130	42.28
Um-72	2+130	2+160	37.95
Um-73	2+160	2+190	100.00
Um-74	2+190	2+220	74.95
Um-75	2+220	2+250	35.59
Um-76	2+250	2+280	40.38
Um-77	2+280	2+310	22.91
Um-78	2+310	2+340	47.43
Um-79	2+340	2+370	27.02
Um-80	2+370	2+400	88.89
Um-81	2+400	2+430	70.25
Um-82	2+430	2+460	29.30
Um-83	2+460	2+490	58.41
Um-84	2+490	2+520	23.25
Um-85	2+520	2+550	51.69
<b>Tramo de Subida</b>		<b>Promedio</b>	<b>36.39</b>

Fuente: Elaboración Propia.



**Tabla 72**

*Cálculo de Densidad Calzada de Bajada - Método PCI*

UM	Progresiva Inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Densidad %
Um-01	0+000	0+030	94.20
Um-02	0+030	0+060	39.95
Um-03	0+060	0+090	24.00
Um-04	0+090	0+120	27.63
Um-05	0+120	0+150	38.75
Um-06	0+150	0+180	58.90
Um-07	0+180	0+210	21.59
Um-08	0+210	0+240	83.07
Um-09	0+240	0+270	16.83
Um-10	0+270	0+300	27.57
Um-11	0+300	0+330	51.10
Um-12	0+330	0+360	29.02
Um-13	0+360	0+390	62.71
Um-14	0+390	0+420	46.81
Um-15	0+420	0+450	36.87
Um-16	0+450	0+480	62.03
Um-17	0+480	0+510	28.55
Um-18	0+510	0+540	33.99
Um-19	0+540	0+570	47.42
Um-20	0+570	0+600	60.76
Um-21	0+600	0+630	71.06
Um-22	0+630	0+660	79.13
Um-23	0+660	0+690	41.26
Um-24	0+690	0+720	43.43
Um-25	0+720	0+750	57.33
Um-26	0+750	0+780	92.06
Um-27	0+780	0+810	51.47
Um-28	0+810	0+840	65.39
Um-29	0+840	0+870	50.17



UM	Progresiva Inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Densidad %
Um-30	0+870	0+900	28.90
Um-31	0+900	0+930	10.73
Um-32	0+930	0+960	16.32
Um-33	0+960	0+990	46.65
Um-34	0+990	1+020	27.02
Um-35	1+020	1+050	53.68
Um-36	1+050	1+080	41.51
Um-37	1+080	1+110	64.04
Um-38	1+110	1+140	68.63
Um-39	1+140	1+170	55.50
Um-40	1+170	1+200	26.28
Um-41	1+200	1+230	51.49
Um-42	1+230	1+260	52.67
Um-43	1+260	1+290	31.47
Um-44	1+290	1+320	38.22
Um-45	1+320	1+350	51.75
Um-46	1+350	1+380	3.97
Um-47	1+380	1+410	7.16
Um-48	1+410	1+440	3.52
Um-49	1+440	1+470	21.94
Um-50	1+470	1+500	14.84
Um-51	1+500	1+530	11.74
Um-52	1+530	1+560	23.78
Um-53	1+560	1+590	56.38
Um-54	1+590	1+620	69.72
Um-55	1+620	1+650	69.22
Um-56	1+650	1+680	80.92
Um-57	1+680	1+710	53.05
Um-58	1+710	1+740	19.98
Um-59	1+740	1+770	41.21
Um-60	1+770	1+800	43.91



UM	Progresiva Inicial (Km)	Progresiva Final (Km)	Densidad %
Um-61	1+800	1+830	25.87
Um-62	1+830	1+860	53.07
Um-63	1+860	1+890	43.15
Um-64	1+890	1+920	40.50
Um-65	1+920	1+950	33.05
Um-66	1+950	1+980	52.85
Um-67	1+980	2+010	54.98
Um-68	2+010	2+040	40.27
Um-69	2+040	2+070	42.67
Um-70	2+070	2+100	92.39
Um-71	2+100	2+130	37.77
Um-72	2+130	2+160	60.91
Um-73	2+160	2+190	26.33
Um-74	2+190	2+220	41.10
Um-75	2+220	2+250	59.78
Um-76	2+250	2+280	43.19
Um-77	2+280	2+310	89.02
Um-78	2+310	2+340	49.33
Um-79	2+340	2+370	75.06
Um-80	2+370	2+400	56.93
Um-81	2+400	2+430	78.54
Um-82	2+430	2+460	47.85
Um-83	2+460	2+490	92.80
Um-84	2+490	2+520	98.30
Um-85	2+520	2+550	72.82
<b>Tramo de Bajada</b>		<b>Promedio</b>	<b>47.50</b>

*Fuente:* Elaboración Propia.



**Tabla 73**

*Resumen de Resultados PCI – PASER y las opciones de conservación de pavimentos*

TIPOS DE FALLA PCI	TIPOS DE FALLA PASER	Nivel de Severidad	OPCIONES DE CONSERVACION DE PAVIMENTO	TIPO DE MANTENIMIENTO
1.-PIEL DE COCODRILO	8.- GRIETAS DE COCODRILO	B	No se hace nada, sello superficial. Sobrecarpeta	PERIODICO
		M	Parqueo parcial o en toda la profundidad (Full Depth), Sobrecarpeta, Reconstruccion	
		A	Parqueo parcial o Full Depth. Sobrecarpeta y Reconstruccion	
2.- EXUDACION		B	No se hace nada.	RUTINARIO
		M	Se aplica arena/ agregados y cilindrado	
		A	Se aplica arena/ agregados y cilindrado (precalentado si fuera necesario)	
3.-AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	7.- GRIETAS EN BLOQUE	B	Sellado de grietas con ancho mayor a 3.00 mm. Riego de sello.	PERIODICO
		M	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escanficado en caliente y sobrecarpeta	
		A	Sellado de grietas, reciclado superficial. Escanficado en caliente y sobrecarpeta	
4.-ABULTAMIENTO Y HUNDIMIENTO		B	No se hace nada.	PERIODICO
		M	Reciclado en frio. Parqueo profundo o parcial	
		A	Reciclado (fresado) en frio. Pracheo profundo o parcial. Sobrecarpeta.	
5.-CORRUGACION		B	No se hace nada	PERIODICO
		M	Reconstruccion	
		A	Reconstruccion	
6.-DEPRESION		B	No se hace nada	PERIODICO
		M	Parqueo superficial, parcial o profundo	
		A	Parqueo superficial, parcial o profundo	
7.-GRIETA DE BORDE		B	No se hace nada. Sellado de grietas, con ancho mayor a 3 mm.	RUTINARIO
		M	Sellado de grietas. Parqueo parcial- profundo.	
		A	Parqueo parcial - profundidad.	
8.-GRIETA DE REFLEXION DE JUNTA	4.- GRIETA DE REFLEXION	B	Sellado para anchos superiores a 3.00 mm.	RUTINARIO
		M	Sellado de grietas . Parqueo de profundidad parcial.	
		A	Parqueo de profundidad parcial. Reconstruccion de la junta.	
9.-DESNIVEL CARRIL / BERMA	1.- LLENO DE SURCO	B	Renivelacion de las bermas para ajustar al nivel del carril	PERIODICO
		M	Renivelacion de las bermas para ajustar al nivel del carril	
		A	Renivelacion de las bermas para ajustar al nivel del carril	
10.-GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	6.- GRIETAS LONGITUDINALES	B	No se hace nada. Sellado de grietas, con ancho mayor a 3 mm.	RUTINARIO
	3.- GRIETAS TRANSVERSALES	M	Sellado de grietas	
		A	Sellado de grietas. Parqueo parcial	
11.-PARCHEO	9.- PARCHES	B	No se hace nada	RUTINARIO
		M	Nose hace nada. Sustitucion del parches	
		A	Sustitucion del parche	
12.-PULIMENTO DE AGREGADOS		B	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobre carpeta	RUTINARIO
		M	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobre carpeta	
		A	No se hace nada. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Fresado y sobre carpeta	
13.-HUECOS	10.- HUECOS	B	No se hace nada. Parqueo parcial o profundo	RUTINARIO
		M	Parqueo parcial o profundo	
		A	Parqueo profundo	
14.-CRUCE DE VIA FERREA		B	No se hace nada.	PERIODICO
		M	Parqueo superficial o parcial de la aproximacion. Reconstruccion de cruce	
		A	Parqueo superficial o parcial de la aproximacion. Reconstruccion de cruce	
15.-AHUELLAMIENTO		B	No se hace nada. Fresado y sobrecarpeta.	PERIODICO
		M	Parqueo superficial, parcial o profundido. Fresado y sobrecarpeta	
		A	Parqueo superficial, parcial o profundido. Fresado y sobrecarpeta	
16.-DESPLAZAMIENTO	2.- DISTORSION	B	No se hace nada. Fresado	PERIODICO
		M	Fresado.Parqueo parcial o profundo	
		A	Fresado.Parqueo parcial o profundo	
17.-GRIETA PARABOLICAS (SLIPPAGE)		B	No se hace nada . Parqueo parcial	RUTINARIO
		M	Parqueo parcial	
		A	Parqueo parcial.	
18.-HINCHAMIENTO		B	No se hace nada.	PERIODICO
		M	No se hace nada. Reconstruccion.	
		A	Reconstruccion.	
19.- DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	5.- GRIETAS DE RESBALAMIENTO	B	No se hace nada. Sello superficial. Tratamiento superficial.	PERIODICO
		M	Sello superficial. Tratamiento superficial. Sobrecarpeta.	
		A	Tratamiento superficial. Sobrecarpeta. Reciclaje, Reconstruccion	

*Fuente:* Elaboración Propia.



Por lo tanto, haciendo el uso de la tabla 61, tabla 62 y la tabla 63 se obtiene el siguiente resultado

De los dos métodos y la estrategia de intervención.

**Tabla 74**

*Resumen de Resultados PCI – PASER*

Resultado de los dos métodos y estrategias de intervención por calzada				
Calzadas homogéneas	PCI	PASER	Estrategia de intervención	Principales actividades/según matriz de opciones de reparación (tabla 73)
Calzada de Subida Santa Úrsula - Mariscal gamarra	39.29	3.73	Periódico	Recapeo asfálticos fresado y micro fresado de carpeta asfáltica
	Pobre	Pobre		
Calzada de Bajada Mariscal gamarra - santa Úrsula	43.27	4.17	Rutinario	Sellado de fisuras y grietas parchado superficial
	Regular	Razonable		

*Fuente:* Elaboración Propia.



## CAPÍTULO V

### DISCUSIÓN

#### a) **Análisis de resultados con mención del marco teórico.**

**¿Es posible la adecuación de las metodologías PASER y PCI (índice de condición de pavimento) mencionadas en el marco teórico para el área de investigación?**

Sí, ya que los requisitos para la utilización de nuevas fuentes de información fueron comparados con tesis internacionales, nacionales y locales, que sugieren que se deben emplear las normas nacionales de la Sección de Suelos y Pavimentos del Manual de Carreteras, el MTC aconseja adoptar la metodología PCI (Índice de Condición de Pavimentos) por su confiabilidad y seguridad, y la normatividad ASTM menciona utilizar la metodología PCI para determinar la condición del pavimento en la zona de intervención. En cuanto a la metodología PASER, se está trabajando con el manual ASPHALT PASER del autor Donald Walkert. Al finalizar la fase de investigación de este proyecto se realizó la comparación de ambas metodologías que se aplicaron, la cual se obtuvo como resultados comparativos entre el método PASER y PCI, que la calzada de subida es más crítica por los resultados obtenidos en gabinete con un PCI de POBRE por los tipos de fallas más predominantes como son: grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y parcheo que se puede observar en la tabla 55 y la metodología PASER es POBRE ya que tiene como fallas más representativas son grietas en bloque, grietas de cocodrilo y parches que se puede observar en la tabla 61, la calzada de bajada tiene un PCI de REGULAR por los tipos de fallas más predominantes como son: grietas longitudinales y transversales, agrietamiento en bloque y piel de cocodrilo que se puede observar en la tabla 57, el PASER es RAZONABLE por los tipos de fallas más predominantes como: grietas de bloque, grietas de cocodrilo y parches que se puede observar en la tabla 64.

#### b) **¿Es recomendable realizar la metodología PCI en la Av. de la Cultura de la calzada de subida y bajada?**

Si, es recomendable, ya que esta metodología usa diferentes tablas, ábacos para poder llegar a un resultado verídico.



De la Av. la cultura, donde se considerará una calzada de subida de 2550 m y calzada de bajada de 2550 m, la elección de este método permite calificar el estado del pavimento basado en una escala grafica (1 al 100) la calificación de fallado viene hacer la menor calificación y el excelente la mayor calificación de acuerdo a las categorías del cual se obtendrá un resultado.

**c) Interpretación de los resultados analizados en la investigación ¿Es recomendable la implementación de estrategias de intervención a la superficie de rodadura de la zona de investigación?**

Si, es recomendable para este tipo de investigación, ya que nos ayudara a poder identificar con mayor precisión en las tomas de datos, las estrategias que nosotros los bachilleres es desviar vías para un mejor estudio y así poder hacer un mejor análisis.

**d) Comentario de la demostración de la hipótesis.**

**¿La dirección de la calzada más crítica con respecto a la calidad del pavimento en la Av. la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI es la calzada de subida?**

Si, efectivamente, la calzada de subida es la más afectada por tener una pendiente efectiva y esta ayuda a que los vehículos tiendan hacer mayor esfuerzo dinámico en los motores y por efecto de la fuerza son distribuidos hacia el pavimento haciendo un desgaste mayor con respecto a pavimento y neumático, por consiguiente, se llega a una conclusión que la calzada de subida es la más crítica, como se puede apreciar en la tabla N°74.

**e) Aporte de la investigación**

**¿Esta Investigación será útil para realizar la comparación del índice de condición del pavimento en la calzada de la Av. de la cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI?**

Si, efectivamente, ya que con los resultados obtenidos en la investigación nos permite determinar el estado en el que se encuentra ambas calzadas de la Av. de la cultura y la serviciabilidad del pavimento flexibles de los cuales esta comparativa nos indica que el PCI tiende a calificar del 0 al 100 y el PASER del 1 al 10, y como resultado de esta esta investigación se concluye que el índice de condición del pavimento por el método



PCI tiene resultados mas próximos a la realidad, tablas, variables y más elementos de estudio con respecto al método PASER.

**f) Para identificar la problemática a investigar y plantear posibles soluciones, se debe realizar un diagnóstico de la zona donde se ejecutará el estudio, resaltando los datos, como: tipo de pavimento, ancho promedio de calzada, ancho promedio de veredas, pendientes, IMD y número de carriles. ¿Cuál es el beneficio para los usuarios?**

De acuerdo a lo investigado por ambos métodos PASER y PCI, si se realizó los diagnósticos de la zona a evaluar, el tipo de pavimento que es flexible y el ancho de calzada en promedio de 10.5 m, ancho promedio de veredas de 1.80m, pendiente máx. de 2.16%, y 6490 vehículos por hora y 3 carriles por calzada, ya que estos datos son importantes para ambos métodos que nos ayudan para poder realizar su procedimiento en gabinete y resolver la problemática que esta tiene en la actualidad. En tanto para el beneficio de los usuarios los cálculos realizados serán proporcionados hacia la Municipalidad del Cusco para que tomen en cuenta y prevean el tipo de mantenimiento.



## GLOSARIO

### **ASSHTO**

Asociación Americana de Autoridades Estatales de Carreteras y Transportes  
(American Association of State Highway and Transportation Officials)

### **ASTM**

Asociación Americana para el Ensayo de Materiales (American Society for  
Testing Materials)

### **MTC**

Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

### **PCI**

Denominado Índice de Condición del Pavimento, Índice numérico que varía desde  
cero (0), para un pavimento fallado o en mal estado, hasta cien (100) para un pavimento  
en perfecto estado. (Varela, 2002).

### **GRIETA**

Fractura de variados orígenes, con un ancho mayor a 3 milímetros, pudiendo ser  
en forma longitudinal o transversal al eje de la vía.

### **FISURA**

Fractura fina de variados orígenes, con un ancho igual o menor a 3 milímetros

### **PAVIMENTO FLEXIBLE**

Constituido con materiales bituminosos como aglomerantes, agregados y de ser el  
caso aditivo.

### **PASER**

Evalúa la condición de la superficie de pavimento visualmente, sobre la base de  
criterios de ingeniería, y teniendo en cuenta la puntuación.

### **VÍA**

Camino, arteria o calle

### **CONFORT**

Condiciones materiales que proporcionan bienestar o comodidad

### **RECAPEO ASFALTICO**

Colocación de una o más capas de mezcla asfáltica sobre la superficie de rodadura  
de un pavimento existente con fines de mantenimiento o rehabilitación.



### **MANTENIMIENTO VIAL**

Conjunto de actividades técnicas destinadas a preservar en forma continua y sostenida en buen estado de la infraestructura vial, de modo que se garantice un servicio óptimo al usuario, puede ser de naturaleza rutinaria o periódica.

### **SERVICIABILIDAD DEL PAVIMENTO**

Es una medida de confort y la conveniencia del público usuario referido al comportamiento funcional de un pavimento.



## CONCLUSIONES

### Conclusión General:

Se logro demostrar la Hipótesis General que indica: “*La comparativa de los índices de condición de pavimento de la Av. La Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra mediante los métodos PASER y PCI tienen un rango de 6.5 y 60.*” se observa que en la calzada de subida el método PCI tiene como Índice de condición en promedio 39.29 que viene a tener una calificación de POBRE, por lo que se tiene las fallas más representativas en esta calzada de grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo y parcheo que se muestran en la Tabla 55 y pág.168, en cuanto al PASER se tiene un Índice de condición promedio de 3.73 y tiene una calificación POBRE ya que nuestras fallas más representativas son grietas en bloque, grietas longitudinales y parcheo que se muestran en la Tabla 61 pág. 179

se observa también que en la calzada de bajada el método PCI tiene como Índice de condición en promedio 43.27 que viene a tener una calificación de REGULAR, por lo que se tiene las fallas más representativas en esta calzada de grietas longitudinales y transversales, agrietamiento en bloque y piel de cocodrilo que se muestran en la Tabla 55 y 57 y pág.168 y 171, en cuanto al PASER se tiene un Índice de condición promedio de 4.17 y tiene una calificación RAZONABLE ya que nuestras fallas más representativas son grietas de bloque, grietas de cocodrilo y parches que se muestran en Tabla 61 y 64 y pág.179 y 186. mediante el procesamiento de datos se puede concluir que el estado de las calzadas no tiene un rango de 6.5 por el método PASER ni 60 por el método PCI.

### Conclusión N°1:

Se ha demostrado la sub hipótesis No 01 que indica “*La densidad de fallas en el pavimento de la Av. la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI tiene un área afectada de menor porcentaje*”, mediante el procesamiento de datos en la Av. de la cultura, la calzada de subida tiene una densidad de 36.39% por el método PCI y en la calzada de bajada la densidad por el método PCI es de 47.5%, en la metodología PASER la densidad en la calzada de subida viene hacer 49.09 % y en la calzada de bajada tiene una densidad de 67.69 %, si es menor el porcentaje, ya que esta se encuentra por debajo del 80% del área afectada.



### **Conclusión N°2:**

Se ha demostrado la Sub Hipótesis N°2 que indicaba *“Los tipos de fallas más frecuentes en el pavimento de la Av. la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra según el método PASER y PCI son grietas longitudinales, transversales, ahuellamiento y piel de cocodrilo”*

Por el método PASER encontramos las fallas más comunes tales como: grietas longitudinales, grietas en bloque, parches; grietas de cocodrilo se muestra en la página 179 y 186.

Por el método PCI encontramos las fallas más representativas tales como grietas longitudinales y transversales, piel de cocodrilo, parcheo y agrietamiento en bloque tal como se muestra en la página 168 y 171.

### **Conclusión N°3:**

Se ha demostrado la Sub Hipótesis N°3 que indicaba *“La dirección de calzada más crítica con respecto a la calidad del pavimento en la Av. la Cultura entre Santa Úrsula y Mariscal Gamarra por los métodos PASER y PCI es la calzada de subida.”*

De acuerdo a las tablas 61 y tabla 62 y los resultados obtenidos la calzada de subida, es la más afectada por tener una pendiente 2.16% y esta ayuda a que los vehículos tiendan hacer mayor esfuerzo dinámico en los motores y por efecto de la fuerza son distribuidos hacia el pavimento haciendo un desgaste mayor con respecto a pavimento y neumático, por consiguiente, se llega a una conclusión que la calzada de subida es la más crítica, como se puede apreciar en la tabla N°74.



## RECOMENDACIONES

- Se recomienda tener en cuenta que los métodos PASER y PCI viene hacer una metodología que solo estudia la superficie de la carpeta de rodadura.
- Si la metodología del PCI resulta FALLADO y la metodología PASER resulta FRACASADO no es recomendable dar un tipo de mantenimiento ya que se debe de hacer una evaluación más exhaustiva por lo que ambas metodologías no evalúan la base y la sub base de la carpera de rodadura
- Se recomienda tener en cuenta que los métodos PASER y PCI sólo proporcionan una evaluación superficial, es decir, Si el deterioro afecta a toda la estructura del pavimento, se necesitan más métodos o procedimientos para calificar la estructura y encontrar una forma de mantenimiento o renovación, si eso no funciona, una nueva forma de construir la calzada.
- Se recomienda implementar trabajos de limpieza en las alcantarillas y/o construir un sistema de drenaje con el propósito de mejorar la evacuación de aguas pluviales y este no deteriore el pavimento.
- Se recomienda establecer una estrategia de monitoreo basada en la técnica PCI, utilizando como guía los hallazgos de este estudio. Esto ofrecerá información sobre el estado y comportamiento del pavimento flexible, ya que se ha visto que la Av. la Cultura se deteriora día a día.
- Debido a su facilidad de uso y a la precisión de los resultados, se sugiere que la Municipalidad del Cusco encargada del mantenimiento de las calzadas, utilice la metodología PCI y PASER para evaluar los pavimentos. De este modo, se puede conocer el estado y el rendimiento de un pavimento en poco tiempo y elegir una estrategia de intervención más eficaz en el momento adecuado.
- Lo mejor es hacer inspecciones periódicas de la calzada, teniendo en cuenta la gravedad de los daños, para poder hacer los mantenimientos correspondientes y conservar el pavimento flexible en buen estado.
- Al momento de realizar la inspección del área de trabajo se debe tener en cuenta los equipos de seguridad para el correcto desplazamiento en la vía y de ser posible el desvió de tránsito.
- Para el uso de la metodología PCI en nuestro ámbito de estudio tiene 19 tipos de fallas y utilizaran 19 ábacos para poder hallar valores deducidos (pág. 140 -pág. 158), densidad de falla, 19 ábacos para poder hallar los valores deducidos



corregidos (pág. 159) y luego poder hallar mediante una formula el PCI, luego se procede a calcular la calificación mediante una tabla de valores del 0 al 100.



## PROPUESTAS DE REHABILITACION N 01

### 1. Imprimación asfáltica o recapeo asfáltica

### 2. Reposición de carpeta asfáltica

#### ✓ *Imprimación asfáltica o recapeo asfáltica*

En esta propuesta se examinan las capas de sellado, a menudo conocidas como reasfaltado, como posible remedio. La capa de sellado consiste en aplicar una fina capa de emulsión asfáltica seguida de una capa de material granulado.

Se utiliza sobre todo para rellenar grietas, especialmente cuando la piel de cocodrilo asoma por ellas.

El objetivo principal de este método es hacer que la superficie de rodadura sea más lisa colocando una capa entre el neumático y el pavimento que tenga un mejor índice de fricción.

Consiste en colocar una capa de riego asfáltico sobre una base debidamente preparada para obtener una capa de pavimento asfáltico o para impermeabilizar la base y evitar que se deshaga.

Incluye el uso de arena cuando es necesario. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

### **Figura 105**

#### *Imprimación asfáltica*



*Fuente:* Imprimación Asfáltica, Km 2+400 carretera Conocacha – Antamina.

### **Tratamientos Superficiales Convencionales**



El tratamiento superficial se realiza colocando una o varias capas de material granular justo después de extender el asfalto. Se crea así una capa impermeable que sella la capa granular inferior, que ya ha sido imprimada.

Dependiendo del número de capas que se utilicen, los tratamientos superficiales pueden clasificarse en las siguientes categorías:

1. Tratamiento superficial sencillo: Cuando se coloca una capa de asfalto, se vierte encima una capa de material pétreo de 10 a 12,5 mm de grosor.
2. Tratamiento superficial múltiple: Cuando se colocan dos o más capas de asfalto, y cada una va seguida de un tamaño diferente de piedra (de mayor a menor), para un espesor total de 20 a 25 mm.

El cemento asfáltico o la emulsión asfáltica catiónica de rotura rápida tipo CSR-2 son opciones aceptables para el material asfáltico que se utilizará.

El material pétreo que se utilice deberá, en la medida de lo posible, tener un tamaño consistente, ser de forma cúbica, estar libre de suciedad y ser capaz de soportar la abrasión para que no se rompa durante el proceso de laminado.

### **Figura 106**

*Tratamiento superficial bicapa, Km 1087 carretera Sicuani – La raya*



*Fuente: Km 1087 carretera Sicuani – La raya.*

Sellos con lechadas asfálticas (slurry seal)



Se trata de un sellado destinado a prolongar la vida útil de los pavimentos que no han experimentado un grado avanzado de degradación (no se han alabeado ni fatigado), y lo hace a un coste razonable. Este tratamiento se considera un tratamiento superficial fino. Repara degeneraciones superficiales como pequeñas fracturas, separación de partículas y otros problemas similares.

El slurry seal es una mezcla de árido fino bien graduado, emulsión asfáltica aprobada, relleno mineral, agua y ciertos aditivos. Esta mezcla debe mezclarse bien y extenderse uniformemente sobre una superficie ya preparada.

### **Figura 107**

*Slurry Seal, Carretera Cañete – Lunahuana - Chupaca*



*Fuente:* (Peña Claros, 2010).

#### ✓ *Reposición de carpeta asfáltica.*

En algunos casos, es necesario sustituir el asfalto de una carretera para que pueda volver a utilizarse. Esto puede deberse a causas como un aumento del número de vehículos que circulan por la carretera, errores en la forma en que se diseñó el proyecto, falta de mantenimiento, un mal proceso de construcción, el clima, etc.

Antes de pensar en sustituir el firme de la carretera, hay que hacer una evaluación técnica para averiguar dónde y qué ha causado los fallos encontrados. A veces, pueden observarse fallos en la superficie de la carretera sin que haya indicios de fallos estructurales en las capas inferiores.

Por lo tanto, es muy importante hacer primero una evaluación para determinar qué tratamiento y medidas correctivas deben tomarse.



Si se detectan daños en la capa asfáltica pero no hay signos de fallo estructural en las capas inferiores, debe procederse al parcheado superficial. Se trata de sustituir partes de la capa dañada o agrietada por fatiga. La profundidad de las partes a sustituir debe ser la misma que el espesor de la capa a sustituir. Este es el método más común de mantenimiento de carreteras, y también resuelve el problema del fallo de la capa "piel de cocodrilo".

Del mismo modo, si se detectan daños en la capa asfáltica debido a un fallo estructural en sus capas inferiores (base y/o subbase), se debe proceder a un parcheado en profundidad. Esto implica sustituir partes de la capa dañada y reemplazar el material granular de soporte por otro material granular homogéneo con propiedades similares.

Este método también se utiliza para arreglar grietas profundas en el lateral de la carretera, que suelen tener forma de semicírculo. También cuando se ve salir agua por las grietas de la carretera desde abajo, normalmente después de haber llovido.

### **Figura 108**

*Reposición de carpeta asfáltica, km 862 – Panamericana Sur*



*Fuente:* (Peña Claros, 2010).



## PROPUESTA DE REHABILITACION N 02

- Imprimación.
- Suministro Y Colocado De Geomalla Biaxial Reforzada Con Fibra De Vidrio Para Control De Grietas Por Reflexión.
- Micro Revestimiento - Asfáltico En Frio (Slurry Seal)

### Imprimación.

Consiste, en la imprimación con asfalto en líquido que será disgregado en la superficie del terreno y su posterior compactación a efectos de homogeneizar la superficie de apoyo, confiriéndole las características prefijadas de acuerdo con su situación en la obra. Este trabajo en colocar una capa nivelante de asfalto rc-250 en la superficie a intervenir con el propósito de obtener una mejor adherencia suelo – pavimento.

### Figura 109

*Imprimación con Asfalto en Líquido*



*Fuente: servicio-de-asfaltado/imprimacion-asfaltica.*

### Método de ejecución

Esta partida se ejecutará de forma manual mediante el uso de herramientas (cisterna, baldes, brochas y escobas), se deberá cubrir toda el área sin dejar espacios de suelo sin cubrir por el asfalto. se tendrá que dejar secar antes de echar la mezcla asfáltica para obtener una absorción del suelo



## Suministro Y Colocado De Geomalla Biaxial Reforzada Con Fibra De Vidrio Para Control De Grietas Por Reflexión.

Geomalla Fibra de Vidrio, es una Geomalla flexible con resistencia en ambas direcciones, se utiliza entre capas de concreto asfáltico con el fin de controlar agrietamientos por reflexión, agrietamientos por fatiga y deformaciones plásticas.

### Características

PAVCO (2009, p.181), “se empleada en pavimentación y repavimentación, es fabricada por un proceso de tejido de punto usando una serie de filamentos de fibra de vidrio que forman una estructura de rejilla. Estos filamentos están recubiertos con un polímero que permite que la geomalla posea una buena adherencia a las capas asfálticas. Cada filamento posee elongaciones bajas. Esta combinación hace del elemento más fuerte que el acero libra por libra. Las principales características de las geomallas son las que se encuentran en la tabla”.

**Tabla 75**

*Requerimientos de las geomallas de fibra de vidrio*

Propiedad	Norma de Ensayo	Valor
Resistencia a la tensión última (MD/TD)	ASTM D-6637	100/100 KN/m
Elongación máxima a la rotura (MD/TD)	ASTM D-6637	< 3%
Propiedades de retracción	CRDR G01	Menos del 0.5% @ 200°C
Tamaño de abertura de la malla (MD/TD)	Medido	Después de 15 min
Resistencia a la temperatura	Mínimo	Hasta 200°C
Punto de fusión	ASTM D276	>300°C

*Fuente:* Manual de diseño con geosintéticos PAVCO (p.181).

### Descripción Técnica

La Geomalla de Fibra de Vidrio poseen un recubrimiento bituminoso asfáltico que garantiza la correcta adhesión de la Geomalla al asfalto, presenta un alto módulo de elasticidad, el cual es mayor al módulo de elasticidad del asfalto. La Geomalla de Fibra de Vidrio es más eficiente que otros materiales como refuerzo porque el material de módulo más alto es quien toma sobre sí las cargas. Es un material fácil de reciclar debido a que la fibra es de origen mineral compuesto por arenas de cuarzo y su punto de fusión



está entre 800 y 850 grados centígrados lo cual permite trabajar en conjunto con cualquier tipo de asfalto

### **Usos**

Se recomienda utilizar Geomalla Fibra de Vidrio en:

Refuerzo de carpetas asfálticas.

- Rehabilitaciones de pavimentos.
- Se emplean en vías urbanas, carreteras, autopistas.
- Aeropuertos.
- Plataformas y parqueaderos, entre otros

### **Beneficios**

- Geomalla Fibra de Vidrio, aumentar la resistencia a la tracción de la capa asfáltica, garantizando, bajo una carga vertical, la distribución uniforme de esfuerzos horizontales en una mayor superficie.
- Reducir al mínimo el agrietamiento reflexivo por esfuerzos de tensión y cambios de temperatura en las carpetas asfálticas.
- Geomalla Fibra de Vidrio, aumentar la resistencia a la fatiga de pavimentos sometidos a la acción de cargas cíclicas.
- Proporcionar beneficios de costo, reduciendo el mantenimiento periódico de los pavimentos flexibles.
- El uso de Geomallas de Fibra de Vidrio puede incrementar hasta 12 veces el número de ciclos de carga para desarrollar la fisura, lo cual se traduce en vida útil de los pavimentos.



**Figura 110**

*Geomalla de Fibra de Vidrio*



*Fuente: geomalla-fibra-de-vidrio*

## **MICRO REVESTIMIENTO - ASFALTICO EN FRIO (SLURRY SEAL)**

### **Definición. -**

International Slurry Surfacing Association (ISSA, 2010) define el Slurry Seal como:

“Una mezcla de una emulsión asfáltica aprobada, agregado mineral, agua y aditivos especificados, proporcionados, mezclados y uniformemente esparcidos sobre una superficie adecuadamente preparada como descrito por el Buyer’s Authorized Representative. (BAR) ” (p.2).

Los materiales que se emplean para la preparación del slurry seal son los siguientes:

- a) Asfalto emulsionado, deberá satisfacer el grado (SS-1,SS-1h,CSS-1h, mezcla con grado de rotura rápida) como especificado en (ASTM D977, D2397; AASHTO M140, M208; ISSA T 102)
- b) Agregados, consistirá en piedra triturada natural o industrialmente (granito, escoria, piedra caliza u otros agregados de alta calidad o una combinación de esto). Arenas de textura uniforme o menor del 1.25% de absorción de agua no deben exceder del 50% del total de la mezcla de agregado.
- c) Filler mineral, puede ser cemento portland, cal hidratada, piedra caliza, “flyash” y otro relleno aprobado que cumple los requerimientos de la ASTM D242.
- d) Agua, debe ser agua potable y compatible con la mezcla.



- e) Aditivos, pueden ser utilizados para acelerar o retardar el tiempo de rotura o mejorar la superficie terminada. ( ISSA, 2010, p. 2-4)

En la tabla ..., se muestra la granulometría de cada tipo de slurry seal y las tolerancias permisibles de reserva de materia prima según la International Slurry Surfacing Association.

**Tabla 76**

*Granulometría de Slurry Seal según ISSA*

Tamaño de tamiz	% de Pase Tipo I	% de Pase Tipo II	% de Pase Tipo III	Tolerancia de Reserva de Materia Prima
3/8 (9.5 mm)	100	100	100	
# 4 (4.75mm)	100	90 – 100	70 – 90	± 5%
# 8 (2.36mm)	90 – 100	65 – 90	45 – 70	± 5%
#16 (1.18mm)	65 – 90	45 – 70	28 – 50	± 5%
#30 (600µm)	40 – 65	30 – 50	19 – 34	± 5%
#50 (330µm)	25 – 42	18 – 30	12 – 25	± 4%
#100(150µm)	15 – 30	10 – 21	7 – 18	± 3%
#200(75µm)	10 – 20	5-15	5-15	± 2%

Fuente: ISSA (2010), Recommended Performance Guideline For Emulsified Asphalt Slurry Seal A105.

**Aplicación. -**

International Slurry Surfacing Association, La aplicación del slurry seal varía de acuerdo a clasificación por su granulometría.

- Tipo I: Es usado para llenar vacíos de superficie y corregir condiciones moderadas superficie, si el agregado de tipo I es usado para calles, es recomendado que el máximo de compactación sea exigido.
- Tipo II: Se aplica para llenar vacíos, corregir condiciones severas de la superficie y proveer el sellado de ésta. Un ejemplo de este tipo de superficie de slurry seal podría ser pavimentos con superficies de textura media que requieran esta medida de agregado para llenar las grietas y poseer una mínima superficie de uso. Otro ejemplo, podría ser situando un slurry en base flexible, base estabilizada o suelo cemento como un sellador anterior a la pavimentación final.
- Tipo III: es usado para dar una mayor resistencia al deslizamiento y una adecuada superficie de uso. Un ejemplo típico de este tipo de superficie de slurry es como una segunda o tercera capa de un tratamiento slurry multicapa en base flexible, base estabilizada o suelo cemento. (ISSA, 2010, p. 4)



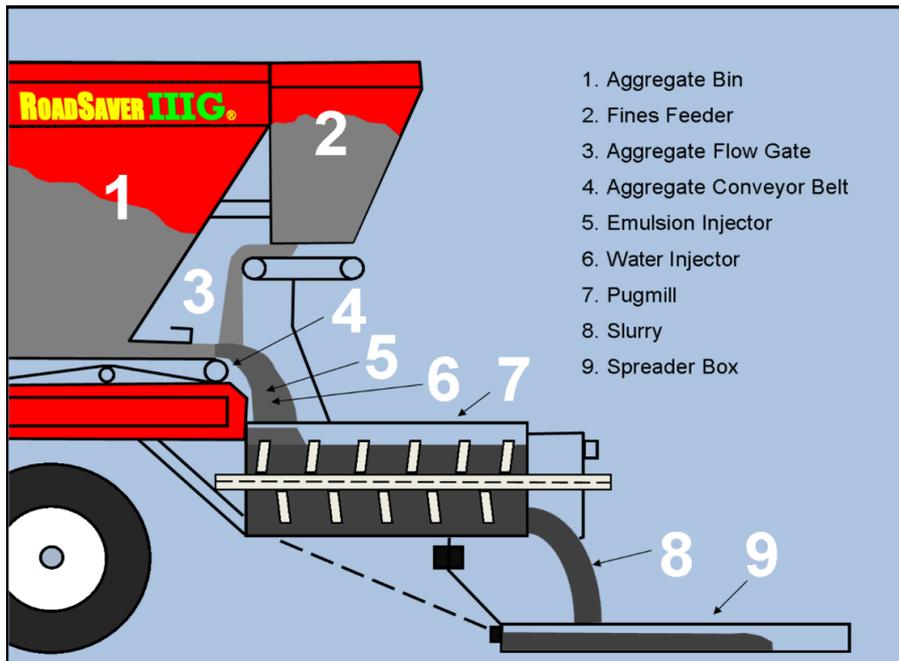
Slurry Seal se aplica a una superficie existente por medio de una caja esparcidora conectada a una unidad mezcladora de lodos RoadSaver. La lechada se introduce en la caja esparcidora, que luego deposita el revestimiento de la lechada a medida que avanza el mezclador / esparcidor. La caja esparcidora es capaz de esparcir el sello de lechada sobre el ancho de un carril de tráfico en una sola pasada y está construida de manera que se mantenga un contacto cercano con la superficie existente. Esto asegura la aplicación uniforme del nuevo recubrimiento en una variedad de configuraciones que abarcan varias formas de corona, pendientes super elevadas y de hombros. Operadores capacitados monitorean continuamente el procedimiento de mezclado automático. Otro personal limpia la superficie antes de la aplicación de la lechada, la barricada y la calle / área, inspecciona la operación en curso para verificar la uniformidad, limpia las cubiertas metálicas de los servicios públicos después de la aplicación y completa el esparcimiento del sello de la lechada en cualquier área no accesible a la caja esparcidora

### **Hacer sello de lechada**

La lechada se elabora en equipos RoadSaver II o RoadSaver III G especialmente diseñados fabricados por Rayner Equipment Systems. Este equipo transporta una cantidad de materiales sin mezclar que se mezclan en un molino amasador de flujo continuo. El uso de esta tecnología se realiza de forma rápida y precisa en el sitio del proyecto. La mezcla y el esparcimiento se logran en una operación continua, con la superficie lista para ser reabierto al tráfico / peatones en unas pocas horas o menos.

**Figura 111**

*Equipo de RoadSaver*



*Fuente: resroadsaver*

## Procedimientos

### 1.- Trazo Y Programación:

Se debe proponer en base al levantamiento de cada calle un calendario del avance de obra diario, semanal y mensual para dar aviso. Así mismo en este calendario deberá acotar y cuantificar la zona de bacheo o revelación.

### 2.- Barrido:

Esta actividad podrá realizarse en forma manual y /o mecánica, incluyendo el acarreo local, carga y acarreo al lugar de tiro autorizado para el tiro del producto del barrido. De igual manera deberá remover todo tipo de manchas y acumulación de grasas, aceites o pintura que impidan la buena adherencia del mortero asfáltico.

### 3.- Calafateo:

El calafateo de grietas deberá ejecutarse en las zonas previamente acotadas, en donde previamente se deberá limpiar por medio de aire a presión el polvo, arena y material orgánico que exista en el interior de las juntas y grietas, mismo que deberá ser



barrido y retirado de la zona de trabajo. El material para dicho deberá ser el apropiado para cada tipo de grieta (menor o mayor a 7 mm) aplicado por los medios mecánicos y a la temperatura especificada. En todo momento se deberá respetar el no manchar las aceras y banquetas.

#### **4.- Bacheo Y Renivelación:**

En las zonas afectadas se procederá al cuadro, cajeo, retiro del material, compactación del fondo, riego de liga, aplicación de material asfáltico para el bacheo, tendido, compactado y limpieza

#### **5.- Aplicación De Mortero Asfáltico:**

El tendido del mortero deberá realizarse mediante equipo Scan Road o similar, cumpliendo con los requisitos de material pétreo, material asfáltico estipulados por la S.C.T. 3.01.03.083. observando la granulometría de cada tipo de mortero. Se deberá incluir la compactación neumática de la superficie, así como el barrido del material producto del desprendimiento. El precio del mortero deberá incluir cemento. Dentro del precio se considera la revelación o la reparación del daño a la superficie por causas extrañas sin el incremento del mismo.

#### **6.- Limpieza General De Obra:**

Se deberá retirar todo el excedente asfáltico, así como el producto del bacheo dejando la superficie lista para aplicar pintura.



**Tabla 77**

*Presupuesto*

Presupuesto					
Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
<b>Presupuesto 0403038 MANTENIMIENTO DE VIAS URBANAS - AV LA CULTURA</b>					
<b>Cliente MUNICIPALIDAD DISTRITAL DE SAN SEBASTIAN</b>				<b>Costo</b>	<b>06/01/2023</b>
<b>Lugar CUSCO - CUSCO - SAN SEBASTIAN</b>					
<b>OBRAS PRELIMINARES 89,052.00</b>					
0101	LIMPIEZA GENERAL DE TERRENO	m2	53,550.00	0.36	19,278.00
0102	TRAZO NIVELACION Y REPLANTEO	m2	53,550.00	0.68	36,414.00
0103	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPOS MENORES Y	glb	5.00	6,672.00	33,360.00
<b>SEGURIDAD Y SALUD 22,649.62</b>					
0201	EQUIPO DE PROTECCIÓN INDIVIDUAL	glb	100	13,140.00	13,140.00
0202	EQUIPO DE PROTECCIÓN COLECTIVA	glb	100	2,500.00	2,500.00
0203	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	glb	100	2,469.62	2,469.62
0204	CAPACITACIÓN EN SEGURIDAD Y SALUD	glb	100	4,540.00	4,540.00
<b>ASFALTO EN FRIO 658,927.40</b>					
0301	DEMARCACION	m2	53,550.00	0.44	23,562.00
0302	LIMPIEZA CON AIRE COMPRIMIDO	m2	53,550.00	1.00	53,550.00
0303	IMPRIMACION ASFALTICA	m2	53,550.00	0.99	53,014.50
0304	EMULSION ASFALTICA DE ROTURA LENTA CSS-1	L	107,100.00	2.68	287,028.00
0305	ASFALTO EN FRIO	m3	1,392.30	173.65	241,772.90
<b>SLURRY 1,073,677.50</b>					
0403	CAPA NIVELANTE	m2	53,550.00	4.19	224,374.50
0404	SLURRY SEAL CON EMULSION ALFALTICA E=1cm	m2	53,550.00	15.86	849,303.00
<b>OPERACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA 55,620.00</b>					
0501	OPERACION Y MANTENIMIENTO DE MAQUINARIA	glb	100	55,620.00	55,620.00
<b>COSTO DIRECTO</b>					<b>1,899,926.52</b>

*Fuente: propia*



## BIBLIOGRAFÍA

- Corros B, M., Urbáez P, E., & Corredor M, G. (2009). *Manual de Evaluación de Pavimentos*. Venezuela: Universidad Nacional de Ingeniería-Facultad de Tecnología de la Coonstrucción-Program de Capacitación Académica. Obtenido de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/manual-de-evaluacion1.pdf>
- Designation: D 6433 – 07. (2007). *Standard Practice for Roads and Parking Lots Pavement Condition Index Surveys*. Obtenido de [pages.mtu.edu: https://pages.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf](https://pages.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf)
- Grupo MC. Pipareim Industriales S.A. de C.V. (2022). *División de Construcción*. Obtenido de [grupomc-acabadosdeconcreto: http://www.grupomc-acabadosdeconcreto.com/](http://www.grupomc-acabadosdeconcreto.com/)
- Medina Palacios, A., & De la Cruz Puma, M. (2015). Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI. *Tesis de PRegrado*. Universidad Peruana De Ciencias Aplicadas, Lima. Obtenido de [https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/Medina\\_PA.pdf?sequence=1](https://repositorioacademico.upc.edu.pe/bitstream/handle/10757/581505/Medina_PA.pdf?sequence=1)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (10 de Junio de 2013). *Manual de Carreteras Conservación Vial*. Obtenido de [transparencia.mtc.gob.pe/: http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/P\\_recientes/4877.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/)
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Abril de 2014). *Manual de carreteras Suelos, Geología, geotecnia y Pavimentos*. Obtenido de [portal.mtc.gob.pe: https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas\\_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH\\_PDF/MAN\\_7%20SGGP-2014.pdf](https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/MAN_7%20SGGP-2014.pdf)
- MTC, M. D. (2006). *MANUAL TECNICO DE MANTENIMIENTO PERIODICO PARA LA RED VIAL DEPARTAMENTAL NO PAVIMENTADA*. PROVIAS DEPARTAMENTAL- PROGRAMA DE CAMINOS DEPARTAMENTALES.
- Vásquez, L. (2002). *Pavemente Condition Index (PCI). Para Pavimentos Asfálticos y de Concreto en Carreteras*. Colombia: Manizales.



Benites, D. Castillo, A. (2020). *Investigación Del Índice De Condición De Pavimento Flexible En La Av. San Luis, Distrito De Viru, Provincia De Viru - La Libertad 2019* [Título Profesional, Universidad Privada Antenor Orrego]

Repositorio Uri:

<http://hdl.handle.net/20.500.12759/7232>.

Alcarraz, K. (2021). *Evaluación del estado de conservación del pavimento flexible aplicando el método de PASER y PCI en la av. San Felipe-Comas 2021* [Título Profesional, Universidad Cesar Vallejo]

Repositorio Uri:

<https://hdl.handle.net/20.500.12692/83601>

Zavala, K. Macias, D. (2019) *Estudio de fallas que presenta la carpeta asfáltica con alternativas solución-diagnostico PCI en la vía Sasay Cantón Santa Ana* [Título Profesional, Universidad Estatal del Sur de Manabi]

Repositorio Uri:

<http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/1708>

Sabando, C. (2019) *Evaluación Del Estado Del Pavimento Flexible Mediante Método Del Pci De La Carretera Puerto-Aeropuerto (Tramo Ii) Desde La Abscisa 1+080,00 Hasta La Abscisa 4+680,00 Ubicada En La Ciudad De Manta, Provincia De Manabí* [Título Profesional, Universidad Estatal del Sur de Manabi]

Repositorio Uri:

<https://repositorio.ulead.edu.ec/handle/123456789/2088>

Tene, C. (2022) *Metodología para la evaluación de vías rurales, Considerando la regularidad superficial de pavimentos Flexibles: estudio caso vía Santa Rosa, Bellavista, La Avanzada del cantón Santa Rosa, provincia de El Oro* [Título Profesional, Universidad Técnica de Machala]

Repositorio Uri:

<http://repositorio.utmachala.edu.ec/handle/48000/19273>



Campos, D. (2017) *Evaluación del estado del pavimento flexible según el índice de condición del pavimento (PCI), de la carretera CP. Huambocancha Baja - CP. El Batán provincia de Cajamarca - 2015* [Título Profesional, Universidad Nacional de Cajamarca]

Repositorio Uri:

[https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC\\_48fd2b642d604b4bcfbc4116320018e0/Description#tabnav](https://alicia.concytec.gob.pe/vufind/Record/RUNC_48fd2b642d604b4bcfbc4116320018e0/Description#tabnav)

Condori, N. Goyzueta, S. (2019) *Propuesta de estrategias de intervención del pavimento flexible, aplicando las metodologías PCI, VIZIR y PSI, en el tramo paradero grifo mobil–ciencias de la salud de la Universidad Andina de la prolongación Av. de la cultura – Av. Manco Capac – prolongación Av. Manco Capac de la ciudad del Cusco– 2018* [Título Profesional, Universidad Andina del Cusco]

Repositorio Uri:

<https://hdl.handle.net/20.500.12557/2857>



**Anexos**