



**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO**  
**VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN,**  
**VINCULACIÓN Y POSGRADO**

**DIRECCIÓN DE POSGRADO**

**TESIS PREVIA A LA OBTENCIÓN DEL GRADO DE:**  
**MAGÍSTER EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN**  
**CONSTRUCCIÓN**

**TEMA:**

**“MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA PAVIMENTOS**  
**FLEXIBLES DE LA RED RURAL DEL CANTÓN GUANO”**

**AUTOR:**

Ing. Víctor Alejandro Cabezas Carrillo

**TUTOR:**

Ing. Paulina Sigüencia, MSc.

**Riobamba – Ecuador**

2024

## Certificación Del Tutor

Yo María Paulina Sigüencia Montero, certifico que Víctor Alejandro Cabezas Carrillo con cedula de identidad No. 0604241422 estudiante del programa de Maestría en Ingeniería Civil con mención en Gestión de la Construcción, cohorte segunda presento su trabajo de titulación bajo la modalidad del Proyecto de titulación con componente de investigación aplicada/ desarrollo denominado: MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA RED RURAL DEL CANTÓN GUANO, el mismo que fue sometido al sistema de verificación de similitud de contenido TURNITIN identificando el porcentaje de similitud del 7% (SIETE PORCIENTO) EN EL TEXTO.

Es todo en cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Atentamente,

A QR code is positioned to the left of the signature. The signature itself is written in a stylized font and includes the name 'MARIA PAULINA SIGÜENCIA MONTERO'.

---

María Paulina Sigüencia Montero

CI: 0302317664

### **Certificación Del Miembro Del Tribunal**

En calidad de miembro del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado “**MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA RED RURAL DEL CANTÓN GUANO**”, dentro de la línea de investigación de Construcción gestión pública e Ingeniería Civil, **presentado por el maestrante Cabezas Carrillo Víctor Alejandro**, portador de la CI. 060424142-2 del programa de **MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN CONSTRUCCION**, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que podemos certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



---

**Ing. Ángel Paredes García**  
**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **Certificación Del Miembro Del Tribunal**

En calidad de miembro del Tribunal designado por la Comisión de Posgrado, CERTIFICO que una vez revisado el Proyecto de Investigación y/o desarrollo denominado “**MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA RED RURAL DEL CANTÓN GUANO**”, dentro de la línea de investigación de Construcción gestión pública e Ingeniería Civil, **presentado por el maestrante Cabezas Carrillo Víctor Alejandro**, portador de la CI. 060424142-2 del programa de **MAESTRÍA EN INGENIERÍA CIVIL CON MENCIÓN EN CONSTRUCCIÓN**, cumple al 100% con los parámetros establecidos por la Dirección de Posgrado de la Universidad Nacional de Chimborazo.

Es todo lo que podemos certificar en honor a la verdad.

Atentamente,



---

Ing. Diana Carolina Merino

**MIEMBRO DEL TRIBUNAL**

## **Declaración De Autoría Y Cesión De Derechos**

Yo, **Victor Alejandro Cabezas Carrillo**, con número único de identificación **060424142-2**, autor del trabajo de investigación titulado: “MODELO DE GESTIÓN DE CONSERVACIÓN VIAL PARA PAVIMENTOS FLEXIBLES DE LA RED VIAL RURAL DEL CANTÓN GUANO”, certifico que las ideas, opiniones, conclusiones son de mi exclusiva responsabilidad.

- Declaro que mi trabajo investigativo sedo de forma no exclusiva, para el uso, comunicación pública, divulgación y/o reproducción total o parcial por medio digital o físico a la Universidad Nacional de Chimborazo de conformidad con lo establecido en el artículo 20 literal j) de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.
- Autorizo a la Universidad Nacional de Chimborazo que pueda hacer uso del referido trabajo de titulación y a difundirlo como estime conveniente por cualquier medio conocido, y para que sea integrado en formato digital al Sistema de Información de la Educación Superior del Ecuador para su difusión pública respetando los derechos de autor, dando cumplimiento de esta manera a lo estipulado en el artículo 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior LOES.

Riobamba, 28 días del mes de junio del 2024

---

**Ing. Victor Alejandro Cabezas Carrillo**

C.I. 060424142-2

## **Agradecimiento**

A la Universidad Nacional de Chimborazo, gracias por permitirme formarme en ella, gracias a todas las personas que fueron participes en este proceso ya sea de manera directa o indirecta, que en el día de hoy me hicieron culminar este sueño tan anhelado en mi vida profesional.

## **Dedicatoria**

Primero a Dios por bendecirme con la salud, sabiduría, fortaleza y darme la familia que tengo, a mis padres Nelson Cabezas y Mercedes Carrillo, quienes inculcaron valores como el respeto, dedicación y humildad y son ejemplo a seguir, gracias a ustedes he llegado a cumplir todas las metas que me propuesto en mi vida profesional y siempre están en las buenas y en las malas.

A mi esposa Lorena pilar de mi hogar y mi hijo Martin, el mejor regalo que la vida me otorgo y son mi mayor fortaleza para seguir adelante.

A mis hermanos, Francisco, María Isabel y Mercedes del Pilar quienes son una inspiración para la superación profesional, y han logrado muchos éxitos en su vida académica.

## ÍNDICE GENERAL

<b>Certificación Del Tutor .....</b>	<b>ii</b>
<b>Certificación Del Miembro Del Tribunal .....</b>	<b>iii</b>
<b>Certificación Del Miembro Del Tribunal .....</b>	<b>iv</b>
<b>Declaración De Autoría Y Cesión De Derechos .....</b>	<b>v</b>
<b>Agradecimiento .....</b>	<b>vi</b>
<b>Dedicatoria .....</b>	<b>vii</b>
<b>Índice de Tablas .....</b>	<b>xi</b>
<b>Índice de Figuras .....</b>	<b>xii</b>
<b>Resumen .....</b>	<b>1</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>2</b>
<b>Introducción .....</b>	<b>3</b>
<b>1 Capítulo 1 Generalidades .....</b>	<b>5</b>
1.1 Planteamiento del Problema .....	5
1.1.1 Pregunta de Investigación .....	6
1.2 Justificación de la Investigación .....	6
1.3 Objetivos .....	8
1.3.1 Objetivo General .....	8
1.3.2 Objetivos Específicos .....	8
1.4 Línea de Investigación .....	8
1.5 Aplicabilidad de la Propuesta y Relevancia .....	9
<b>2 Capítulo 2 .....</b>	<b>10</b>
<b>Estado del Arte y la Práctica .....</b>	<b>10</b>
2.1 Antecedentes Investigativos .....	10
2.1.1 A nivel Internacional .....	10
2.1.2 A nivel Local .....	11
2.2 Fundamentación Legal .....	12

2.2.1	Fundamento Legal Internacional:.....	12
2.2.2	Fundamento Legal Nacional .....	13
2.3	Fundamentación Teórica.....	14
2.3.1	La conservación vial.....	15
2.3.2	Clasificación de Carreteras.....	15
2.3.3	Ciclo de Vida Fatal de los Caminos .....	16
2.3.4	Periodo de Vida Ansiado.....	18
2.3.5	Deterioro de los Pavimentos Flexibles.....	20
2.4	Calificación de la Capacidad Funcional del Pavimento .....	21
2.4.1	Índice de Condición del Pavimento (PCI).....	21
2.5	Registro Vial .....	27
2.5.1	Datos Generales.....	27
2.5.2	Características de la Vía.....	27
2.5.3	Pavimentos .....	27
2.5.4	Drenajes.....	28
2.5.5	Diagrama Vial .....	28
<b>3</b>	<b>Capítulo 3 Diseño Metodológico .....</b>	<b>29</b>
3.1	Perspectiva de la Investigación.....	29
3.2	Diseño de la Investigación.....	29
3.2.1	Variables.....	29
3.2.2	Organización de Variables .....	29
3.3	Modalidades de Investigación .....	31
3.3.1	Investigación Teórico Documental .....	31
3.3.2	Investigación Empírico de Campo .....	31
3.4	Nivel de Investigación .....	32
3.5	Metodología de Muestreo .....	32

3.5.1	Definición de la Dimensión de la Unidad de Muestreo. ....	32
3.5.2	Obtención del porcentaje Mínimo de cantidades de Muestreo. ....	32
3.5.3	Elección de cada muestro a Considerar en la indagación Visual. ....	33
3.5.4	Evaluación de la Condición del Pavimento por Inspección Visual .....	34
3.6	Método para la sistematización e Interpretación de información .....	34
3.6.1	Obtención del PCI del muestreo.....	34
3.6.2	Valor Deducido Corregido (VDC):.....	35
3.6.3	Evaluación del PCI de una Tramo de Pavimento.....	36
3.6.4	Para estimar el número inicial de muestras, calcule la desviación típica y compárela con el valor inicial. ....	37
3.6.5	Tamaño de la Muestra .....	37
3.7	Evaluación de un Tramo para Ejemplo.....	39
3.8	Proceso de la Hoja de Cálculo PCI.....	41
3.8.1	Inventario de Tipo de Fallas.....	41
3.8.2	Cálculo de Valores Deducidos .....	41
3.9	Localización Geográfica del Estudio .....	46
3.10	Inventario y Evaluación .....	46
3.11	Estudio de Tráfico .....	48
3.12	Conteo Vehicular Actual.....	48
3.13	Inventario de Vías Asfaltadas del Cantón Guano .....	49
<b>4</b>	<b>Capítulo 4 Análisis y Discusión de los Resultados.....</b>	<b>55</b>
4.1	Análisis Descriptivo de los Resultados.....	55
4.1.1	Analisis PCI.....	55
4.1.2	Tipos de Fallas .....	56
4.2	Discusión de los Resultados .....	58
4.3	Costos de Mantenimiento .....	59
<b>5</b>	<b>Capítulo 5 Conclusiones, Limitaciones del Estudio, y Recomendaciones.</b>	<b>61</b>

5.1	Conclusiones .....	61
5.2	Limitaciones del Estudio .....	62
5.3	Recomendaciones .....	62
<b>6</b>	<b>Referencias Bibliográficas .....</b>	<b>64</b>
<b>7</b>	<b>Anexos: .....</b>	<b>68</b>
7.1	Anexos 1. Fotografías de los tipos de fallas encontradas en la vía:.....	68
7.2	Anexo 2. Modelo de Ficha para Determinar el Estado de Condición de la Superficie del Pavimento Flexible .....	80
7.3	Anexo 3. Sección Típica de la Vía .....	90

### Índice de Tablas

Tabla 1	<i>Clasificación de Carreteras por TPDA</i> .....	16
Tabla 2	<i>Rangos de calificación de PCI</i> .....	21
Tabla 3	<i>Intervención en base a rango PCI</i> .....	21
Tabla 4	<i>Variables Dependientes</i> .....	30
Tabla 5	<i>Variables Independientes</i> .....	30
Tabla 6	<i>Longitud de la unidad de muestreo según los anchos de calzada</i> .....	32
Tabla 7	<i>Longitud de muestra según el ancho de calzada</i> .....	37
Tabla 8	<i>Número de tramos a ser evaluados</i> .....	39
Tabla 9	<i>Inventario de fallas existentes</i> .....	41
Tabla 10	<i>Valores Deducidos</i> .....	42
Tabla 11	<i>Cálculo de PCI con los valores deducidos</i> .....	44

Tabla 12	<i>Características técnicas de la vía</i> .....	48
Tabla 13	<i>Porcentaje de composición vehicular</i> .....	49
Tabla 14	<i>Trafico Observado Promedio</i> .....	49
Tabla 15	<i>Cuadro resumen de trafico promedio diario anual</i> .....	49
Tabla 16	<i>Cuadro resumen del número de vías asfaltadas en el Cantón Guano</i> .....	50
Tabla 17	<i>Evaluación de índice de pavimentos:</i> .....	55
Tabla 18	<i>Densidad de Fallas Principales</i> .....	56
Tabla 19	<i>Presupuesto referencial de Mantenimiento vial</i> .....	60

### **Índice de Figuras**

Figura 1	<i>Comportamiento de una vía sin mantenimiento</i> .....	17
Figura 2	<i>Limitación de la vía sin conservación</i> .....	19
Figura 3	<i>Esquema de la etapa “deplorable” y “recomendable”</i> .....	20
Figura 4	<i>Hoja de cálculo para determinar el PCI local.</i> .....	40
Figura 5	<i>Ábacos para el cálculo de valor deducido</i> .....	43
Figura 6	<i>Valor de deducción corregido</i> .....	45
Figura 7	<i>Rango de clasificación de PCI</i> .....	45
Figura 8	<i>Croquis de la carretera Juntus- Guano</i> .....	46
Figura 9	<i>Sección tipo de la carretera Juntus- Guano</i> .....	47
Figura 10	<i>Densidad de daños</i> .....	57
Figura 11	<i>Porcentaje de daños encontrados</i> .....	57
Figura 12	<i>Calificación de la vía según el método PCI</i> .....	58

## Resumen

Los GAD Provinciales tienen delegaciones constitucionales como planificar y mantener vías del sector rural. Actualmente hay varios problemas relacionados con la conservación de carreteras. Esto se vuelve más complicado porque no hay inventario de carreteras actualizadas que contengan información relevante que permita identificar cuáles son las vías asfaltadas que requieran el mantenimiento rutinario y periódico.

Esta problemática se percibe en todo el País de Ecuador, observándose el deterioro de caminos de segundo orden prematuramente, esto puede ser también por los estudios ineficientes o la escasa fiscalización, consecuencia directa de no realizar una conservación vial temprana, comprometiendo mayores gastos públicos de reconstrucción a futuro.

Por lo cual la presente investigación elabora un “Modelo de Gestión de Conservación Vial para pavimentos flexibles de la red vial rural del Cantón Guano”, que constituya una memoria técnica que permita realizar un cronograma y presupuesto de los pasos a seguir para realizar el mantenimiento; con ello se obtendría los estándares adecuados que se deben aplicar para las técnicas rutinarias y periódicas, dependiendo de los recursos de la Provincia.

Con un enfoque cuantitativo y cualitativo se basa la investigación utilizando el método de índice de condición de pavimento (PCI) permitiendo una valoración superficial de la carretera a través de una inspección visual del pavimento. Además, se actualiza el inventario de vías para apoyar la etapa de verificación de las estructuras que componen la carretera y obras de arte, de esta manera se obtendrá un estudio que aporte al conocimiento de quienes se encuentran inmersos en esta disciplina.

**Palabras claves:** *mantenimiento vial, PCI, conservación vial, capa de rodadura, asfaltos flexibles.*

## Abstract

Provincial governments, with their constitutional delegations, are faced with an urgent need to plan and maintain roads in the rural sector. The current state of road maintenance presents several pressing issues. The lack of an updated road inventory, which should identify the asphalt roads in need of routine and periodic maintenance, further complicates the situation.

This problem is pervasive throughout Ecuador, with second-order roads deteriorating prematurely. This could be attributed to inefficient studies or poor supervision, leading to a lack of early road maintenance and potentially higher public expenses for future reconstructions. Implementing early maintenance could lead to significant cost savings.

Therefore, the present research presents a comprehensive “Road Maintenance Management Model for flexible pavements of the rural road network of the Guano Canton”. This model, a technical memory, provides a detailed chronogram and budget for the necessary maintenance steps. It ensures that the appropriate standards for routine and periodic techniques are applied, based on the resources of the province, thereby guaranteeing its effectiveness.

With a quantitative and qualitative approach, the research is based on the pavement condition index (PCI) method, allowing a superficial assessment of the road through a visual inspection of the pavement. In addition, the road inventory is updated to support the verification stage of the structures that make up the road and works of art, thus obtaining a study that contributes to the knowledge of those who are immersed in this discipline.

**Keywords:** *road maintenance, PCI, road preservation, wearing course, flexible asphalt.*

## **Introducción**

Las vías son parte esencial para el crecimiento socio-económico. Sin embargo, mantener su conservación es fundamental para permitir que lo invertido de resultados esperados.

En la mayoría de los estudios viales contratados por el GAD de Chimborazo se estima una proyección de vida útil de veinte años, la construcción de nuevas vías ha sido una prioridad durante varias décadas, sin prestar atención a la conservación de las vías existentes. Conforme se han ido ejecutando las obras viales de pavimento flexible, incrementando la necesidad de conservación.

En Ecuador explícitamente en el Canto Guano de la Provincia de Chimborazo, no poseen un modelo de conservación vial que garantice los años de vida útil de las carreteras y el perfecto funcionamiento de las vías con pavimento flexible, esto ha provocado el deterioro de la red vial cantonal, lo que ha tenido un golpe negativo a la economía local y del país.

El desarrollo de un modelo de gestión de conservación vial en el cantón Guano contribuiría a mejorar el estado de la red vial actual, el desarrollo de este modelo necesita el involucramiento de todas las personas en la gestión vial, incluyendo a las autoridades gubernamentales, los transportistas, los usuarios y la comunidad en general.

La conservación de una carretera es un cumulo de acciones necesarias que permite mantener y conservar las vías en buen estado con el fin de que terminen con el tiempo planificado de utilidad de la carretera y a su vez garantizar la seguridad, eficiencia y eficacia a todos los involucrados que utilicen las mismas de manera directa o indirecta.

Ecuador es un País con varios problemas económicos siendo preferible realizar un mantenimiento a las vías para garantizar el cumplimiento del periodo de vida útil; el deterioro

por falta de conservación genera que la inversión económica para su reconstrucción sea mayor generando un gasto público elevado.

El sistema vial de la red rural del Cantón Guano posee en su mayoría pavimento flexible y cuenta con una longitud de 103.2 km, los cuales 88 km están en condiciones moderadas.

La vía que se va a tomar como referencia en esta investigación es la vía Guano – Juntas que cuenta con 1 km de vía a nivel de carpeta asfáltica flexible que servirá como modelo de gestión. La misma que lleva casi 8 años desde su ejecución y no tiene una programación de atención para mantenimiento preventivo y rutinario lo cual provoca que presente deterioro en la toda la estructura vial.

Por lo cual la presente investigación elabora un “Modelo de Gestión de Conservación Vial para pavimentos flexibles de la red vial rural del Cantón Guano”, que constituya una memoria técnica que permita realizar un cronograma y presupuesto para establecer y dar supervisión a la planificación del mantenimiento vial; con ello se obtendría los estándares adecuados que se deben aplicar para las técnicas rutinarias y periódicas, dependiendo de los recursos de la Provincia.

Con un enfoque cuantitativo y cualitativo se basa la investigación utilizando el método de índice de condición de pavimento (PCI) permitiendo una valoración superficial de la carretera a través de una inspección visual del pavimento. Además, se actualiza el inventario de vías para apoyar la calificación de la estructura de la carretera y obras de arte, de esta manera se obtendrá un estudio que aporte al conocimiento de quienes se encuentran inmersos en esta disciplina.

## 1 Capítulo 1 Generalidades

### 1.1 Planteamiento del Problema

Es importante que las carreteras estén en buen estado para permitir el movimiento de todo tipo de vehículos y asegurar la capacidad de demanda y exportación de bienes de un país, lo que mejora el nivel de vida de los beneficiarios y mejora el nivel de la región. Las carreteras están sujetas a desgaste debido al uso de vehículos pesados y, si no se da solución a los daños, el agravo puede alcanzar niveles significativos, lo que genera costos que exceden la vida útil esperada de la carretera. (Huamaní Arone, Rimayhuaman Taipe, & Tito Catalán, 2022). Después de la construcción, las obras de infraestructura vial suelen presentar una variedad de fallas superficiales, lo que requiere un mantenimiento y rehabilitación adecuados para reducir los daños en el periodo de vida útil de la estructura de la carretera. (Humpiri Pineda, 2015)

En el GAD de la Provincia de Chimborazo se puede apreciar que la planificación actual de las vías asfaltadas es ineficiente al tener las carreteras en condiciones deplorables. No posee una estrategia vial lo que provoca, que las carreteras del Cantón Guano tengan un rápido desgaste y su economía decrezca. Esto implica también no tener documentación donde recurrir cuando las entidades de control inspeccionan los procedimientos de conservación vial una vez construidas las vías.

Una forma en que los gobiernos estatales ahorran recursos en lo que respecta a las carreteras locales es mediante el mantenimiento. Esto incluye una gestión vial que esté vinculada a las realidades estatales y respaldada por un método fácil de usar que evoluciona con el tiempo y plantea altas exigencias en la gestión del control de calidad del material con tecnología actual que permite monitorear las condiciones de la carretera. Facilita un mantenimiento especial para evitar el deterioro de la carretera.

### 1.1.1 *Pregunta de Investigación*

Ante esto, nos realizamos la siguiente pregunta: ¿En qué medida favorece la planificación de un modelo de gestión de conservación vial en el ahorro del presupuesto de su mantenimiento?

## 1.2 **Justificación de la Investigación**

Las responsabilidades y obligaciones de las administraciones autónomas, provinciales y locales descentralizadas son las siguientes: Supervisar el sistema de transporte bajo su control, incluyendo la planificación, diseño, construcción y rehabilitación del sistema. Ejecutar las actuaciones de planificación, diseño, construcción, rehabilitación, señalización, conservación, mantenimiento, explotación y financiación teniendo en cuenta el menor impacto ambiental negativo (Ley del Sistema Nacional De Infraestructura Vial Transporte Terrestre, 2017).

En Ecuador no existe un sistema ideal para gestionar la explotación y el mantenimiento de las carreteras, ni una legislación que especifique las mejores prácticas para hacerlo. Las actividades se centran en el mantenimiento rutinario a cargo de pequeñas empresas compuestas por lugareños que viven cerca de la carretera, así como en la limpieza de los sistemas de drenaje, las franjas laterales de la carretera y los pequeños deslizamientos de los taludes. Los problemas graves son inevitablemente irreversibles, ya que primero hay que prever daños importantes antes de poder repararlos. Los fallos que se propagan a la capa de rodadura se producen cuando el pavimento se fractura porque los defectos existentes permiten que el agua se filtre en la estructura interna de la carretera. En ese momento, se toma la decisión de intervenir en la carretera. Los problemas en la carretera elevan el coste de mantenimiento del vehículo, lo que aumenta los tiempos de viaje y los gastos por accidentes. (Kraemer, 2004).

Dado su creciente valor en la vida diaria de las personas, las infraestructuras viales se están convirtiendo en un componente crucial del desarrollo social. En este sentido, los medios de transporte de los ciudadanos dependerán en gran medida de la ubicación de las vías en buen estado. Esto se debe a que algunas zonas suburbanas, por ejemplo, no tienen una infraestructura vial en tan buen estado como otras zonas, lo que hace difícil la transitabilidad de los vehículos. El estudio tiene una repercusión financiera que retroalimenta el proceso social de comercialización y formación de productos (Huamaní Arone et al., 2022).

La finalidad de la investigación fue proyectar un modelo de gestión que contribuya a conservar las diferentes redes viales del cantón Guano, disminuir los valores de operación y conservación de los carros, maximizar el uso de los recursos, aumentar la calidad de las vías y lograr la reactivación socio-económica de los beneficiarios. La investigación se realizó con el fin de brindar nuevos juicios y para la gestión de la conservación vial, aplicados a las instituciones involucradas en la administración vial.

El volumen de tráfico del Cantón Guano es cada vez mayor, y la mayoría de los firmes de los caminos rurales se están deteriorando como consecuencia de la falta de mantenimiento y/o rehabilitación que se les ha proporcionado. Esto tiene un impacto significativo en la movilidad de estas zonas y ha generado insatisfacción en los usuarios, quienes han manifestado su descontento al gobierno local y provincial. Para llevar a cabo una intervención que evite o minimice un impacto traumático en la movilidad, el objetivo de este proyecto es identificar visualmente el estado actual de deterioro de los caminos rurales y el orden jerárquico en el que se encuentran. Esto ayudará al Gobierno Provincial a optimizar sus recursos. Desde una perspectiva social, este documento debe prepararse de tal manera que, si su contenido se reconoce como efectivo y eficiente en la práctica, su aplicación conducirá a la implementación efectiva de este tipo de proceso, esta técnica y mejorará la eficiencia del

gobierno; esto reducirá significativamente las interrupciones y los inconvenientes que enfrentan las personas al mantener y mejorar las carreteras.

En comparación con los costes de reconstrucción o rehabilitación, el mantenimiento rutinario y periódico de una carretera asfaltada es mucho menos costoso que la construcción de una carretera nueva. Los costes de transporte son menores porque, en circunstancias ideales, el mantenimiento de las carreteras evitaría que los vehículos se averiaran gradualmente; además, se preservarían los recursos naturales procedentes de la explotación minera y se contribuiría a apoyar su conservación como piedra angular del desarrollo sostenible. Por lo tanto, existe un interés específico en crear esta publicación académica mediante un esfuerzo responsable de recaudación de datos específicos, por las razones tecnológicas, sociales y económicas antes mencionadas.

### **1.3 Objetivos**

#### **1.3.1 *Objetivo General***

Determinar un modelo de gestión de conservación vial a nivel de pavimentos flexibles del Cantón Guano realizando la evaluación funcional con la metodología PCI del tramo vial Guano – Juntas del Cantón Guano.

#### **1.3.2 *Objetivos Específicos***

- Identificar y evaluar el primordial inconveniente que causan el desgaste de las carreteras rurales del Cantón Guano.
- Evaluar el estado y condición del camino utilizando el enfoque del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en una evaluación funcional.

### **1.4 Línea de Investigación**

Construcción, gestión pública, ingeniería civil

## **1.5 Aplicabilidad de la Propuesta y Relevancia**

Este estudio es relevante ya que el análisis del modelo de gestión de conservación vial permite de una manera documentada y sustentada difundir resultados que den a conocer la aplicabilidad y que sirvan de referencia para lineamientos en otras instituciones.

El modelo de gestión de conservación vial rural de pavimentos flexibles del Cantón Guano es preservar la infraestructura y la señalización de la carretera, garantizando al mismo tiempo unas condiciones óptimas para los usuarios. Esto garantizará un transporte adecuado y un desarrollo positivo de las actividades de movilidad y comunicación de la zona. Buscamos una solución tecnológicamente sólida, duradera, económicamente viable y eficaz que ahorre costes de explotación a los vehículos, aumente la comodidad y la seguridad de los usuarios y permita una rápida comercialización del producto.

## 2 Capítulo 2

### Estado del Arte y la Práctica

#### 2.1 Antecedentes Investigativos

##### 2.1.1 *A nivel Internacional*

Briones (2014) en su tesis: *Institucionalidad para la gestión del mantenimiento vial* manifiesta: Utilizando guías de entrevista en profundidad semiestructuradas, la muestra estaba formada por siete directivos de alto nivel directamente implicados en la gestión del mantenimiento de las carreteras. Los resultados indicaron que en los Territorios que hicieron reformas notables en el marco institucional de la agencia de carreteras, los cambios habían sido provocados reformas fuera de la institución y correlacionados con reevaluaciones y conceptualizaciones del Estado y su papel. El plan es avanzar gradualmente en el desarrollo del sistema hasta el punto en que cada región sea responsable de la gestión de su red en base a su estado vial. Esto se hará a través de un acuerdo de rendimiento que estará conectado a los indicadores de estado de la red y será supervisado por un director regional elegido a través de un concurso de Alta Dirección Pública. Agencia nacional centralizada que supervisa la red principal de la nación, que sirve de columna vertebral del sistema y conecta todas las regiones. También proporciona directrices normativas, planificación general de carreteras, apoyo técnico a las regiones, controla el cumplimiento de los indicadores y audita la eficiencia financiera del año en curso dotado por el Estado a toda la red nacional (pág. 59).

Zarate (2016) en su tesis: *Modelo de Gestión de Conservación Vial para Reducir Costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular del Camino Vecinal Rapa-Huanchay-Molino, Distrito Culebras-Huarmey*: concluye que en comparación con las carreteras que han sido descuidadas y abandonadas hasta el punto de sufrir un grave deterioro, que sólo puede corregirse con la reconstrucción, mejora o rehabilitación de la carretera, el mantenimiento de

una carretera en condiciones óptimas mediante acciones rutinarias y periódicas de conservación representa un importante ahorro para las entidades controladoras de la vialidad. En comparación con el mantenimiento de las carreteras en condiciones óptimas de funcionamiento, el análisis concluye que la proporción es de 9 a 1, lo que significa que se necesitaría 900 por ciento más dinero si se alcanzara el punto de desgaste total. De todos los modelos de conservación, se sugiere el modelo de mantenimiento global, el cual se acomoda a las necesidades de nuestras carreteras y ofrece varias ventajas, como aliviar al Estado de su carga de trabajo, responder con rapidez a los problemas que surjan y preservar la transitividad y la seguridad vial (pág. 116).

Huamán (2014) en su tesis: Perfil para el mejoramiento del camino vecinal integrador desde Malingas, Pueblo Libre, Monteverde bajo, Las Salinas hasta Convento del distrito de Tambo grande – provincia de Piura comenta: Una vez realizadas todas las evaluaciones técnicas, jurídicas y económicas, se determina que, si bien la intervención es técnicamente posible, no lo es, al menos en la mayor parte, la perspectiva jurídica o económica. Existen dos tramos el primer tramo no se toma en cuenta por bajo nivel de desgaste y el tramo 2 se intervino. Para este tramo se propusieron tres enfoques diferentes: mejoras a nivel de pavimento, mejoras a nivel de tratamiento superficial y mejoras a nivel de asfaltado. En función de las características de la carretera, eran posibles tres tipos diferentes de soluciones para el firme: pavimentado, tratamiento superficial de dos capas y asfalto. El diseño de cada caso se realizó de acuerdo con los requisitos de las carreteras de poco tráfico (pág. 418).

### 2.1.2 *A nivel Local*

Rodríguez (2011) en su tesis: Modelo de Gestión de Conservación Vial para reducir los costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular en los Caminos Rurales de las Poblaciones de Riobamba, San Luis, Puní, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo determinan: Con el fin de reducir los valores de explotación de los autos en relación con los

costes derivados de circular por una red de carreteras sin conservacion y en mal estado, lo que resulta favorable para los beneficiarios de la carretera, la investigacion finaliza con la presentación de un proyecto de modelo de gestión del mantenimiento de las carreteras. En este modelo, las redes de carreteras se gestionan de forma que brinden estandares óptimos en la carretera. (pág. 97).

## **2.2 Fundamentación Legal**

### **2.2.1 *Fundamento Legal Internacional:***

La AASHTO lo desarrolló en Estados Unidos hace 64 años mediante pruebas empíricas y deducciones tanto técnico, ecuaciones y deducciones para asegurar el desempeño de las condiciones de diseño desde un punto de vista analítico y pragmático (Salamanca & Zuluaga, 2014).

El Centro de Ingeniería de las Fuerzas Aéreas de EE.UU. lo desarrolló entre 1974 y 1976, y los ingenieros Sres. Mohamed Y. Shahin, Michael I. Darter y Starr D. Kohn lo realizaron con el propósito de utilizar el índice de estado de los firmes (P.C.I.) para crear un sistema de gestión del mantenimiento de los firmes rígidos y flexibles.

La creación de normas para materiales, bienes, servicios y sistemas es el objetivo de la ASTM. El proceso referente para la revisión del Índice de Estado del Pavimento (PCI) de carreteras y aparcamientos está establecido por una de estas normas, ASTM D6433.

Esta norma es precisa, sucinta e imparcial. Proporciona información sobre los pasos que hay que dar, las herramientas y el equipo que hay que utilizar, los defectos que hay que encontrar y la gravedad de cada error. Para la inspección se utilizan diversos métodos visuales, mediciones, ensayos y pruebas estadísticas.

Numerosas organizaciones federarles de Estados Unidos, y otras, han adoptado oficialmente el método P.C.I. para pavimentos de aeropuertos, carreteras y aparcamientos

como procedimiento normalizado. Además, la ASTM estableció el PCI para aeropuertos como método analítico (ASTM, 1983).

### 2.2.2 *Fundamento Legal Nacional*

El MTOP con el objetivo de normalizar y dirigir el proyecto y la infraestructura de las obras comunitarias, es el organismo de Ecuador encargado de dar y calificar los criterios para el proyecto de pavimentos flexibles. Esto incluye a la Secretaría de Transporte Terrestre y Ferroviario, que es responsable puntualmente de los caminos (NEVI 12-6, 2013)

Dado que sólo el 19% de las carreteras del país eran pavimentadas y que las direcciones precedentes no habían hecho mucho hincapié en la construcción de carreteras como medio para impulsar la economía y promover el desarrollo sostenible de la comunidad, el gobierno decidió crear el MTOP en 2007 en respuesta al deterioro y el mal estado de las carreteras del país. Las nuevas reformas, estructura y funciones del Ministerio pretendían ayudar a Ecuador a formar parte de una red internacional de carreteras y permitir el uso de pavimento flexible para mejorar las infraestructuras viarias (Puga, 2018).

Como se pronuncian en la Constitución del 2008 del Ecuador en el cual manifiesta:

“Artículo 263.- Los gobiernos provinciales tendrán las siguientes competencias exclusivas, sin perjuicio de las otras que determine la ley: Planificar, construir y mantener el sistema vial de ámbito provincial, que no incluya las zonas urbanas” (La Constitución de la República del Ecuador, 2008, pág. 86).

“Artículo 264.- Los gobiernos municipales tendrán las siguientes competencias exclusivas sin perjuicio de otras que determine la ley: Planificar, construir y mantener la vialidad urbana” (La Constitución de la República del Ecuador, 2008, pág. 86).

Estos artículos establecen que el Estado, a través de sus GAD, tiene el compromiso de garantizar la vialidad con seguridad para el transporte.

En el caso específico del mantenimiento de vías, la Constitución establece que los GAD deben realizar las siguientes acciones:

**Planificar:** Los planes de mantenimiento de vías deben ser creados por los GAD que incluyan los propósitos, estrategias y los financiamiento monetario para garantizar la conservación adecuado de los caminos (Yáñez Díaz, 2008).

**Construir:** Las autoridades autónomas descentralizadas deben llevar a cabo las obras necesarias para construir o rehabilitar carreteras en mal estado (Yáñez Díaz, 2008).

**Mantener:** Los GAD deben realizar las acciones necesarias para mantener las vías en buen estado, incluyendo la reparación de daños, el mantenimiento de la señalización y la limpieza de las vías (Yáñez Díaz, 2008).

El cumplimiento de estas obligaciones es fundamental dar seguridad al beneficiario de las vías y para promover el desarrollo económico del país (Yáñez Díaz, 2008).

El COOTAD del Ecuador, en su art. 129, establece lo siguiente:

“Al GAD provincial tiene la competencia de programar, construir y conservar la red de caminos provinciales, sin incluir la parte urbana” (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2010, pág. 72).

“Al GAD municipal tiene la competencia de programar, construir y conservar la red de caminos urbanos. Con la existencia de las cabeceras parroquiales rurales, se coordina con ellos su estructura.” (Asamblea Nacional de la República del Ecuador, 2010, pág. 72).

El PCI es un procedimiento que incluye verificar la categoría, proporción y severidad de todas las deficiencias visualizadas en el camino mediante inspecciones visuales. Sin embargo, una metodología adecuada debe seguirse, ya que requiere poca implementación porque se mide indirectamente (ASTM, 2005).

### **2.3 Fundamentación Teórica**

Las siguientes bases científicas sustentan la investigación actual.

### 2.3.1 *La conservación vial*

A lo largo de muchos años, en la mayor parte de países latino americanos, los organismos gubernamentales encargados de la construcción de caminos fueron principalmente los encargados de utilizar los fondos presupuestarios asignados para su construcción. La evaluación de la eficiencia de estos organismos se basaba en el tipo de construcción utilizado y el número de kilómetros construidos; por otro lado, el cuidado de las carreteras existentes era un factor menos importante (Menéndez, 2003).

Los municipios y prefecturas han adoptado los mecanismos de los ministerios al asumir la responsabilidad de la gestión de vías, lo que ha llevado a los trabajadores y autoridades de estas instancias Nacionales a concentrarse más en la construcción de nuevas vías que en preservación de los actuales (Menéndez, 2003).

### 2.3.2 *Clasificación de Carreteras*

Según el NEVI 12-6 (2013), los tipos de caminos vehiculares del país se encasillan según los siguientes estándares, pág. 63:

- Por capacidad y en función del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)
- Por jerarquía en la red vial
- Por condiciones orográficas
- Por el número de calzadas
- En función de la superficie de rodamiento

Los tipos por jerarquía son:

- **Corredores Arteriales:** Son los caminos que conectan a carreteras trasnacionales, capitales de provincia o pasos fronterizos.
- **Vías Colectoras:** Son de mediana jerarquía, conectan zonas rurales y regiones, ciudades e integran una malla hacia las carreteras principales.

- Caminos Vecinales: Son caminos no incluidos en las categorías anteriores, comunican poblaciones rurales y zonas agrícolas, accesos a sitios turísticos, entre otros.

Como se puede observar en la tabla 1:

**Tabla 1**

*Clasificación de Carreteras por TPDA*

Descripción	Clasificación	Tráfico promedio diario anual	
		límite inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
Autovía o Carretera	AP1	50000	80000
	AV2	26000	5000
Multicarril	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

*Nota.* Fuente: (NEVI 12-6, 2013)

### 2.3.3 *Ciclo de Vida Fatal de los Caminos*

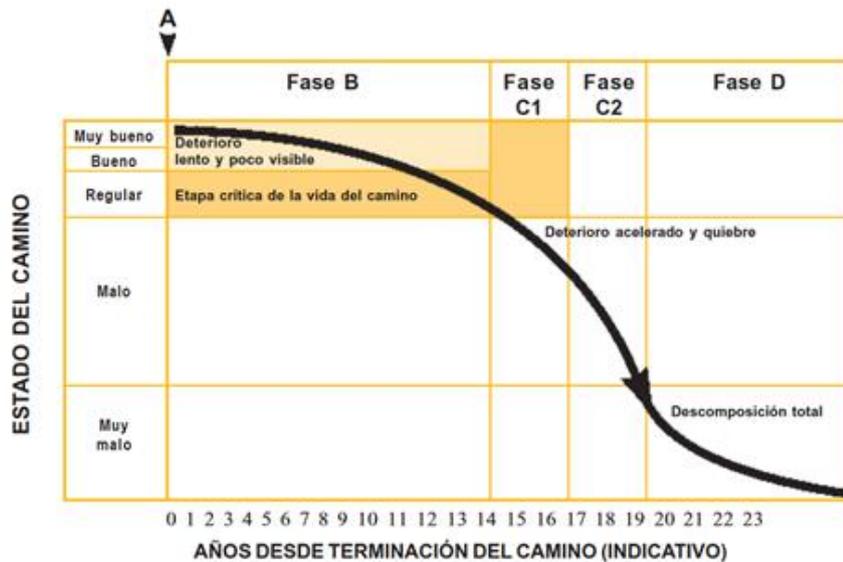
El deterioro de las carreteras se produce gradualmente. Comienza de forma lenta e imperceptible, luego se deteriora rápidamente hasta llegar a la desintegración total, alcanzando un punto crucial en el que su estado deja de ser satisfactorio (Menéndez, 2003).

Se ha analizado que en función de sus asignaciones presupuestarias constantemente bajas, los organismos delegados de la conservación los caminos sólo se concentran en componer las alteraciones de emergencia o las más graves o evidentes. Este planteamiento de trabajo provoca velozmente la sumatoria de retrasos y, a medio plazo, hace necesaria la rehabilitación o reconstrucción de las carreteras, lo que significa un crecimiento del valor y perjudica la existencia de los países del primer mundo (Menéndez, 2003).

En consecuencia, los caminos en Latinoamérica y otros continentes están sujetos a un ciclo fatal debido a sus características que se evidencian en la figura 1:

**Figura 1**

*Comportamiento de una vía sin mantenimiento*



*Nota.* Fuente: (Menéndez, 2003).

### **Fase A: Construcción**

Una carretera puede estar en buen estado o no. En cualquier caso, entra en funcionamiento el mismo día del acto de inauguración, o en cuanto terminan las obras. Ahora mismo, la carretera está en perfectas características que complacen a todos los usuarios (Menéndez, 2003).

### **Fase B: Desgaste tardío y poco visible**

Con el tiempo, la carretera se va deteriorando progresivamente, sobre todo su calzada, pero también en sus elementos estructurales. Hay otros elementos que contribuyen a este desgaste, además de la cantidad de vehículos pesados y ligeros que la recorren. No obstante, las propiedades de la construcción inicial también influye en la rapidez con que se desgasta (Menéndez, 2003).

### **Fase C: Desgaste apresurado**

El firme y otras partes de la carretera se «desgastan» tras muchos años de uso. La carretera experimenta un creciente estado de deterioro durante el cual pierde su capacidad para soportar el tráfico de vehículos. A estas alturas, los consumidores siguen pensando que el camino es bastante robusto y que su estructura esencial no ha cambiado. Sin embargo, esto no es cierto. La fase C se alcanza cuando el deterioro de la superficie se hace más notorio y la estructura fundamental empieza a fallar, lo cual es lamentablemente invisible. Dicho de otro modo, es factible determinar que se está perjudicando a la estructura subyacente de la carretera cuando existen defectos perceptibles y graves en el firme (Menéndez, 2003).

### **Fase D: Desgaste final**

La fase final de la vida de una carretera es la avería completa, que puede durar años. En esta fase, en comparación con el nivel anterior, la conducción se vuelve extremadamente difícil, la velocidad del tráfico disminuye drásticamente y la extensión de la carretera se reduce drásticamente. Las llantas, los ejes, los amortiguadores y el chasis de los coches se desgastan. En general, tanto el número de accidentes graves como los costes de funcionamiento de los vehículos aumentan considerablemente. Sólo unos pocos camiones y otros vehículos especiales siguen pudiendo pasar; los coches ya no (Menéndez, 2003).

En Ecuador y Chimborazo existen muchas carreteras que tienen estos ejemplos de vías que están en descomposición Total, llegando a esta fase y notándose por los transportistas que sus vehículos se dañan y sus tiempos en las carreteras aumentan reflejándose en la economía del lugar y la sociedad.

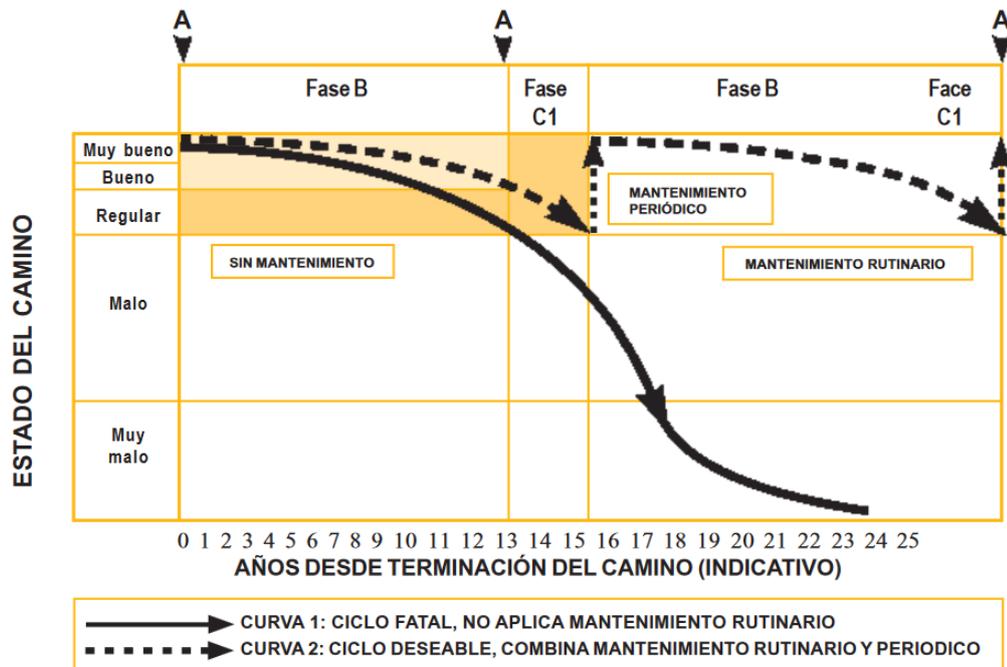
#### **2.3.4 *Periodo de Vida Ansiado***

El curso del periodo de desempeño sin mantenimiento se denomina «nefasto», ya que hace que la carretera se deteriore por completo, pero con manejo de una programación de

conservación adecuado, la carretera debe conservarse con un margen aceptable de desgaste, tal cual está en la Figura 2 a continuación (Menéndez, 2003).

**Figura 2**

*Limitación de la vía sin conservación*

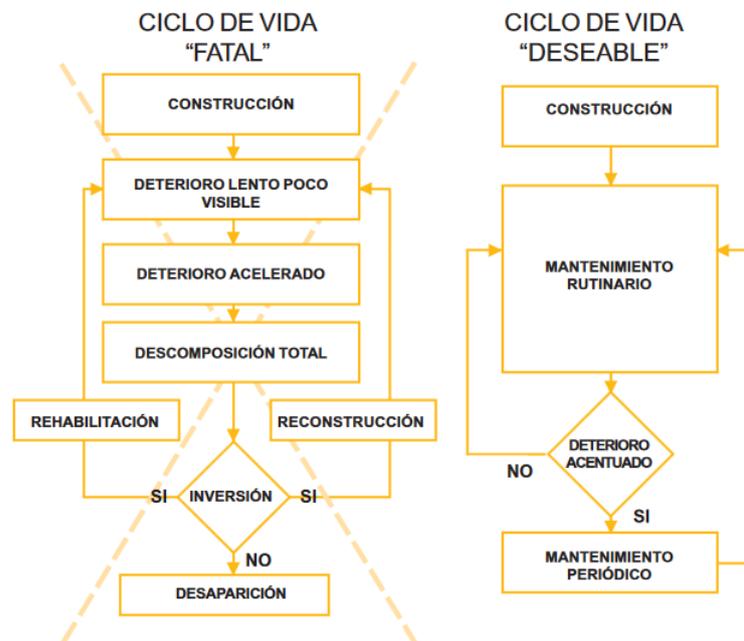


*Nota.* Fuente: (Menéndez, 2003).

En el diagrama de flujo que figura a continuación se representa una carretera con trabajos de mantenimiento y otra sin ellos. Es evidente que la ausencia de mantenimiento regular acaba por deteriorar completamente la carretera, mientras que la conservación habitual solo necesita trabajos de reparación periódicos a intervalos predeterminados, como se ilustra en la figura 3 (Menéndez, 2003).

**Figura 3**

*Esquema de la etapa “deplorable” y “recomendable”*



*Nota.* Fuente: (Menéndez, 2003).

La conservación rutinaria de los caminos es una inversión importante que puede ayudar a alargar la vida útil de los caminos y a mejorar su seguridad y eficiencia.

Las autoridades competentes deben crear planes de mantenimiento vial que incluyan estrategias de conservación rutinaria. Los usuarios de las vías, las comunidades locales y las empresas privadas deben participar en la creación de estos planes (Menéndez, 2003).

El mantenimiento rutinario es una responsabilidad compartida entre las autoridades competentes, los usuarios de las vías y las empresas privadas.

### 2.3.5 *Deterioro de los Pavimentos Flexibles*

De acuerdo con Vargas et al., (2017), Es crucial planificar un programa de conservación propicio que mantenga a entera satisfacción su desempeño, ya que el deterioro se debe a los ciclos de carga sobre el pavimento, que dan lugar a un agotamiento mecánico, al

daño estructural de la carpeta asfáltica y a factores ambientales como la humedad, temple y varias características que no se tuvo en cuenta durante el proyecto.

## 2.4 Calificación de la Capacidad Funcional del Pavimento

La valoración del funcionamiento de la estructura de la vía tiene por meta identificar y cuantificar las deficiencias funcionales del pavimento. Estas deficiencias son aquellas que influyen desfavorablemente al servicio, confianza y costos del beneficiario.

### 2.4.1 *Índice de Condición del Pavimento (PCI)*

Es un procedimiento para valorar de manera objetiva la estructura del pavimento tanto flexible como rígido. Es fácil de implementar y actualmente es la mejor opción. Además, como se muestra en la Tabla 2, no requiere instrumentos o practicas destructivas.

**Tabla 2**

*Nivel de calificación de PCI*

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>
100-86	Excelente
85-71	Muy bueno
70-56	Bueno
55-41	Regular
40-26	Malo
25-11	Muy Malo
10-0	Fallado

*Nota.* Fuente :(Varela, 2002).

A continuación, calculamos el alcance sobre el terreno utilizando los datos del PCI, lo que nos permitió determinar los métodos de intervención adecuados. El cuadro 3 muestra los detalles como sigue:

**Tabla 3**

*Recomendaciones según la calificación PCI*

<b>Rango</b>	<b>Clasificación</b>	<b>Intervención</b>
100-71	Bueno	Mantenimiento
31-70	Regular	Rehabilitación
0-30	Malo	Construcción

*Nota.* Fuente: (ASTM D 6433-07, 2007)

La carretera debe separarse en tramos para el trabajo de campo en función del tipo de obra, pero nunca deben ser mayores de  $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$ . En estas secciones debe tenerse en cuenta el tipo de firme utilizado en la construcción de la carretera.

El PCI es un método que consiste en inspeccionar visualmente el pavimento para determinar su estado y examinar el daño, proporción y magnitud de todas las fallas. Sin embargo, es importante seguir una metodología adecuada, ya que no requiere mucha implementación ya que se evalúa indirectamente (Kumble et al., 2020).

#### **2.4.1.1 Piel de Cocodrilo.**

Humpiri Pineda (2015) las describe como un conjunto de fracturas interconectadas que en su mayoría tienen un diámetro medio inferior a 30 centímetros y forman pequeños polígonos irregulares con ángulos agudos. Una vez que se aplica una carga al pavimento, el agrietamiento empieza en la parte inicial del espesor asfáltico lo cual provoca que las fuerzas de tracción y las distorsiones estarían en su máximo potencial.

Los grados de gravedad incluyen:

- L: Fisuras longitudinales del grosor de un pelo que discurren paralelas entre sí pero no tienen conexión.
- M: Las grietas se unen para crear una codificación de red.
- H: La codificación de grietas interconectadas que abarcan amplias franjas de espacio hacen que el tráfico las evite o ponen en peligro la estabilidad del pavimento.

#### **2.4.1.2 Exudación.**

Se trata de una sustancia bituminosa pegajosa, brillante y reflectante que surge espontáneamente en la zona del pavimento. La ausencia de huecos, demasiado asfalto en la mezcla y demasiado material de sellado asfáltico son sus principales causas (Rodríguez Velásquez, 2009).

#### **2.4.1.3 Agrietamiento en Bloque.**

Estas fisuras interconectadas, que pueden aparecer sólo en regiones sin tráfico, dividen el pavimento en trozos aproximadamente rectangulares. Las dimensiones de los bloques oscilan entre 0,30 m x 0,30 m y 3,0 m x 3,0 m. Sus fuentes principales son la contracción del hormigón asfáltico y las fluctuaciones diarias de temperatura. La piel de cocodrilo sólo se encuentra en regiones donde hay cargas de vehículos frecuentes porque, a diferencia de los bloques, es el resultado de cargas de tráfico repetitivas (Corro, Maylin - Urbaez, 2012).

#### **2.4.1.4 Abultamiento (Bumps) y Hundimiento (Sags).**

Los pequeños desplazamientos hacia arriba del pavimento se conocen como abombamientos. No deben confundirse con los desplazamientos resultantes de un suelo inestable (Varela, 2002).

#### **2.4.1.5 Corrugación.**

Estas deformaciones, que distan menos de tres metros entre sí y se encuentran en un modelo desigual perpendicular con al flujo de tráfico, deben repararse de inmediato (Rodríguez, Thenoux, & González, s/f).

#### **2.4.1.6 Depresiones.**

Degradación provocada por la filtración de agua a través de grietas con un sellado inadecuado y el peso vehicular, que asientan el espesor del pavimento (Rodríguez Velásquez, 2009).

#### **2.4.1.7 Grieta de Borde.**

Este defecto se caracteriza por el deterioro del borde del pavimento, que da lugar a irregularidades y deteriora gradualmente el interior de la carretera. Pueden producirse en un trecho de 30 y 69 cm del filo del pavimento, y suelen crearse en paralelo al eje de la carretera (Varela, 2002).

#### **2.4.1.8 Grieta de Reflexión de Junta.**

Sólo los suelos asfálticos construidos sobre pavimentos rígidos son susceptibles de sufrir este daño. No se incluyen las fisuras por reflexión de bases de distinto tipo (como las de cal o cemento estabilizado). La causa principal de estas fisuras es el movimiento provocado por los cambios climáticos en el pavimento rígido situada bajo la superficie de hormigón asfáltico. No obstante, el hormigón asfáltico próximo a una grieta puede agrietarse debido a las cargas del tráfico; esta afectación no está vinculado con el peso sobre la vía. Se considera que la fractura está desconchada si el pavimento se rompe a lo largo de ella. Para diagnosticar este daño, es útil conocer las medidas de la losa que se encuentra debajo de la parte superior de hormigón asfáltico (Zaini Miftach, 2018).

#### **2.4.1.9 Desnivel Carril/ Berma.**

La causa de las cotas diferentes entre la berma y la carretera es la consolidación del suelo, los asentamientos secundarios o las fallas geológicas que no se tuvieron en cuenta en el análisis preliminar del proyecto (Zaini Miftach, 2018).

#### **2.4.1.10 Grietas Longitudinales y Transversales.**

Las aberturas transversales discurren perpendiculares al eje vial, mientras que las longitudinales lo hacen paralelamente. Las variaciones climáticas, que provocan la dilatación y contracción de la capa asfáltica, son las causas más frecuentes de este fallo. También se producen cuando la temperatura desciende considerablemente o supera los 30 grados

centígrados. Este problema también surge cuando se utilizan ligantes muy pobres o endurecidos (Kumble et al., 2020).

#### **2.4.1.11 Parcheo.**

Pequeños agujeros o cavidades en el pavimento causados por la separación de pequeñas placas o trozos del elemento que constituye el área del apoyo; no están relacionados con el agrietamiento ni con otros efectos estructurales. Estas cavidades suelen tener un diámetro inferior a 15 cm y una profundidad no superior a 15 o 20 mm. Se denominan «baches» a medida que alcanzan mayores longitudes y/o profundidades (Irigoyen & Simo, 2016).

#### **2.4.1.12 Pulimento de Agregados.**

La capacidad de adherencia proporcionada por la superficie de rodadura se reduce significativamente cuando los áridos incluidos en las capas de rodadura están pulidos o pierden micro textura superficial. Esto ocurre porque los áridos son menos capaces de romper la fina capa de agua que permanece en la superficie (Avance, 2005).

#### **2.4.1.13 Huecos.**

Comúnmente conocidos como baches, son fallos estructurales o defectos en el pavimento que pueden incluso provocar accidentes de tráfico.

#### **2.4.1.14 Cruce de Vía de Férrea.**

Se trata de desperfectos que se desarrollan en el espacio entre o alrededor de los carriles por los que se extiende el cemento asfáltico; deterioran gravemente el material y es necesario parchearlos de inmediato (Puga, 2018).

#### **2.4.1.15 Ahuellamiento.**

Una de las principales formas en que se dañan las capas asfálticas en los sistemas de pavimentos flexibles y semirrígidos es a través del fenómeno de las roderas. Este fenómeno se caracteriza por la deformación vertical persistente que se produce en el pavimento como

consecuencia del paso de los coches una y otra vez. Esto conduce a la producción de pequeñas depresiones longitudinales a través de la trayectoria del tránsito (Rondón, Reyes, González, & Vásquez, 2012).

#### **2.4.1.16 Desplazamiento.**

Los desplazamientos de la combinación producen distorsiones en las zonas conocidas como desplazamientos del pavimento, que dan lugar a deslizamientos longitudinales persistentes que crean «cordones» laterales. El peso del tránsito que cargan en el pavimento y crean ondas breves y agudas en su superficie -especialmente en pavimentos fabricados con la combinación asfálticas fluidas volátiles- suelen ser el origen de estas averías (Rodríguez Velásquez, 2009).

#### **2.4.1.17 Grieta Parabólica.**

Las hendiduras con figuras a una media esfera que aparecen perpendiculares al curso del tráfico se conocen como grietas parabólicas o de deslizamiento. Pueden ser provocadas tanto por un frenado vehicular o falla en la adherencia de las capas del pavimento (Rodríguez Velásquez, 2009).

#### **2.4.1.18 Hinchamiento.**

La hinchazón es la elevación o abombamiento localizado en la zona del pavimento que provoca la distorsión del perfil topográfico vial. Suele adoptar la forma de una propagación ondular amplia y constante con secciones superiores a los 3 m. El crecimiento del suelo de cimentación y la congelación de los elementos de la sub rasante son las causas principales de este tipo de fallo (Rodríguez Velásquez, 2009).

#### **2.4.1.19 Desprendimiento de Agregados.**

Puga (2018) explica que es la rotura del pavimento flexible causado por cargas excesivas y un mantenimiento deficiente, que se proclama como la desintegración del material pétreo que es parte de la estructura. Los sitios más habituales para que se originen

estos percances son las carreteras costeras o lugares con temperaturas variables durante todo el año.

## **2.5 Registro Vial**

Podemos identificar las carreteras que son parte del entramado vial, así como sus elementos individuales y su estado de conservación, mediante una técnica denominada inventario de carreteras. Además, los datos del inventario nos permiten determinar la ubicación de los elementos primarios y las construcciones que componen la carretera, así como su estado y la necesidad de obras particulares (Menéndez, 2003). En el inventario de carreteras, que debe realizarse cada dos años para evaluar cómo ha cambiado el estado de la carretera, deben incluirse los siguientes componentes.

### **2.5.1 Datos Generales**

En esta sección se documenta la información general sobre la carretera, incluida su ubicación con coordenadas, las poblaciones vecinas, el tráfico, la fecha del inventario. (Menéndez, 2003).

### **2.5.2 Características de la Vía**

En este punto, la atención se centra en los atributos físicos de la ruta, como su pendiente y la existencia de fuentes de agua y canteras que faciliten la adquisición de los componentes necesarios para la reclamación. También se incluyen en esta sección las ubicaciones de desprendimientos futuros o existentes (Menéndez, 2003).

### **2.5.3 Pavimentos**

En Esta sección enumera las particularidades del pavimento, incluida su anchura, bombeo, tipo de material y lo más importante su capacidad para identificar defectos en la superficie de la carretera (Menéndez, 2003).

#### 2.5.4 *Drenajes*

Ahora se conoce la localización de las estructuras hidrológicas, así como una indicación de su grado de conservación. Esta información puede utilizarse para determinar si hay suficientes obras de este tipo y cuánto trabajo es necesario para mantenerlas en buen estado (Menéndez, 2003).

#### 2.5.5 *Diagrama Vial*

Es necesario elaborar un diagrama o representación gráfica de la red de carreteras que muestre la ubicación del segmento que hay que inventariar. La existencia de núcleos de población y la ubicación de una carretera en una zona determinada pueden visualizarse fácil y claramente utilizando este tipo de información gráfica (Menéndez, 2003).

### **3 Capítulo 3**

#### **Diseño Metodológico**

#### **3.1 Perspectiva de la Investigación**

El método es cuantitativo porque establece un plan punto por punto de cómo se va a emplear y porque recoge y analiza datos para verificar la hipótesis mediante hojas de cálculo.

#### **3.2 Diseño de la Investigación**

Dado que la variable independiente no está bajo el control del investigador, el estudio no es experimental. En su lugar, los datos se procesan mediante programas informáticos y observación directa para obtener información cuantificada numéricamente. Del mismo modo, como los fundamentos de territorio se captarán ocularmente y se registrarán una ocasión, la investigación es de tipo transversal basada en el tiempo y la secuencia del estudio.

##### **3.2.1 Variables**

La metodología PCI, que utiliza programas informáticos para recoger datos, se considera la variable independiente en esta tesis. Es una variable cualitativa porque no se puede medir numéricamente, sino que es discreta y sigue un rango de niveles, siete, entre los intervalos de clasificación de 0 a 100, de excelente a deficiente, respectivamente. El estado de conservación de los firmes se considera la variable dependiente.

##### **3.2.2 Organización de Variables**

La organización de las variables se demuestra en la tabla 4 y 5.

**Tabla 4***Variables Dependientes*

<b>VARIABLE DEPENDIENTE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Estado de conservación del pavimento	Clasificación de la vía	Índice de condición del pavimento	Manual de Carreteras MTC, software

*Nota.* Fuente: Propia

**Tabla 5***Variables Independientes*

<b>VARIABLE INDEPENDIENTE</b>	<b>INDICADORES</b>	<b>INDICES</b>	<b>INSTRUMENTOS</b>
Metodología PCI utilizando software	Parámetros de evaluación, Condición del pavimento	Clase, severidad, Hallar el PCI, Escala PCI	Formato de Evaluación

*Nota.* Fuente: Propia

Antes de desarrollar esta investigación, se obtuvo un estudio de las actuales técnicas internacionales de investigación y evaluación del comportamiento de los firmes. Para la elección de ésta se tuvieron en cuenta los recursos actuales de la provincia. Una vez establecida una técnica de funcionamiento para el enfoque elegido, que facilita su aplicación, se utilizó la carretera.

### **3.3 Modalidades de Investigación**

Dado que esta investigación tiene un objetivo práctico, la exploración se utiliza para abordar una cuestión bien establecida y reconocida. El objetivo de este estudio es calificar el pavimento mediante inspección ocular y recoger de datos. Se empleará un procedimiento sistemático para diagnosticar las condiciones superficiales y estructurales del pavimento flexible utilizando la metodología PCI específica de la zona investigada. La metodología es de naturaleza cuantitativa, ya que establece un plan paso a paso para su avance y emplea estrategias y procedimientos de recopilación de fundamentos que permiten comprobar la hipótesis mediante mediciones numéricas.

#### **3.3.1 *Investigación Teórico Documental***

Posada-González (2017) afirma que la investigación del documento asegura la creación de componentes que mejoran el perfil crítico documental presente y la adición de nuevos conocimientos. También facilita el éxito con menos desaciertos y facilita la comprensión de la investigación sobre cualquier asunto, año o ensayista. Comenzamos el proceso buscando material sobre evaluación de carreteras mediante la técnica PCI. Buscamos en libros, estatutos, normas actualizadas, publicaciones científicas indexadas y tesis de maestría.

#### **3.3.2 *Investigación Empírico de Campo***

La indagación de campo se lleva a cabo en el lugar donde se producen los hechos sin modificar intencionadamente las variables. La indagación no experimental consiste en estudiar fenómenos mirándoles en su entorno natural. (Sampieri, Collado y Lucio, 2013). Los datos de campo para este estudio se recopilaron con dice la norma ASTM D6433. Esta norma específica un proceso uniforme para evaluar el Índice de Estado del Pavimento (PCI), que implica determinar y analizar los tipos de fallos presentes en las secciones investigadas.

### 3.4 Nivel de Investigación

Dado que el estudio recoge y analiza datos e información de unidades de muestreo - que se caracterizan en la evaluación de la superficie en función de factores como el tipo, el nivel de gravedad y la extensión-, es de naturaleza descriptiva. Combinando la observación directa y el procesamiento de datos, la investigación intenta caracterizar los rasgos y datos de los numerosos tipos de fallo que existen en el pavimento examinado. El resultado final es una información que servirá de guía para un plan de mantenimiento de la región estudiada.

### 3.5 Metodología de Muestreo

#### 3.5.1 *Definición de la Dimensión de la Unidad de Muestreo.*

Como puede observarse en el cuadro 6, el método del pavimento flexible exige un espaciamiento por debajo a los 7,30 m y una superficie de magnitud de muestreo comprendida entre 230,0 y 93,0 m<sup>2</sup> (Varela, 2002).

**Tabla 6**

*Determinación de la dimensión de muestra*

ANCHO DE CALZADA (m)	LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

*Nota.* Fuente: (Varela, 2002).

#### 3.5.2 *Obtención del porcentaje Mínimo de cantidades de Muestreo.*

La sección del pavimento que debe inspeccionarse puede ser tan grande que involucre muchas unidades, lo que significa que llevará mucho tiempo y dinero inspeccionarla. Por lo tanto, utilizando la ecuación (1), que arroja una tasación de la verdadera media PCI±5 con

una fiabilidad del 95%, es necesario obtener el menor número de muestras (Varela, 2002).

### **Ecuación 1**

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

Donde:

n: Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

e: Error admisible en la estimación del PCI de la sección (e = 5 %).

$\sigma$ : Desviación estándar del PCI entre las unidades.

El método indica que cuando el número mínimo de unidades a evaluar es menor que 5, todas las unidades deben ser inspeccionadas.

#### **3.5.3 Elección de cada muestra a Considerar en la indagación Visual.**

Se aconseja que las unidades seleccionadas se elijan aleatoriamente por primera vez y que se distribuyan uniformemente a lo largo del segmento de pavimento, según Varela (2002). Este método, denominado «sistema aleatorio», se explica en los pasos siguientes:

- a) Medición del intervalo del ejemplar (i)
- b) La primera unidad se escoge aleatoriamente y el intervalo del ejemplar i.

Añada unidades de muestreo adicionales a su selección. El principal impedimento del estudio al azar es la eliminación de la necesidad de examinar y evaluar determinadas unidades de muestreo gravemente dañadas. Además, es probable que en el muestreo aleatorio se incluyan inadvertidamente unidades de muestreo rotas. Para impedir, los elementos de muestreo atípicas se debe detallar transcurriendo la inspección y verificar como «unidades adicionales», en lugar de como unidades «representativas o aleatorias» (Varela, 2002).

### 3.5.4 *Evaluación de la Condición del Pavimento por Inspección Visual*

La fuente, el alcance y la magnitud de la severidad descubiertas en cada sección de ejemplar se miden conforme al manual del PCI, y los datos se registran utilizando las tablas especificado en el procedimiento.

Se utilizó el Software de Excel para realizar una plantilla en cual siguiendo los pasos del método PCI y guiados con la Norma ASTM D6433, establecemos el número de falla del pavimento.

## 3.6 **Método para la sistematización e Interpretación de información**

Para elaborar esta investigación se realizó un análisis de las actuales técnicas internacionales de investigación y evaluación del comportamiento de los firmes. Para la elección de ésta se tuvieron en cuenta los recursos financieros actuales de la provincia. El enfoque elegido se aplicó en los tramos de carretera de Juntas pertinentes tras presentar una técnica de trabajo que simplificaba su uso.

### 3.6.1 *Obtención del PCI del muestreo*

Los «VD» de cada deterioro, en función de las cuantías y gravedades declaradas, son la base para el cómputo del PCI. A continuación se indican los procedimientos que deben seguirse al realizar el cálculo manual (Varela, 2002):

#### **3.6.1.1 Cálculo de los Valores Deducidos.**

- Sume el conjunto de modelos de daños y niveles de gravedad e introduzca el total en la columna TOTAL del formulario PCI-01. Según el tipo de severidad, puede cuantificarse por número, superficie o longitud (Varela, 2002).
- Calcule el porcentaje dividiendo la superficie total de la unidad de muestreo por la cantidad de cada clase de daño en cada nivel de gravedad. Esta es la CANTIDAD de daños en la unidad examinada en el nivel de gravedad designado (Varela, 2002).

- Empleando las curvas de «VD de Daños» incluidas al final de este documento, determinar el VD por cada fracción de deterioro y su nivel de inflexibilidad en función del tipo de firme evaluado (Varela, 2002).

### 3.6.1.2 Obtención del valor superior Admisible de VD (m).

Hay 2 circunstancias:

1. En caso de que la unidad de muestra contenga sólo uno o ningún valor deducido superior a dos, el valor deducido se utiliza para calcular el ICP, utilizando la ecuación 1 en el sitio del superior VD arreglado (CDV), como se visualiza en el caso 2..

#### Ecuación 2

$$PCI = 100 - VDT \quad (2)$$

2. La fórmula 3 se realiza para obtener el valor superior de VD si hay más de un valor deducido mayor que dos:

#### Ecuación 3

$$mi = 1.00 + 9.98 (100 - HDVi) \quad (3)$$

Donde:

*mi*: Número máximo admisible de valores deducidos para la unidad de muestreo.

*HDVi*: Mayor valor deducido individual para la unidad de muestreo *i*.

El número de valores individuales deducidos se reduce a *m*. Si se dispone de menos valores deducidos que *m* se utilizan todos los que se tengan.

### 3.6.2 Valor Deducido Corregido (VDC):

- a) Liste los valores deducidos individuales de mayor a menor.
- b) Determine el "valor deducido total", sumando todos los valores deducidos individuales.

- c) Determine el número de valores deducidos mayores que 2.0, que se identifica por la letra q.
- d) Determine el VDC entrando con el valor de q y VDT en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento que presenta el método PCI.
- e) Reduzca a 2.0 el menor de los valores deducidos individuales que sea mayor que 2.0 y repita el proceso desde el inciso (a) hasta que “q” sea igual a 1.
- f) Una vez obtenidos todos los valores de VDC, se tomará el mayor valor (VDCmáx) para el cálculo del PCI en la unidad de muestreo. Para ello se aplica la ecuación 4:

**Ecuación 4**

$$PCI = 100 - VDCmáx \quad (4)$$

**3.6.3 Evaluación del PCI de un Tramo de Pavimento**

Posibles 3 episodios:

- I. El valor final del PCI, si se han utilizado todas las unidades de muestreo para calcular el PCI de la fracción de firme, será la media de los PCI determinados para cada sección expuestas, como se indica en la ecuación 5:

**Ecuación 5**

$$PCI = \frac{\sum_i^n PCI_i}{n} \quad (5)$$

- II. El PCI de la fracción de firme será la media de los PCI evaluados de cada sección expuesta, si se aplicó el procedimiento de muestreo, se eligieron las unidades al azar y no se recogieron más muestras.
- III. El PCI final se realiza con la ecuación 6 si se ocupó muestras extras:

**Ecuación 6**

$$PCI_s = \frac{((N - A) * PCI_R) + (A * PCI_A)}{N} \quad (6)$$

Donde:

*PCIs*: Es el PCI del fragmento del pavimento.

*PCIR*: Es la media del PCI de sus ejemplares aleatorios.

*PCIA*: Es la media del PCI de sus ejemplares adicionales.

*A*: Cifra de ejemplares adicionales estudiados.

*N*: Cifra final de ejemplares tomados.

#### 3.6.4 *Para estimar el número inicial de muestras, calcule la desviación típica y compárela con el valor inicial.*

La desviación estándar de la consideración debe estar por debajo de la tasación esperada para garantizar una estimación fiable del 95% de la PCI en el tramo investigado. Si no es así, deben inspeccionarse de nuevo las unidades adicionales elegidas al azar, procesar sus productos iguales con los de los primeros elementos diagnosticados y volver a calcular los elementos indispensables en función del VD estándar alcanzado.

La población tomada será la Carretera Guano- Juntus vía parroquial del Cantón Guano.

#### 3.6.5 *Tamaño de la Muestra*

El análisis se ha tenido en cuenta un modelo de prospección no probabilístico, ajustándose a las normas establecidas por la técnica ASTM D6433.

**Tabla 7**

*Magnitud de muestra según el ancho de calzada*

<b>ANCHO DE CALZADA (m)</b>	<b>LONGITUD DE LA UNIDAD DE MUESTREO (m)</b>
5	46
5.5	41.8
6	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

*Nota.* Fuente: (Varela, 2002)

La carretera a evaluar, que se encuentra en la comunidad de Juntas, es la muestra. Tiene 1000 m de largo y 6 m de ancho, divididos en 2 carriles. Esto nos da una superficie de 6000 metros. Teniendo en cuenta la norma, se toma una longitud de 38,3 metros, dando un resultado de 26,10 muestras.

Para evitar tener que completar todas las pruebas de un proyecto, debe realizarse un muestreo. Por este motivo, se utiliza la fórmula del número necesario de muestras (Karim, Rubasi y Saleh 2016). Tiene en cuenta un desacierto del  $e = 5\%$  y una desviación típica de  $s = 10$ , lo que da como resultado una fiabilidad del 95%, como se muestra en la ecuación 7:

#### **Ecuación 7**

$$n = \frac{Nx\sigma^2}{\frac{e^2}{4}x(n-1) + \sigma^2} \quad (7)$$

$$n = \frac{26.10x10^2}{\frac{5^2}{4}x(26.10-1) + 10^2}$$

$$n = 10.16$$

Se procede con el cómputo de la separación cada muestra tomada con la ecuación 8:

#### **Ecuación 8**

$$i = \frac{N}{n} \quad (8)$$

$$i = 26.1/10.16$$

$$i = 2.56$$

### 3.6.5.1 Selección de Tramos a Ser Evaluados.

**Tabla 8**

*Número de tramos a ser evaluados*

<b>Nro.</b>	<b>Tramos</b>
1	0+000 a la 0+38.3
2	0+098 a la 0+136
3	0+196 a la 0+235
4	0+295 a la 0+333
5	0+393 a la 0+431
6	0+492 a la 0+530
7	0+590 a la 0+628
8	0+688 a la 0+727
9	0+787 a la 0+825
10	0+885 a la 0+924

*Nota.* Fuente: Propia

### 3.6.5.2 Selección de Unidad de Muestreo Adicional.

En la guía explica que se tiene que revisar la vía y según sea el caso adicionar muestras que no son tomadas en cuenta y que posiblemente estén en mal estado. Una vez revisada la vía no se toma en cuenta ningún otro tramo ya que la vía tiene similitud en todos los tramos lo cual no causa perjuicio en la decisión final.

### 3.7 Evaluación de un Tramo para Ejemplo

Para este ejemplo se tomó el tramo de la abscisa 0+688 – 0+727 y conforme al ASTM-D6433-07 se realizó la hoja de cálculo para determinar el PCI local y luego realizar el PCI global para determinar qué tipo de mantenimiento realizar.

Figura 4

Hoja de cálculo para determinar el PCI local.

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO																																	
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN																																	
DIRECCIÓN DE POSGRADO																																	
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)																																	
VIA:	VIA JUNTUS - GUANO				TRAMO:	0+688 - 0+727																											
FECHA:	19 DE DICIEMBRE DEL 2023				SECCION:	6 METROS - 2 CARRILES																											
TIPO:	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE				AREA:	234																											
1.- PIEL DE COCODRILO			8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- AHUELLAMIENTO																											
2.- EXUDACION O SANGRADO			9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA			16.- DESPLAZAMIENTO																											
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA																											
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO			11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P			18.- PROTUBERANCIA																											
5.- CORRUGACION			12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS																											
6.- DEPRESIONES			13.- HUECOS																														
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE			14.- CRUCE DE FERROCARRIL																														
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD		GRAFICO																									
LOW	Baja	L	$n=(N \times \sigma^2)/(e^2/4 \times (n-1) + \sigma^2)$	$i=N/n$	$i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV$																												
MEDIUM	Media	M																															
HIGH	Alta	H																															
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES																																	
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL																											
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	7	1		7																											
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	L	3	2		6																											
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	5			5																											
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	12			12																											
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	M	10			10																											
13.- HUECOS	m2	L	1.5	1.5		2.25																											
VALORES DEDUCIDOS																																	
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDA D d%	VD	q																											
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	7	2.991	20	6																											
13.- HUECOS	m2	L	2.25	0.962	20																												
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	12	5.128	4																												
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	5	2.137	7																												
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	M	10	4.274	10																												
12.- AGREGADOS PULIDOS	m	H	6	2.564	3																												
Numero de valores deducidos mayores a 2					numero maximo de VD	m	8.3																										
CALCULO PCI																																	
VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC																								
1	20	20	10	7	4	3	64	6	28																								
2	20	20	10	7	4	2	63	5	31																								
3	20	20	10	7	2		59	4	33																								
4	20	20	10	2			52	3	34																								
5	20	20	2				42	2	32																								
6	20	2					22	1	22																								
							PCI= (100- Max VDC)/5																										
							Max. VDC	34																									
							PCI	66																									
							CLASIFICACION																										
							BUENO																										
							<table border="1"> <thead> <tr> <th>Rango</th> <th>Clasificacion</th> <th>COLOR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>100-85</td> <td>Excelente</td> <td></td> </tr> <tr> <td>84-70</td> <td>Muy Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>69-55</td> <td>Bueno</td> <td></td> </tr> <tr> <td>54-40</td> <td>Regular</td> <td></td> </tr> <tr> <td>39-25</td> <td>Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>25-10</td> <td>Muy Malo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>10-0</td> <td>Fallo</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>			Rango	Clasificacion	COLOR	100-85	Excelente		84-70	Muy Bueno		69-55	Bueno		54-40	Regular		39-25	Malo		25-10	Muy Malo		10-0	Fallo	
Rango	Clasificacion	COLOR																															
100-85	Excelente																																
84-70	Muy Bueno																																
69-55	Bueno																																
54-40	Regular																																
39-25	Malo																																
25-10	Muy Malo																																
10-0	Fallo																																

Nota. Fuente: Propia

### 3.8 Proceso de la Hoja de Cálculo PCI

#### 3.8.1 *Inventario de Tipo de Fallas*

En este paso se pudo observar que en el tramo de la vía hay 6 tipos de fallas los cuales fueron cuantificados y colocados en la hoja de cálculo ya sean en metros o metros cuadrados según lo disponga la norma ASTM D6433-07 como se demuestra en la tabla 9:

**Tabla 9**

*Registro de errores actuales*

TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	7	1		7
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	L	3	2		6
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	5			5
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	12			12
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	M	10			10
13.- HUECOS	m2	L	1.5	1.5		2.25

*Nota.* Fuente: Propia

#### 3.8.2 *Cálculo de Valores Deducidos*

A continuación, hallamos los tipos de fallas y se incrementan conforme su ejemplar y rigor para luego concluir la densidad de cada uno de ellos con respecto al área total de este ensayo.

Con esos datos se determina el VD con el apoyo del ábaco de curvas para pavimentos asfálticos en el que se interseca la densidad de cada falla con la severidad de cada uno de ellos y se localiza el valor deducido como se demuestra en la tabla 10.

**Tabla 10***Valores Deducidos*

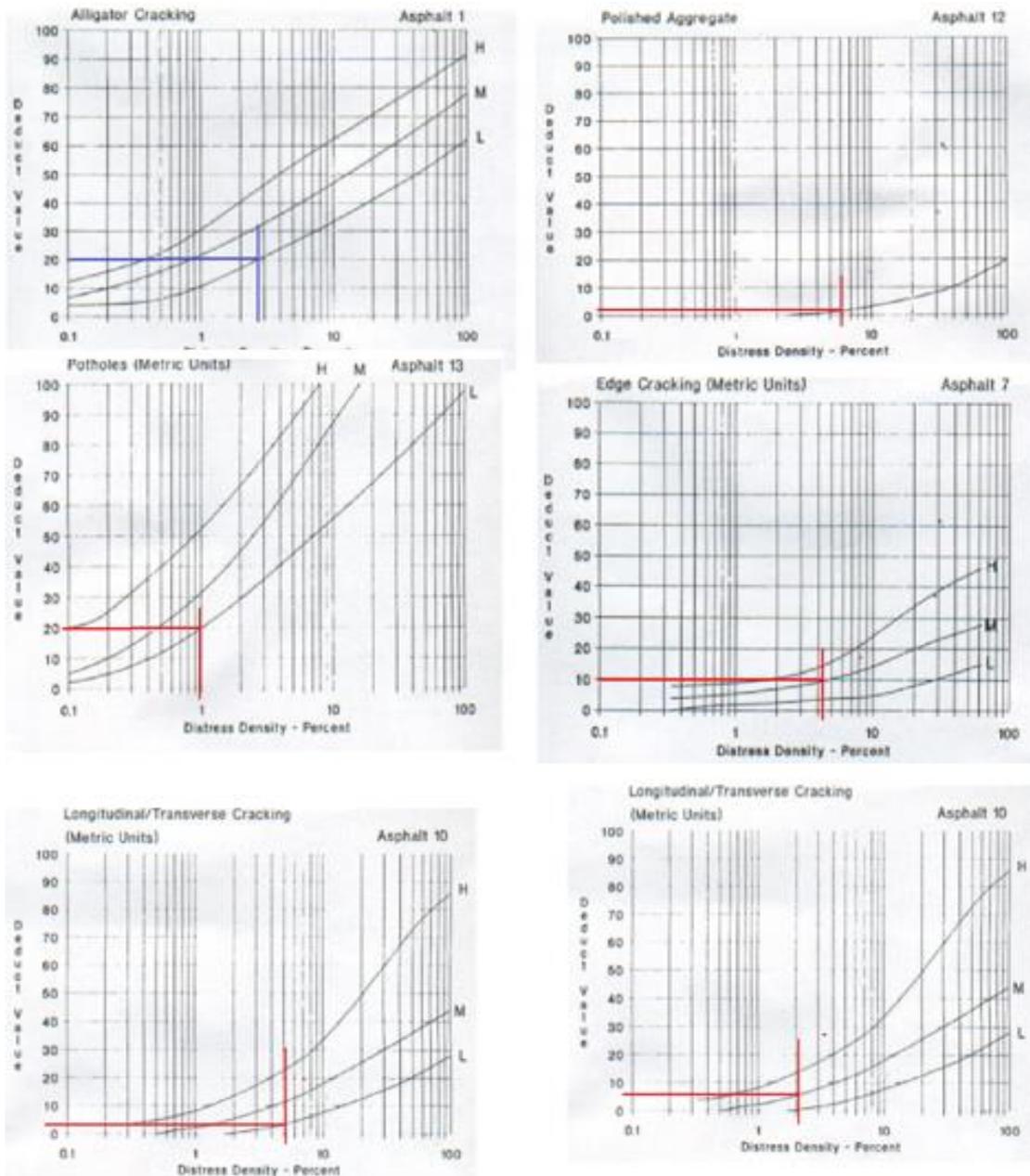
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDAD d%</b>	<b>V D</b>	<b>q</b>
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	7	2.991	20	6
13.- HUECOS	m2	L	2.25	0.962	20	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	12	5.128	4	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	5	2.137	7	
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	M	10	4.274	10	
12.- AGREGADOS PULIDOS	m	H	6	2.564	3	
NUMERO DE VALORES DEDUCIDOS MAYORES A 2				NÚMERO MÁXIMO DE VD	m	8.3

*Nota.* Fuente: Propia

Para este ensayo se utilizaron los siguientes ábacos como se visualiza en la figura 5:

**Figura 5**

*Ábacos para el cálculo de valor deducido*



*Nota.* Fuente: (Varela, 2002)

Una vez definitivo los VD se deduce el número máximo de VD con la fórmula que explica norma para determinar cuántos valores se toman para el cálculo del PCI, en este caso

dio 8.3. La norma de igual manera dice que solo se tomaran los VD que sean superiores a 2 y en este caso solo hay 6 valores que se pueden utilizar como se demuestra en la tabla 11.

**Tabla 11**

*Cálculo de PCI con los valores deducidos*

	<b>VALORES DEDUCIDOS</b>	<b>VDT</b>	<b>q</b>	<b>VDC</b>
1	20 20 10 7 4 3	64	6	28
2	20 20 10 7 4 2	63	5	31
3	20 20 10 7 2	59	4	33
4	20 20 10 2	52	3	34
5	20 20 2	42	2	32
6	20 2	22	1	22

$$PCI = (100 - \text{Max VDC}) / 5$$

Max. VDC 34

PCI 66

CLASIFICACION

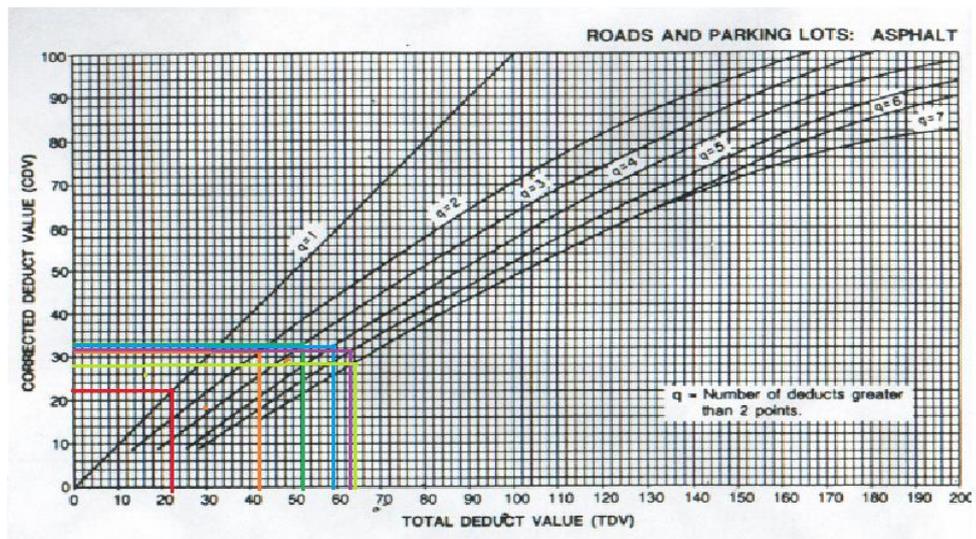
BUENO

*Nota.* Fuente: Propia

Para el último paso se realiza de forma descendente de superior a inferiores los valores en forma de pirámide y se completan con el número 2, después se realiza la sumatoria de cada fila y se coloca el número de q de mayor a menor, esos valores sirven para colocar en el ábaco de valor de deducción corregido como se demuestra en la figura 6.

**Figura 6**

Valor de deducción corregido



Fuente: (Varela, 2002)

Con los valores obtenidos se determina el valor más alto y se calcula el PCI en el cual se verifica en que rango se encuentra para determinar que mantenimiento realizar en ese tramo.

En este caso salió un PCI de valor 66 que tiene el rango de Bueno como se demuestra en la figura 7.

**Figura 7**

Rango de clasificación de PCI

RANGO	CLASIFICACION	COLOR
100-85	EXCELENTE	
84-70	MUY BUENO	
69-55	BUENO	
54-40	REGULAR	
39-25	MALO	
25-10.	MUY MALO	
10-0	FALLO	

Nota. Fuente: (Varela, 2002)

### 3.9 Localización Geográfica del Estudio

La carretera Juntus-Guano se encuentra ubicada políticamente en Ecuador, Provincia de Chimborazo, Cantón Guano, y forma parte de la red vial rural que es competencia del Honorable GADPCH, como se representa en la Figura 8.

**Figura 8**

*Croquis de la carretera Juntus- Guano*



<b>Coordenada Inicial</b>	760759.46 m E	9822587.09 m S
<b>Coordenada Final</b>	760092.38 m E	9823435.05 m S

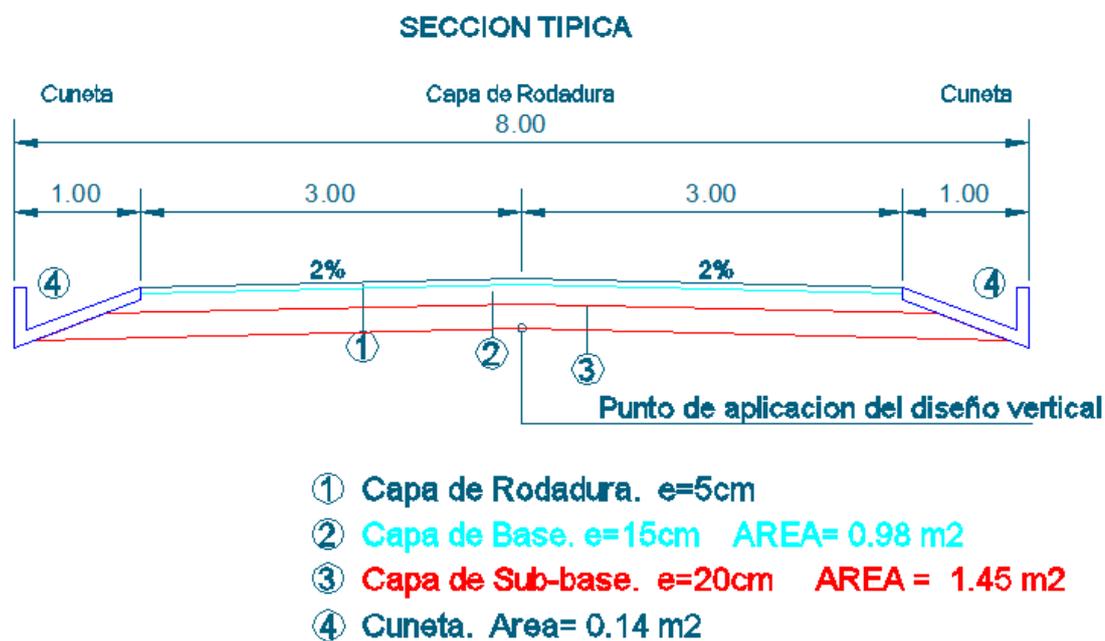
*Nota.* Fuente: (Google Earth Pro, 2022)

### 3.10 Inventario y Evaluación

Como se observa en la Figura 9, la calzada de la carretera Juntus-Guano tiene 1000 metros de longitud y 6 metros de anchura, a nivel de pavimento flexible en estado normal de conservación.

**Figura 9**

*Sección tipo de la carretera Juntas- Guano*



*Nota.* Fuente: Propia

La carretera presenta estructuras de drenaje longitudinal y es transitable (cunetas de hormigón) y transversal (Alcantarillas corrugas metálicas de 1200 mm con espesor de 2.5 mm), señalización de seguridad tanto vertical (señales de precaución y prevención) y horizontal (3 líneas en el pavimento).

Se presenta a continuación la información obtenida en estudios viales que se encuentran reposados en los archivos de obras públicas del HGADPCH como se visualiza en la tabla 12.

**Tabla 12***Características técnicas de la vía*

<b>VIA JUNTUS - GUANO</b>	
Longitud	1000 m
Clasificación vial	Tercera clase
Velocidad considerada	40 km
Radios mínimos	60
Ancho de calzada	8.00 m
Números de carriles	2 carriles
Superficie de rodadura	6.00 m
Pendiente mínima	2.00 %
Pendiente máxima	12.00 %
Bombeo	2.00 %
Peralte	6-8 %
Pavimento	Flexible en estado regular.
Espesor de base	0.10 m
Espesor de sub- base	0.20 m
Sistema de drenaje longitudinal	Cunetas de Hormigón simple de 210 kg/cm <sup>2</sup>
Sistema de drenaje transversal	Alcantarillas Metálicas corrugadas de 1200 mm, espesor de 2.5 mm.

*Nota.* Fuente: Propia

### **3.11 Estudio de Tráfico**

Del estudio realizado por el HGADPCH, con los datos Obtenidos del tráfico diario y calculando con una proyección para 20 años, la vía se tenía un TPDA de 172 veh / día, que corresponde una vía de cuarto orden - montañoso.

### **3.12 Conteo Vehicular Actual**

Para el clasificador se realizó el conteo vehicular cada 60 minutos en un formato específico. En el plazo preestablecido de siete días continuos, del 04 al 10 de diciembre de 2023, el conteo se llevó a cabo continuamente las 24 horas.

La estación elegida tenía suficiente visibilidad y cumplía con los requisitos logísticos necesarios para completar la tarea así se visualiza en las tablas del 13 al 15.

**Tabla 13***Porcentaje de composición vehicular*

LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL %
92.56	13.22	8.26	114.05

*Nota.* Fuente: Propia**Tabla 14***Trafico Observado Promedio*

LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL
112	16	10	138

*Nota.* Fuente: Propia**Tabla 15***Cuadro resumen de tráfico promedio diario anual*

LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TOTAL	FACTORES
112	16	10	138	TO
1.395	1.105	1.375		FD
1.000	1.000	1.000		FS
1.078	1.078	1.078		FM
168	19	15	202	TPDA

*Nota.* Fuente: Propia

### 3.13 Inventario de Vías Asfaltadas del Cantón Guano

Se realizó el inventario vial para verificar el número vías asfaltadas que tiene el Cantón Guano, el número de kilómetros, verificación del tipo de fallas por método visual, año de ejecución y porcentaje de daños por baches como se demuestra en la tabla 16.

**Tabla 16***Cuadro resumen del número de vías asfaltadas en el Cantón Guano*

VÍA	LONG. (Km)	AÑO DE EJECUCIO N	TIPO	EJECUT ADA	PORCENT AJE DE BACHES	OBSERVACI ÓN
LANGOS - CAPILLA	8.17	2011	ASFAL TO	HGADPC H	5%	Corte de pavimento abs: 0+200, presencia de baches ABS: 6+100, fisuras longitudinales severidad baja, se recomienda limpieza de cuneta. Existe presencia de baches en la ABS: 0+030, 0+900, 1+000,1+500, 2+900, 2+890, 15+240, piel de cocodrilo y fisuras en toda la longitud del camino, se recomienda limpieza de cuneta.
SANTA TERESITA - ILAPO - SANTA FE DE GALAN- SAN JOSE DE SABAÑAG	23.90	2008	ASFAL TO	HGADPC H	30%	Toda la vía presenta fisuras longitudinales y piel de cocodrilo, fallas estructurales ABS: 0+176, 2+900, se recomienda limpieza de cuneta.
EMPALME - LA PROVIDENC IA	3.40	2008	ASFAL TO	HGADPC H	30%	Toda la vía presenta fisuras longitudinales y piel de cocodrilo, fallas estructurales ABS: 0+176, 2+900, se recomienda limpieza de cuneta.

---

LA ESPERANZA - TAGUALAG	5.00	2012	ASFAL TO	HGADPC H	3%	Existe presencia de baches ABS: 1+400, 2+924, piel de cocodrilo y fisuras, se recomienda limpieza de cuneta. Presencia de baches abscisa 0+005, corte de pavimento en la ABS: 0+100, presencia de fisuras longitudinales y piel de cocodrilo severidad baja, se recomienda limpieza de cuneta. Corte de asfalto para pasos de agua ABS: 1+175, presencia de baches ABS: 1+980, fisuras y piel de cocodrilo severidad baja, se recomienda limpieza de cuneta. Presencia de baches ABS: 0+498, fisuras y piel de cocodrilo severidad baja, se recomienda limpieza de cuneta.
CAPILLA- LOS ELENES	3.75	2012	ASFAL TO	HGADPC H	3%	
SAN ANDRES - SAN ISIDRO	2.00	2012	ASFAL TO	HGADPC H	3%	
SAN GERARDO - Y VÍA RIOBAMBA - BAÑOS	1.60	2012	ASFAL TO	HGADPC H	2%	

---

---

SAN ANDRES-LA JOSEFINA	4.40	2013	ASFALTO	HGADPCH	3%	Corte de pavimento ABS: 0+520 tramo 2, presencia de baches, fisuras longitudinales y piel de cocodrilo severidad baja, se recomienda limpieza de cuneta.
SANTA TERESITA-VALPARAISO	4.10	2013	ASFALTO	HGADPCH	1%	Presencia de fisuras severidad baja, se recomienda limpieza de cuneta. Presencia de bache en la abscisa 1+100,
LA ESPERANZA-CALSHI-SILVERIA	7.00	2012	ASFALTO	HGADPCH	3%	presencia de fisuras y piel de cocodrilo severidad baja, se recomienda limpieza de cuneta.
ELENES - SANTA TERESITA	1.50	2012	D.T.S.B		40%	La capa de rodadura se encuentra desgastada, existe presencia de baches en las abscisas 0+015, 0+280, 1+080, 1+240.
PUNGAL-EL QUINCHE-SAN JOSE DE CHAZO	7.00	2015	ASFALTO	HGADPCH	2%	Presencia de fisuras y piel de cocodrilo severidad baja, se recomienda limpieza de cuneta.

---

GUANO - SAN ANDRES	5.00	2015	ASFAL TO	HGADPC H	2%	Corte de asfalto para pasos de agua ABS: 2+015, 3+400 parche media vía producto que la mesa del camino cedió, presencia de fisuras y piel de cocodrilo severidad baja. Presencia de fisuras severidad baja, falta limpieza de cunetas, se recomienda limpieza de cuneta. Presencia de fisuras y piel de cocodrilo severidad baja, a partir del kilómetro 19+800 se presentan baches.
VIA JUNTUS	1.00	2015	ASFAL TO	HGADPC H	1%	
SIGSIPAMB A-URBINA	24.00	2015	ASFAL TO	HGADPC H	2%	
ASFALTAD O DE LA VÍA PANAMERIC ANA NORTE - MALLAS DEL CUARTEL (ACCESO NORTE)" CANTÓN GUANO - PROVINCIA DE CHIMBORA ZO "VÍA DE LA REPÚBLICA "	6.37	2020	ASFAL TO	HGADPC H		

---

MEJORAMIE NTO A NIVEL DE ASFALTO DE LA VÍA QUEBRADA LAS ABRAS (LÍMITE CANTONAL) - SAN PEDRO LAS ABRAS, CANTÓN GUANO	3.10	2020	ASFAL TO	HGADPC H	20%	Falla en la estructura de la vía por presencia de agua
<b>TOTAL</b>	<b>111.29 Km</b>	<b>Vías Asfaltadas</b>				

---

*Nota.* Fuente: Propia

## 4 Capítulo 4

### Análisis y Discusión de los Resultados

#### 4.1 Análisis Descriptivo de los Resultados

Los análisis del producto de la investigación realizada en la vía Juntus- Guano que se muestran a continuación las cuales fueron aplicadas para responder a la pregunta: ¿En qué medida favorece la planificación de un modelo de gestión de conservación vial en el ahorro del presupuesto de su mantenimiento?

##### 4.1.1 Analisis PCI

El número total de ensayos realizados a la vía asfaltada de Juntus- Guano se refleja en el siguiente resumen la cual se detalla en forma individual en los Anexos 2. El resumen establece el PCI final con el cual se determina en qué nivel de falla se encuentra la vía y que mantenimiento se debe tomar para dar mayor durabilidad a la vía tal cual se demuestra en la tabla 17.

**Tabla 17**

*Evaluación de índice de pavimentos:*

TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	FALLAS PRINCIPALES.	PCI	CALIFICACIÓN	PCI FINAL	CALIFICACION
VIA GUANO - JUNTUS	0 + 000	0 + 038.3	10,7,5	92	EXCELENTE	77.35	MUY BUENO
	0 + 098	0 + 136	19,10	90	EXCELENTE		
	0 + 196	0 + 235	19,12,10	84	MUY BUENO.		
	0 + 295	0 + 333	10,12	90	EXCELENTE		
	0 + 393	0 + 431	1,10,12	68	BUENO.		
	0 + 492	0 + 530	1,11,10	73	MUY BUENO.		
	0 + 590	0 + 628	1,12,10,7	82	MUY BUENO.		
	0 + 688	0 + 727	1,12,10,7,13	66	BUENO.		
	0 + 787	0 + 825	1,5,10,7	48	REGULAR		
	0 + 885	0 + 924	1,15,10,13	80.5	MUY BUENO.		

*Nota.* Fuente: Propia.

En la tabla anterior se puede determinar que la vía tiene un PCI final de valor 77.35 que según la tabla está en condiciones Muy Buenas y por ello la intervención encaja a nivel

de mantenimiento. También tenemos que analizar que en 3 tramos tenemos una calificación de Excelente, en 4 tramos calificación de Muy Bueno, en dos tramos de Bueno y solo un tramo nos arroja un nivel de calificación Regular. Por lo que el mantenimiento de la vía se debe realizar primero enfocándose en el tramo con menor puntaje.

#### 4.1.2 *Tipos de Fallas*

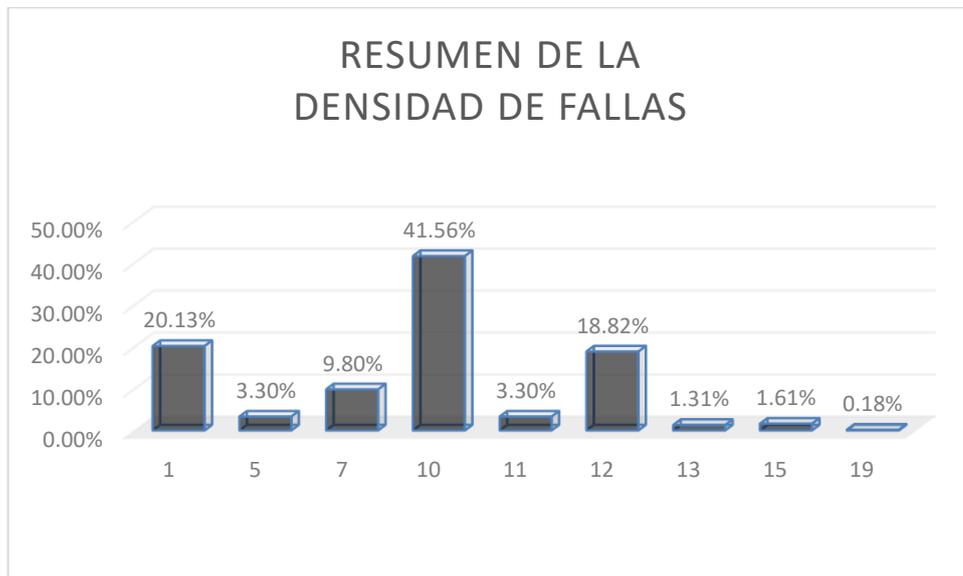
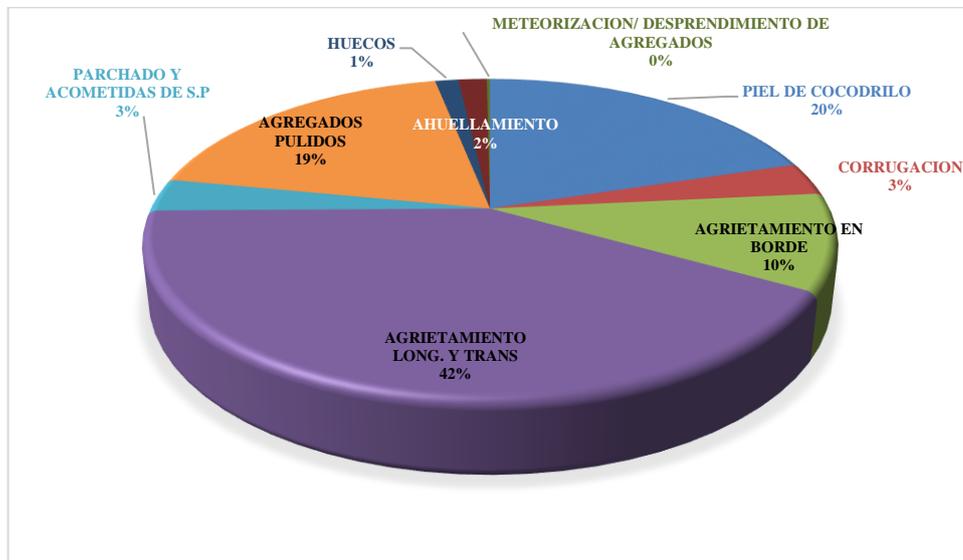
De los diecinueve tipos de daños que nos demuestra la norma ASTM-D6433-07 en esta vía de Juntas – Guano se halló 9 tipos de fallas y la más representativa con un 41.56% es la falla 10 que es el agrietamiento longitudinal y transversal, en segundo lugar, es el tipo 1 que es la piel de cocodrilo y en tercer lugar es la 12 que es la de agregados pulidos.

**Tabla 18**

*Densidad de Fallas Principales*

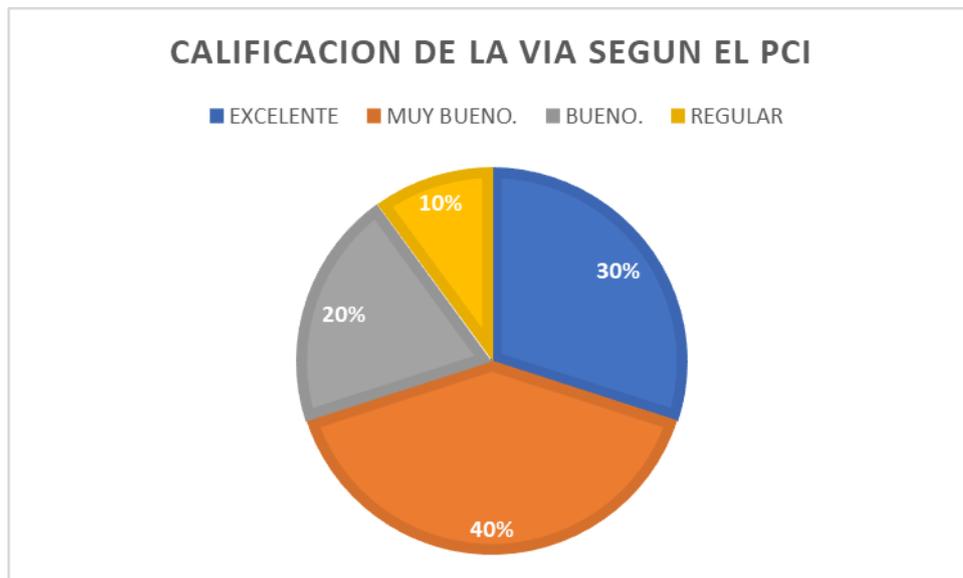
	<b>DENSIDAD DE FALLAS PRINCIPALES</b>								
	<b>1</b>	<b>5</b>	<b>7</b>	<b>10</b>	<b>11</b>	<b>12</b>	<b>13</b>	<b>15</b>	<b>19</b>
<b>tramo 1</b>		2.63	2.63	0.26					
<b>tramo 2</b>				2.19	0				0.08
<b>tramo 3</b>				3.85	0	3.85	0		0.11
<b>tramo 4</b>				7.46	0	6.58	0		
<b>tramo 5</b>	6.58	0		9.21	0	5.26	0		
<b>tramo 6</b>	4.39	0		3.51	3.51				
<b>tramo 7</b>	1.75		1.32	5.26	0	1.75			
<b>tramo 8</b>	2.9915		4.274	7.265	0	2.5641	0.962		
<b>tramo 9</b>	5.2632	0.877	2.193	2.193					
<b>tramo 10</b>	0.4274			2.9915			0.427	1.709	
<b>TOTAL</b>	21.40	3.51	10.41	44.19	3.51	20.01	1.39	1.71	0.19
<b>%</b>	<b>20.13%</b>	<b>3.30%</b>	<b>9.80%</b>	<b>41.56%</b>	<b>3.30%</b>	<b>18.82%</b>	<b>1.31%</b>	<b>1.61%</b>	<b>0.18%</b>

*Nota.* Fuente: Propia.

**Figura 10***Densidad de daños**Nota.* Fuente: Propia.**Figura 11***Porcentaje de daños encontrados**Nota.* Fuente: Propia.

**Figura 12**

*Calificación de la vía según el método PCI*



*Nota.* Fuente: Propia.

#### **4.2 Discusión de los Resultados**

Al ser la vía Juntus- Guano una vía poco transitada por vehículos en un rango de 100-300 por día y tiene 9 años desde su ejecución, no posee una cantidad considerable de daño en el pavimento aun teniendo la mitad de ciclo de vida diseño por el consultor que es de 20 años.

Son 9 problemáticas viales encontradas y la más predeterminante es el agrietamiento longitudinal y transversal con un 41.56% y se encuentra en todas las muestras.

El número PCI general de esta vía está en 77.35 % demostrando que está en un nivel muy bueno y que se recomienda un mantenimiento preventivo.

Sólo una porción tiene un PCI del 48% y una valoración regular; el tipo de fallo más notable es la piel de cocodrilo, que tiene una intensidad muy alta y se produce porque la carretera está en un relleno. Debido a esta calificación, es necesaria la rehabilitación. Se recomienda para futuras investigaciones una mejora de la metodología desde el proceso de la toma de muestras y su procesamiento, ya que este método lo hace de manera visual y la

información se lo realiza a través de ábacos que lo propone la metodología existente del PCI y están bajo el criterio del evaluador.

Realizando una comparativa con los resultados obtenidos con Zarate (2016) en su tesis realizada en el Camino Vecinal Rapa-Huanchay-Molino, Distrito Culebras-Huarmey tenemos aspectos parecido al decir que las vías sufren daños graves por los descuidos y abandono en sus mantenimientos tanto rutinario como preventivo, pero a diferencia del nivel de desgaste que tenemos una discrepancia que en nuestro caso solo sufren desgastes de la capa de rodadura y no en toda la estructura del pavimento.

Realizando la comparativa con Huamán (2014) en su tesis: que hace referencia a la vía del distrito de Tambo Grande – Provincia de Piura, determinó en su investigación 3 niveles de mejoras en la vía que son: mejoras a nivel de pavimento, mejoras a nivel de tratamiento superficial y mejoras a nivel de asfaltado. Por lo expuesto en esta investigación se pudo determinar que el mayor riesgo para el pavimento es el agua y que la parte medular para tener un nivel óptimo del pavimento es realizar los estudios definitivos de la vía que contemplen el adecuado desfogue del agua, tratar de impermeabilizar la vía, si existiera ojos de agua en la parte baja como en la parte alta. Que las gradientes estuvieran realizadas de tal manera que el agua no se estanque y fluya tanto longitudinal por las cunetas y transversal por las alcantarillas. De esta manera lograríamos un correcto desarrollo del pavimento y solo sería necesario un mantenimiento rutinario y periódico para lograr llegar a los 20 años de vida útil que está diseñado el pavimento.

#### **4.3 Costos de Mantenimiento**

El valor del mantenimiento se divide en dos partes, la primera es recuperar el tramo que tuvo el porcentaje de PCI de 48%, luego de aquello realizar un sellado de fisuras y utilizando la maquinaria de la Prefectura de Chimborazo como realizar una capa de

micropavimento que ayude a proteger el pavimento envejecido dándole más años de vida útil a la vía.

**Tabla 19**

*Presupuesto referencial de Mantenimiento vial*

<b>Actividad</b>	<b>Unidad</b>	<b>Cantidad</b>	<b>P. unitario</b>	<b>Precio final</b>
Sellado de Fisuras	m	330	1.50	495.00
Micropavimento	m2	6000	2.50	15000.00
Muro de gaviones	m3	36	140.00	5040.00
Material de Mejoramiento Base Clase IV	m3	9	18	162
<b>Total</b>				<b>20697.00</b>

*Nota.* Fuente: Propia.

## 5 Capítulo 5

### Conclusiones, Limitaciones del Estudio, y Recomendaciones

#### 5.1 Conclusiones

Al realizar esta investigación se cumplió con todos los objetivos propuestos en especial con el objetivo primordial que es tener un modelo de gestión de conservación vial para pavimentos flexibles de la red rural del Cantón Guano, realizando la calificación funcional con el procedimiento PCI del tramo vial Guano – Juntus; como muestra figurativa, de las vías existentes en el Cantón. El objetivo es evaluar el comportamiento y el estado del pavimento utilizando una norma común, que apoyará la programación de las actividades de rehabilitar y mantener con ello servirá para elegir el mejor método de reparación para el estado del pavimento.

Con respecto a la observación del estudio según la tabla de resúmenes de la calificación del PCI, se puede evidenciar que el tramo con mayor afectación está en la abscisa 0+787 hasta la 0+825 y tiene una PCI de 48% con una calificación de regular, los demás tramos están por encima de la media y están considerados como un mantenimiento rutinario.

- En todos los tramos existe la falla agrietamiento longitudinal y transversal en un nivel bajo lo cual es un síntoma que el camino ya tiene un desgaste en su estructura del pavimento por efectos del tiempo por desgaste por los 9 años de vida útil que ha tenido.
- El método PCI es una buena estrategia económica para determinar qué clase de mantenimiento necesita realizarse en una carretera. Este método ayuda a los encargados viales que tiene pocos recursos económicos ya que su metodología es visual y no necesita de ensayos destructibles costosos.
- El promedio de toda la vía está en 77.35% en la calificación del PCI con rango de Muy Buena.

- Con respecto al tramo evaluado su rango esta a nivel de REGULAR que se encuentra en la abscisa 0+787 hasta la 0+825, los trabajos de rehabilitación serian colocar un muro de gaviones en la parte baja de la mesa del camino, rellenar con material base clase IV para evitar que se siga desmoronando y realizar un sellado de fisuras para al final colocar una capa de micropavimento.
- El costo total del mantenimiento de la vía es de \$ 20697.00 dólares americanos y es un costo manejable al considerar que al hacerlo la vía continuara en servicio aceptable, sin fallas unos 3 años más en el cual se debería realizar otro mantenimiento.

## **5.2 Limitaciones del Estudio**

Esta investigación presenta limitaciones en la información obtenida para determinar un método seguro para realizar un mantenimiento vial, ya que su metodología se guía en lo visual y con ayuda de ábacos.

## **5.3 Recomendaciones**

Esta investigación es fácil de replicar en las demás vías asfaltadas rurales del Cantón Guano pero es importante estar capacitado y conocer del método PCI, tener experiencia en diseños, construcción y rehabilitación viales para tomar decisiones tanto en su interpretación de daños como en su mantenimiento.

Es necesario que el diseño del estudio vial y la construcción posean una fiscalización excelente para evitar los daños futuros en las carreteras. Y al momento de realizar el mantenimiento tener todos los planos para saber que se hizo en el lugar que esta con problemas y encontrar la mejor solución.

Capacitar al personal de la institución pública encargada de la administración de carreteras con tecnologías y modelos para la conservación vial implantando una política de mantenimiento en las carreteras antes que se produzca daños mayores en las carreteras.

Se recomienda realizar un control de tráfico cada 3 años para observar si las características de la vía cumplen con lo establecido en el estudio vial o si con el pasar del tiempo aumenta y cambia las condiciones contempladas, lo cual dañaría la estructura vial y tuviéramos que mejorar para que pueda soportar el nuevo tráfico.

Realizar un mantenimiento rutinario o periódico a las vías para evitar causar un daño fatal lo cual tendría un costo por kilómetro de 71400.00 dólares americanos para cambiar la estructura completa de la vía este presupuesto no está considerado obras de arte y señalética. El mantenimiento lo debería realizar profesionales con experiencia siguiendo las normas técnicas y un cronograma anual.

## 6 Referencias Bibliográficas

- C. Kraemer, J. Pardillo, S. Rocci, M. Romana, B. V. Sánchez y M. Á. del Val, «Problemas geotécnicos en las carreteras,» de Ingeniería de carreteras, Madrid, Mc Graw Hill, 2004, pp. 3-9.
- Juarez. (2018). Estudio de satisfacción poblacional a la red vial intercomunitaria Quisapincha -Pasa. INNOVA Research Journal.
- Zarate, G. (2016). Modelo de Gestión de Conservación Vial para Reducir Costos de Mantenimiento Vial y Operación Vehicular del Camino Vecinal RaypaHuanchay-Molino, Distrito Culebras-Huarmey. (Tesis de Maestría) Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo
- Aya, A. C. R., & Ruíz, R. E. G. (2019). Plan de mantenimiento para el pavimento de la avenida del llano calzada NS desde la glorieta de la grama hasta la calle 35 en Villavicencio, en base a la inspección visual de daños. Instname:Universidad Santo Tomás. <https://repository.usta.edu.co/handle/11634/16893>
- Asamblea Nacional de la República del Ecuador. (2010). Código Orgánico de Organización Territorial Descentralizado. *Lexis Finder*, 1–180. Recuperado de <http://www.ambiente.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2018/05/COOTAD.pdf>
- ASTM D 6433-07. (2007). *Práctica estándar para estudios del índice de condición del pavimento de carreteras y estacionamientos.*
- ASTM, N. (2005). *Índice De Condicion De Pavimentos En Aeropuertos Evaluación De Pavimentos De Concreto.* 1–21.
- Avance, N. D. E. (2005). *Pulimento de agregados empleados en capas de rodamiento.*
- Briones, H. (2014). *Institucionalidad para la Gestión del mantenimiento vial: Caso Chileno.* 192.
- Corro, Maylin - Urbaez, G. (2012). *Maestría en Vías Terrestres Módulo III Diseño de*

*Pavimentos I Evaluación de Pavimentos.*

De, R. O. S., Del, H., Barrezueta, P., Sistema, D. E. L., Infraestructura, N. D. E., Del, V., & Terrestre, T. (2017). *Transporte Terrestre*. 1–14.

Huamaní Arone, J., Rimayhuaman Taípe, O. E., & Tito Catalán, X. S. (2022). Influencia del Mantenimiento Vial y Satisfacción del Usuario. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 6(5), 1876–1896. [https://doi.org/10.37811/cl\\_rcm.v6i5.3202](https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3202)

Humpiri Pineda, K. (2015). Análisis Superficial De Pavimentos Flexibles Para El Mantenimiento De Vías En La Región De Puno. *Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez*, 171. Recuperado de <http://repositorio.uancv.edu.pe/bitstream/handle/UANCV/426/P31-003.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Irigoyen, J. L., & Simo, L. F. (2016). Identificación de fallas en pavimentos y técnicas de reparación. *Mopc*, 212. Recuperado de <https://www.mopc.gob.do/media/2335/sistema-identificación-fallas.pdf>

Menéndez, J. R. (2003). *Mantenimiento Rutinario de Caminos*. Recuperado de [www.oit.org.pe](http://www.oit.org.pe)

NEVI 12-6. (2013). Conservación Vial-MTOP. *Nevi-12 - MTOP*, 6(CONSERVACION VIAL), 508. Recuperado de [https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013\\_Manual\\_NEVI-12\\_VOLUMEN\\_6.pdf](https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NEVI-12_VOLUMEN_6.pdf)

Posada-González, N. L. (2017). Algunas nociones y aplicaciones de la investigación documental denominada estado del arte. *Investigacion Bibliotecologica*, 31(73), 237–263. <https://doi.org/10.22201/iibi.24488321xe.2017.73.57855>

Puga, Á. C. (2018). Evaluación funcional de pavimento rígido tramo avenida Loja (Cuenca). *Universidad De Cuenca*, 1–128. Recuperado de <http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/31534/1/Trabajo de Titulacion.pdf>

- Rodríguez. (2011). Modelo de gestión de conservación vial para reducir los costos de mantenimiento vial y operación vehicular en los caminos rurales de las poblaciones de Riobamba, San Luis, Punín, Flores, Cebadas de la Provincia de Chimborazo. *Tesis*, 1–165.
- Rodríguez, M., Thenoux, G., & González, Á. (s/f). *Probabilistic assessment of asphalt pavement design Determinación probabilística del tiempo de servicio de estructuras de pavimentos*. Recuperado de [www.ricuc.cl](http://www.ricuc.cl)
- Rodríguez Velásquez, E. D. (2009). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla. Piura. *Universidad de Piura*, 1–167. Recuperado de [https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI\\_180.pdf](https://pirhua.udep.edu.pe/bitstream/handle/11042/1350/ICI_180.pdf)
- Rondón, H., Reyes, F., González, L., & Vásquez, S. (2012). *Ahuellamiento y fatiga en mezclas asfálticas*.
- Salamanca, M., & Zuluaga, S. (2014). Diseño de la estructura de pavimento flexible por medio de los métodos INVIAS, AASHTO 93 e Instituto del Asfalto para la vía La Ye - Santa Lucía Barranca Lebrija entre los abscisas K19+250 A K25+750 ubicada en el departamento del Cesar. *Universidad Catolica de Colombia*, 1–289. Recuperado de [file:///C:/Users/Eliana Mezquida/Downloads/Diseño-estructura-pavimento-flexible-Aashto-Invias-Insituto-Asfalto-Barranca\\_Lebrija.pdf](file:///C:/Users/Eliana%20Mezquida/Downloads/Dise%C3%B1o-estructura-pavimento-flexible-Aashto-Invias-Insituto-Asfalto-Barranca_Lebrija.pdf)
- Sampieri, H., Collado, R., & Lucio, L. (2013). Diseños no experimentales. *Metodología para la investigación en Ciencia Política*, 4, 1–21. Recuperado de [http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasS4/Hernandez\\_Sampieri\\_Cap.\\_7\\_disenos\\_no\\_experimentales.pdf](http://online.aliat.edu.mx/adistancia/InvCuantitativa/LecturasS4/Hernandez_Sampieri_Cap._7_disenos_no_experimentales.pdf)
- Tapia, R. (2016). “Evaluación Ex – Post De La Implementación Del Programa De Mantenimiento Vial Por. *Pontificia Universidad Católica Del Ecuador Facultad*, 133.
- Varela, V. (2002). *PAVEMENT CONDITION INDEX (PCI)*.

Vargas, J., Moncayo, M., Córdova, J., Maza, C., Barzola, I., Velasco, G., ... Lucio, S. (2017).

La geomalla como elemento de refuerzo en pavimentos flexibles. *Ingeniería*, 21(1), 63–

71. Recuperado de <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46752305006>

Yáñez Díaz, C. (2008). Artículo 34. *Asamblea. Revista parlamentaria de la Asamblea de*

*Madrid*, (6), 497–502. <https://doi.org/10.59991/rvam/2008/m.6/484>

Zarate. (2016). *Modelo de Gestión de Conservación Vial para Reducir Costos de*

*Mantenimiento Vial y Operación Vehicular del Camino Vecinal Raypa-Huanchay-*

*Molino, Distrito Culebras-Huarmey*. 1–60. Recuperado de

[http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO\\_MICROBIANO.pdf](http://www.gonzalezcabeza.com/documentos/CRECIMIENTO_MICROBIANO.pdf)

## 7 Anexos:

### 7.1 Anexos 1. Fotografías de los tipos de fallas encontradas en la vía:

#### Fotografía 1

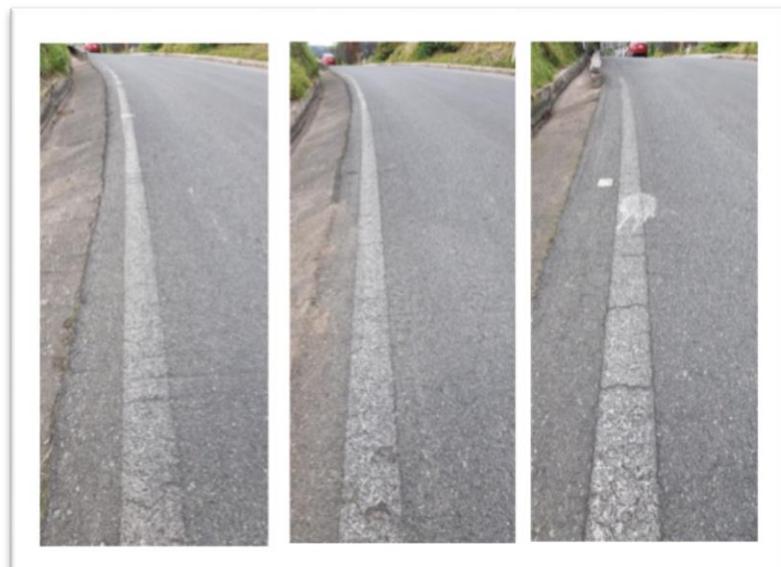
*Se observa la falla de corrugación en la ABS 0+000 a la 0+38.3*



*Nota.* Fuente: Propia.

#### Fotografía 2

*Se observa falla de Agrietamiento en bloque y longitudinal en la ABS 0+000 a la 0+38.3*



*Nota.* Fuente: Propia.

**Fotografía 3**

*Se observa falla de meteorización y agrietamiento Long en la ABS 0+098 a la 0+136*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 4**

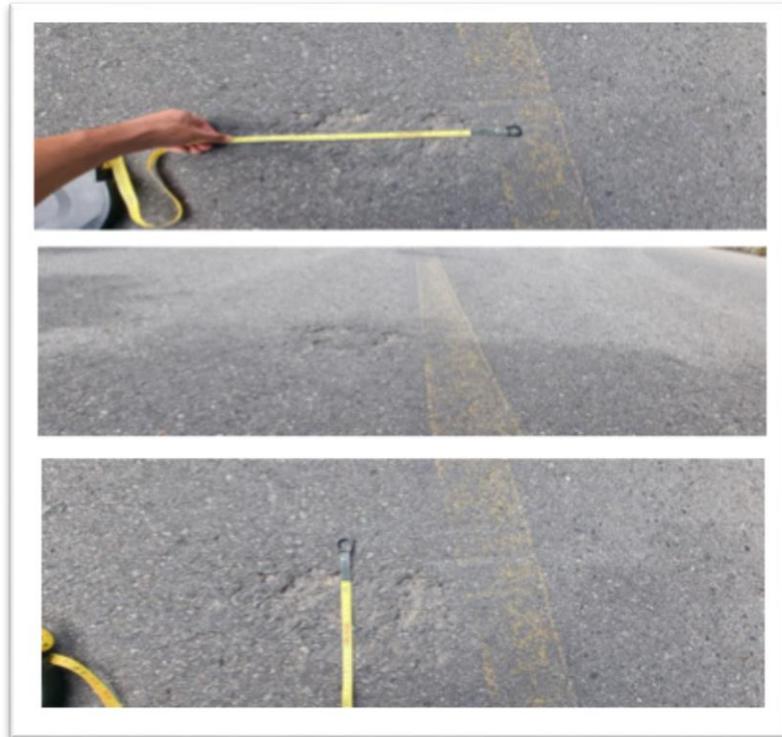
*Se observa falla de meteorización y agrietamiento Long en la ABS 0+196 a la 0+235*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 5**

*Se observa falla de meteorización en la ABS 0+196 a la 0+235*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 6**

*Se observa falla de agrietamiento Longitudinal y transversal en la ABS 0+295 a la 0+333*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 7**

*Se observa falla de agregado pulido en la ABS 0+295 a la 0+333*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 8**

*Se observa falla de agrietamiento Longitudinal y transversal en la ABS 0+393 a la 0+431*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 9**

*Se observa falla de agregado pulido en la ABS 0+393 a la 0+431*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 10**

*Se observa falla de piel de cocodrilo y parchado en la ABS 0+492 a la 0+530*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 11**

*Se observa falla de piel de cocodrilo y agrietamiento Long en la ABS 0+590 a la 0+628*



*Nota.* Fuente: Propia.

**Fotografía 12**

*Se observa falla de piel de cocodrilo y agrietamiento Long en la ABS 0+590 a la 0+628*



*Nota.* Fuente: Propia.

**Fotografía 13**

*Se observa falla de piel de cocodrilo y agrietamiento Long en la ABS 0+590 a la 0+628*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 14**

*Se observa falla de agrietamiento longitudinal y transversal en la ABS 0+688 a la 0+727*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 15**

*Se observa falla de agrietamiento de borde en la ABS 0+688 a la 0+727*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 16**

*Se observa falla de agregados pulidos en la ABS 0+688 a la 0+727*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 17**

*Se observa falla de agregados pulidos en la ABS 0+688 a la 0+727*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 18**

*Se observa falla de agrietamiento de borde en la ABS 0+787 a la 0+825*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 19**

*Se observa falla de corrugación en la ABS 0+787 a la 0+825*



*Nota.* Fuente: Propia.

**Fotografía 20**

*Se observa falla de piel de cocodrilo y agrietamientos en la ABS 0+787 a la 0+825*



*Nota.* Fuente: Propia.

**Fotografía 21**

*Se observa falla de piel de cocodrilo y agrietamientos la ABS 0+885 a la 0+924*



*Nota.* Fuente: Propia.

**Fotografía 22**

*Se observa falla de huecos y ahuellamiento la ABS 0+885 a la 0+924*



*Nota. Fuente: Propia.*

**Fotografía 23**

*Se observa falla de huecos y ahuellamiento la ABS 0+885 a la 0+924*



*Nota. Fuente: Propia.*

## 7.2 Anexo 2. Modelo de Ficha para Determinar el Estado de Condición de la Superficie del Pavimento Flexible

### HOJA DE CÁLCULO 1

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+000 – 0+038

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN							
DIRECCIÓN DE POSGRADO							
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)							
VIA:	VIA JUNTUS - GUANO			TRAMO:	0+000 - 0+038		
FECHA:	19 DE DICIEMBRE DEL 2023			SECCION:	6 METROS - 2 CARRILES		
TIPO:	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			AREA:	228		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- RUTEO			
2.- EXUDACION O SANGRADO	9.- CAIDA EXTERNA DE VIA/ HOMBREERA			16.- EMPELLONES			
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA			
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHADOS			18.- PROTUBERANCIA			
5.- CORRUGACION	12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- INTEMPERISMO			
6.- DEPRESIONES	13.- BACHES						
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	14.- CRUCE DE FERROCARRIL						
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA	INTER. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD	GRAFICO		
LOW	Baja	L					
MEDIUM	Media	M	$n=(Nx\sigma^2)/(e2/4 \times (n-1)+\sigma^2)$	$i=N/n$	$ii = 1.00 + (9 / 98)* (100 - HDV$		
HIGH	Alta	H					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	0.6			0.6	
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	L	6			6	
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	L	6			6	
5.- CORRUGACION	m2	L	0.5	6		3	
VALORES DEDUCIDOS							
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDA D d%	VD	q	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	0.6	0.263	2.7	2	
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	L	12	2.632	1.5		
5.- CORRUGACION	m2	L	3	2.632	5		
Numero de valores deducidos mayores a 2				numero maximo de VD		m 9.7	
CALCULO PCI							
VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	5	2.7		7.7	2	0	
2	5	2		7	1	8	
PCI= (100- Max VDC)/5							
				Max. VDC	8		
				PCI	92		
CLASIFICACION							
EXCELENTE							

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 2

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+098 – 0+136

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO						
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN						
DIRECCIÓN DE POSGRADO						
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)						
<b>VIA:</b>	VIA JUNTUS - GUANO		<b>TRAMO:</b>	0+098 - 0+136		
<b>FECHA:</b>	19 DE DICIEMBRE DEL 2023		<b>SECCION:</b>	6 METROS - 2 CARRILES		
<b>TIPO:</b>	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE		<b>AREA:</b>	228		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS	15.- AHUELLAMIENTO				
2.- EXUDACION O SANGRADO	9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA	16.- DESPLAZAMIENTO				
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA				
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P	18.- PROTUBERANCIA				
5.- CORRUGACION	12.- AGREGADOS PULIDOS	19.- METEORIZACION/ DESprendimiento de agregados				
6.- DEPRESIONES	13.- HUECOS					
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	14.- CRUCE DE FERROCARRIL					
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	<b>UNIDADES DE MUESTRA</b>	<b>INTER. DE UNI DE M.</b>	<b>NUMERO MAXIMO DE VD</b>	<b>GRAFICO</b>		
LOW	Baja L					
MEDIUM	Media M	$n=(N\alpha^2)/(e/2/4 \times (n-1)+\alpha^2)$	$i=N/n$	$z_i = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV)$		
HIGH	Alta H					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL
19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	M	1	0.15		0.15
19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	L	0.25	0.15		0.0375
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	1			1
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	4			4
VALORES DEDUCIDOS						
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDA D d%	VD	q
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	5	2.193	2	0
19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	L	0.0375	0.016	0	2
19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	M	0.15	0.066	7	
Numero de valores deducidos mayores a 2				numero maximo de VD		m 9.5
CALCULO PCI						
VALORES DEDUCIDOS			VDT	q	VDC	
1	7	2	9	2	5	
2	7	2	9	1	10	
$PCI = (100 - \text{Max VDC})/5$						
<b>Rango</b>			<b>Clasificacion</b>		<b>COLOR</b>	
100-85	Excelente					
84-70	Muy Bueno					
69-55	Bueno					
54-40	Regular					
39-25	Malo					
25-10	Muy Malo					
10-0	Fallo					
Max. VDC			10			
PCI			90			
<b>CLASIFICACION</b>						
<b>EXCELENTE</b>						

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 3

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+196 – 0+235

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO									
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN									
DIRECCIÓN DE POSGRADO									
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)									
<b>VIA:</b>	VIA JUNTUS - GUANO			<b>TRAMO:</b>	0+196 - 0+235				
<b>FECHA:</b>	19 DE DICIEMBRE DEL 2023			<b>SECCION:</b>	6 METROS - 2 CARRILES				
<b>TIPO:</b>	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			<b>AREA:</b>	234				
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- AHUELLAMIENTO					
2.- EXUDACION O SANGRADO	9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA			16.- DESPLAZAMIENTO					
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA					
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P			18.- PROTUBERANCIA					
5.- CORRUGACION	12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- METEORIZACION/					
6.- DEPRESIONES	13.- HUECOS			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS					
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	14.- CRUCE DE FERROCARRIL								
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD		GRAFICO			
LOW	Baja	L	$n=(Nx\sigma^2)/(e2/4 \times(n-1)+\sigma^2)$	$i=N/n$	$mi = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV)$				
MEDIUM	Media	M							
HIGH	Alta	H							
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES									
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL			
19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	H	0.5	0.5		0.25			
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	L	3	3		9			
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	4			4			
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	5			5			
VALORES DEDUCIDOS									
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDA D d%	VD	q			
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	9	3.846	2	0	3		
19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	L	0.25	0.107	10				
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	M	9	3.846	4				
Numero de valores deducidos mayores a 2				numero maximo de VD		m			9.3
CALCULO PCI									
VALORES DEDUCIDOS					VDT	q	VDC		
1	10	4	2		16	3	9		
2	10	4	2		16	2	12		
3	10	2			12	1	16		
					PCI= (100- Max VDC)/5				
<b>Rango</b>					<b>Clasificacion</b>	<b>COLOR</b>	Max. VDC		
100-85					Excelente		16		
84-70					Muy Bueno		PCI		
69-55					Bueno		84		
54-40					Regular		CLASIFICACION		
39-25					Malo		MUY BUENO		
25-10					Muy Malo				
10-0					Fallo				

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 4

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+295 – 0+333

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN							
DIRECCIÓN DE POSGRADO							
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)							
<b>VIA:</b>	VIA JUNTUS - GUANO			<b>TRAMO:</b>	0+295 - 0+333		
<b>FECHA:</b>	19 DE DICIEMBRE DEL 2023			<b>SECCION:</b>	6 METROS - 2 CARRILES		
<b>TIPO:</b>	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			<b>AREA:</b>	228		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- AHUELLAMIENTO			
2.- EXUDACION O SANGRADO	9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA			16.- DESPLAZAMIENTO			
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA			
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P			18.- PROTUBERANCIA			
5.- CORRUGACION	12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- METEORIZACION/			
6.- DEPRESIONES	13.- HUECOS			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	14.- CRUCE DE FERROCARRIL						
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	UNIDADES DE MUESTRA	INTER. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD	GRAFICO			
LOW	Baja L						
MEDIUM	Media M	$n=(N \times \sigma^2) / (e^2 / 4 \times (n-1) + \sigma^2)$	$i=N/n$	$z_i = 1.00 + (9 / 98) * (100 - HDV)$			
HIGH	Alta H						
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	1			1	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	2			2	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	6			6	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	8			8	
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	M	5	3		15	
VALORES DEDUCIDOS							
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD D d%	VD	q	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	14	6.140	6	3	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	3	1.316	5		
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	M	15	6.579	3		
Numero de valores deducidos mayores a 2				numero maximo de VD	m	9.6	
CALCULO PCI							
VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	6	5	3	14	3	6	
2	6	5	2	13	2	10	
3	6	2		8	1	9	
PCI= (100- Max VDC)/5							
<b>Rango</b>	<b>Clasificacion</b>	<b>COLOR</b>					
100-85	Excelente		Max. VDC 10				
84-70	Muy Bueno		PCI 90				
69-55	Bueno		<b>CLASIFICACION EXCELENTE</b>				
54-40	Regular						
39-25	Malo						
25-10	Muy Malo						
10-0	Fallo						

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 5

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+393 – 0+431

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN							
DIRECCIÓN DE POSGRADO							
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)							
<b>VIA:</b>	VIA JUNTUS - GUANO			<b>TRAMO:</b>	0+393 - 0+431		
<b>FECHA:</b>	19 DE DICIEMBRE DEL 2023			<b>SECCION:</b>	6 METROS - 2 CARRILES		
<b>TIPO:</b>	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			<b>AREA:</b>	228		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- AHUELLAMIENTO			
2.- EXUDACION O SANGRADO	9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA			16.- DESPLAZAMIENTO			
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA			
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P			18.- PROTUBERANCIA			
5.- CORRUGACION	12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- METEORIZACION/			
6.- DEPRESIONES	13.- HUECOS			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	14.- CRUCE DE FERROCARRIL						
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD		GRAFICO	
LOW	Baja	L	$i=N/n$	$i = 1.00 + (9 /98) * (100 - HDV$			
MEDIUM	Media	M					
HIGH	Alta	H					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>LARGO (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>TOTAL</b>	
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	5	3		15	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	7			7	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	6			6	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	8			8	
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	L	4	3		12	
VALORES DEDUCIDOS							
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDA D d%</b>	<b>VD</b>	<b>q</b>	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	21	9.211	9	3	
1.- PIEL DE COCODRILO	m	L	15	6.579	29		
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	L	12	5.263	3		
Numero de valores deducidos mayores a 2				numero maximo de VD		m 7.5	
CALCULO PCI							
VALORES DEDUCIDOS				<b>VDT</b>	<b>q</b>	<b>VDC</b>	
1	29	9	3	41	3	25	
2	29	9	2	40	2	29	
3	29	2		31	1	32	
PCI= (100- Max VDC)/5							
<b>Rango</b>				<b>Clasificacion</b>	<b>COLOR</b>	<b>Max. VDC</b>	
100-85				Excelente		32	
84-70				Muy Bueno		PCI 68	
69-55				Bueno		CLASIFICACION	
54-40				Regular		BUENO	
39-25				Malo			
25-10				Muy Malo			
10-0				Fallo			

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 6

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+492 – 0+530

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN							
DIRECCIÓN DE POSGRADO							
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)							
<b>VIA:</b>	VIA JUNTUS - GUANO			<b>TRAMO:</b>	0+492 - 0+530		
<b>FECHA:</b>	19 DE DICIEMBRE DEL 2023			<b>SECCION:</b>	6 METROS - 2 CARRILES		
<b>TIPO:</b>	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			<b>AREA:</b>	228		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- AHUELLAMIENTO			
2.- EXUDACION O SANGRADO	9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA			16.- DESPLAZAMIENTO			
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA			
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P			18.- PROTUBERANCIA			
5.- CORRUGACION	12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- METEORIZACION/			
6.- DEPRESIONES	13.- HUECOS			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	14.- CRUCE DE FERROCARRIL						
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.	NUMERO MAXIMO DE VD		GRAFICO	
LOW	Baja	L					
MEDIUM	Media	M	$n=(N \times \sigma^2) / (e^2 / 4 \times (n-1) + \sigma^2)$	$i=N/n$	$z = 1.00 + (9 / 98) * (100 - HDV)$		
HIGH	Alta	H					
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES							
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL	
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	5	2		10	
11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P	m2	L	1	1		1	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	8			8	
VALORES DEDUCIDOS							
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDA D d%	VD	q	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	8	3.509	3	3	
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	10	4.386	25		
11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P	m2	L	8	3.509	7		
Numero de valores deducidos mayores a 2				numero maximo de VD		m 7.9	
CALCULO PCI							
VALORES DEDUCIDOS				VDT	q	VDC	
1	25	7	3	35	3	21	
2	25	7	2	34	2	25	
3	25	2		27	1	27	
				PCI= (100- Max VDC)/5			
<b>Rango</b>	<b>Clasificacion</b>	<b>COLOR</b>	Max. VDC		27		
100-85	Excelente		PCI		73		
84-70	Muy Bueno		CLASIFICACION				
69-55	Bueno						
54-40	Regular						
39-25	Malo						
25-10	Muy Malo						
10-0	Fallo		MUY BUENO				

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 7

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+590 – 0+628

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN							
DIRECCIÓN DE POSGRADO							
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)							
<b>VIA:</b>	VIA JUNTUS - GUANO			<b>TRAMO:</b>	0+590 - 0+628		
<b>FECHA:</b>	19 DE DICIEMBRE DEL 2023			<b>SECCION:</b>	6 METROS - 2 CARRILES		
<b>TIPO:</b>	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			<b>AREA:</b>	228		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- AHUELLAMIENTO			
2.- EXUDACION O SANGRADO	9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA			16.- DESPLAZAMIENTO			
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA			
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P			18.- PROTUBERANCIA			
5.- CORRUGACION	12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
6.- DEPRESIONES	13.- HUECOS						
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	14.- CRUCE DE FERROCARRIL						
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	<b>UNIDADES DE MUESTRA</b>		<b>INTER. DE UNI DE M.</b>	<b>NUMERO MAXIMO DE VD</b>		<b>GRAFICO</b>	
LOW	Baja	L	$i=N/n$	$z = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV)$			
MEDIUM	Media	M					
HIGH	Alta	H					
<b>INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES</b>							
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>LARGO (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>TOTAL</b>	
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	2	2		4	
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	L	2	2		4	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	5			5	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	7			7	
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	M	3			3	
<b>VALORES DEDUCIDOS</b>							
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDA D d%</b>	<b>VD</b>	<b>q</b>	
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	4	1.754	15	4	
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	L	4	1.754	0		
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	7	3.070	2.5		
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	5	2.193	7		
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	M	3	1.316	7		
Numero de valores deducidos mayores a 2					numero maximo de VD	m	8.8
<b>CALCULO PCI</b>							
<b>VALORES DEDUCIDOS</b>					<b>VDT</b>	<b>q</b>	<b>VDC</b>
1	15	7	7	2.5	31.5	4	14
2	15	7	7	2	31	3	17
3	15	7	2		24	2	16.5
4	15	2			17	1	18
$PCI = (100 - \text{Max VDC})/5$							
<b>Rango</b>					<b>Clasificacion</b>	<b>COLOR</b>	
100-85					Excelente		Max. VDC
84-70					Muy Bueno		18
69-55					Bueno		PCI
54-40					Regular		82
39-25					Malo		<b>CLASIFICACION</b>
25-10					Muy Malo		<b>MUY BUENO</b>
10-0					Fallo		

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 8

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+688 – 0+727

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO										
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN										
DIRECCIÓN DE POSGRADO										
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)										
<b>VIA:</b>	VIA JUNTUS - GUANO			<b>TRAMO:</b>	0+688 - 0+727					
<b>FECHA:</b>	19 DE DICIEMBRE DEL 2023			<b>SECCION:</b>	6 METROS - 2 CARRILES					
<b>TIPO:</b>	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			<b>AREA:</b>	234					
1.- PIEL DE COCODRILO			8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- AHUELLAMIENTO				
2.- EXUDACION O SANGRADO			9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA			16.- DESPLAZAMIENTO				
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE			10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA				
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO			11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P			18.- PROTUBERANCIA				
5.- CORRUGACION			12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- METEORIZACION/ DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS				
6.- DEPRESIONES			13.- HUECOS							
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE			14.- CRUCE DE FERROCARRIL							
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>		<b>UNIDADES DE MUESTRA</b>	<b>INTER. DE UNI DE M.</b>	<b>NUMERO MAXIMO DE VD</b>		<b>GRAFICO</b>				
LOW	Baja	L	$n=(N \times \sigma^2) / (e/2/4 \times (n-1) + \sigma^2)$	$i=N/n$	$ti = 1.00 + (9/98) * (100 - HDV)$					
MEDIUM	Media	M								
HIGH	Alta	H								
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES										
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL				
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	7	1		7				
12.- AGREGADOS PULIDOS	m2	L	3	2		6				
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	5			5				
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	12			12				
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	M	10			10				
13.- HUECOS	m2	L	1.5	1.5		2.25				
VALORES DEDUCIDOS										
TIPO DE FALLA	UNIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDAD d%	VD	q				
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	7	2.991	20	6				
13.- HUECOS	m2	L	2.25	0.962	20					
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	L	12	5.128	4					
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	5	2.137	7					
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	m	M	10	4.274	10					
12.- AGREGADOS PULIDOS	m	H	6	2.564	3					
Numero de valores deducidos mayores a 2					numero maximo de VD	m	8.3			
CALCULO PCI										
VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC	
1	20	20	10	7	4	3	64	6	28	
2	20	20	10	7	4	2	63	5	31	
3	20	20	10	7	2		59	4	33	
4	20	20	10	2			52	3	34	
5	20	20	2				42	2	32	
6	20	2					22	1	22	
							PCI= (100- Max VDC)/5			
							Max. VDC	34		
							PCI	66		
							CLASIFICACION			
							BUENO			
<b>Rango</b>	<b>Clasificacion</b>		<b>COLOR</b>							
100-85	Excelente									
84-70	Muy Bueno									
69-55	Bueno									
54-40	Regular									
39-25	Malo									
25-10	Muy Malo									
10-0	Fallo									

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 9

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+787 – 0+825

UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN		DIRECCIÓN DE POSGRADO		
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)											
VIA:		VIA JUNTUS - GUANO			TRAMO:		0+787 - 0+825				
FECHA:		19 DE DICIEMBRE DEL 2023			SECCION:		6 METROS - 2 CARRILES				
TIPO:		CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			AREA:		228				
1.- PIEL DE COCODRILO				8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS				15.- AHUELLAMIENTO			
2.- EXUDACION O SANGRADO				9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA				16.- DESPLAZAMIENTO			
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE				10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS				17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA			
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO				11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P				18.- PROTUBERANCIA			
5.- CORRUGACION				12.- AGREGADOS PULIDOS				19.- METEORIZACION/			
6.- DEPRESIONES				13.- HUECOS				DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE				14.- CRUCE DE FERROCARRIL							
NIVEL DE SEVERIDAD		UNIDADES DE MUESTRA		INTER. DE UNI DE M.		NUMERO MAXIMO DE VD		GRAFICO			
LOW	Baja	L									
MEDIUM	Media	M	$n=(N \times \sigma^2)/(e2/4 \times (n-1)+\sigma^2)$	$i=N/n$	$zi = 1.00 + (9 /98) * (100 - HDV$						
HIGH	Alta	H									
INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES											
TIPO DE FALLA				UNIDAD	SEVERIDAD	LARGO (m)	ANCHO (m)	PROF (m)	TOTAL		
1.- PIEL DE COCODRILO				m2	H	8	1		8		
5.- CORRUGACION				m2	L	2	1		2		
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS				m	M	5			5		
1.- PIEL DE COCODRILO				m2	L	10	0.4		4		
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE				m	M	5			5		
VALORES DEDUCIDOS											
TIPO DE FALLA				UNIDAD	SEVERIDAD	TOTAL	DENSIDA D d%	VD	q		
1.- PIEL DE COCODRILO				m2	H	8	3.509	49	5		
5.- CORRUGACION				m2	L	2	0.877	2			
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS				m	M	5	2.193	7			
1.- PIEL DE COCODRILO				m	L	4	1.754	15			
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE				m	M	5	2.193	8			
Numero de valores deducidos mayores a 2								numero maximo de VD	m	5.7	
CALCULO PCI											
VALORES DEDUCIDOS							VDT	q	VDC		
1	49	15	8	7	2		81	5	42		
2	49	15	8	7	2		81	4	45		
3	49	15	8	2			74	3	46		
4	49	15	2				66	2	48		
5	49	2					51	1	52		
							PCI= (100- Max VDC)/5				
<b>Rango</b>							<b>Clasificacion</b>		<b>COLOR</b>		
100-85							Excelente				
84-70							Muy Bueno				
69-55							Bueno				
54-40							Regular				
39-25							Malo				
25-10							Muy Malo				
10-0							Fallo				
							Max. VDC		52		
							PCI		48		
							CLASIFICACION				
							REGULAR				

Nota. Fuente: Propia.

## HOJA DE CÁLCULO 10

Evaluación del índice de condición de pavimentos PCI del tramo 0+885 – 0+924

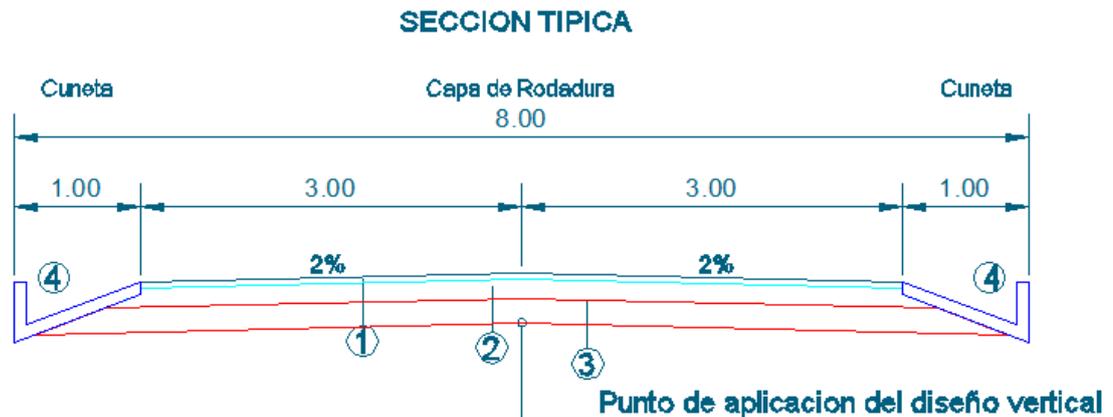
UNIVERSIDAD NACIONAL DE CHIMBORAZO							
VICERRECTORADO DE POSGRADO E INVESTIGACIÓN							
DIRECCIÓN DE POSGRADO							
EVALUACION DEL INDICE DE CONDICION DE PAVIMENTOS (PCI)							
<b>VIA:</b>	VIA JUNTUS - GUANO			<b>TRAMO:</b>	0+885 - 0+924		
<b>FECHA:</b>	19 DE DICIEMBRE DEL 2023			<b>SECCION:</b>	6 METROS - 2 CARRILES		
<b>TIPO:</b>	CARPETA ASFALTICA- PAVIMENTO FLEXIBLE			<b>AREA:</b>	234		
1.- PIEL DE COCODRILO	8.- AGRIETAMIENTO REFLEJO DE JUNTAS			15.- AHUELLAMIENTO			
2.- EXUDACION O SANGRADO	9.- DESNIVEL CARRIL/ BERMA			16.- DESPLAZAMIENTO			
3.- AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS			17.- AGRIETAMIENTO MEDIA LUNA			
4.- BOMBEO Y HUNDIMIENTO	11.- PARCHADO Y ACOMETIDAS DE S.P			18.- PROTUBERANCIA			
5.- CORRUGACION	12.- AGREGADOS PULIDOS			19.- METEORIZACION/			
6.- DEPRESIONES	13.- HUECOS			DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS			
7.- AGRIETAMIENTO EN BORDE	14.- CRUCE DE FERROCARRIL						
<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>	<b>UNIDADES DE MUESTRA</b>		<b>INTER. DE UNI DE M.</b>	<b>NUMERO MAXIMO DE VD</b>		<b>GRAFICO</b>	
LOW	Baja	L	$i=N/n$	$i = 1.00 + (9 / 98) * (100 - HDV$			
MEDIUM	Media	M					
HIGH	Alta	H					
<b>INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES</b>							
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>LARGO (m)</b>	<b>ANCHO (m)</b>	<b>PROF (m)</b>	<b>TOTAL</b>	
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	1	1		1	
15.- AHUELLAMIENTO	m2	L	10	0.4		4	
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	7			7	
13.- HUECOS	m2	L	2	0.5		1	
<b>VALORES DEDUCIDOS</b>							
<b>TIPO DE FALLA</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>SEVERIDAD</b>	<b>TOTAL</b>	<b>DENSIDA D d%</b>	<b>VD</b>	<b>q</b>	
1.- PIEL DE COCODRILO	m2	L	1	0.427	5	4	
15.- AHUELLAMIENTO	m2	L	4	1.709	12		
10.- AGRIETAMIENTO LONG. Y TRANS	m	M	7	2.991	9		
13.- HUECOS	m2	L	1	0.427	10		
Numero de valores deducidos mayores a 2					numero maximo de VD	m	9.1
<b>CALCULO PCI</b>							
<b>VALORES DEDUCIDOS</b>				<b>VDT</b>	<b>q</b>	<b>VDC</b>	
1	12	10	9	5	36	17	
2	12	10	9	2	33	19.5	
3	12	10	2		24	18	
4	12	2			14	14	
PCI= (100- Max VDC)/5							
<b>Rango</b>	<b>Clasificacion</b>	<b>COLOR</b>					
100-85	Excelente						
84-70	Muy Bueno						
69-55	Bueno						
54-40	Regular						
39-25	Malo						
25-10	Muy Malo						
10-0	Fallo						
Max. VDC		19.5					
PCI		80.5					
<b>CLASIFICACION</b>							
<b>MUY BUENO</b>							

Nota. Fuente: Propia.

### 7.3 Anexo 3. Sección Típica de la Vía

#### Ilustración 1

*Sección típica de la Vía Juntus - Guano*



- ① Capa de Rodadura.  $e=5\text{cm}$
- ② Capa de Base.  $e=15\text{cm}$  AREA= 0.98 m<sup>2</sup>
- ③ Capa de Sub-base.  $e=20\text{cm}$  AREA = 1.45 m<sup>2</sup>
- ④ Cuneta. Area= 0.14 m<sup>2</sup>

*Nota.* Fuente: Propia.