

UNIVERSIDAD NACIONAL INTERCULTURAL FABIOLA SALAZAR LEGUIA DE BAGUA

FACULTAD DE INGENIERÍA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua
Grande - Cajaruro - Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024**

Tesis para obtener el grado académico de Ingeniero Civil

Autor: Dayton Derby Vasquez Delgado

Asesor: Mg. Marco Antonio Camacho Aguirre

BAGUA – PERÚ

2025

DEDICATORIA

A Dios por haberme otorgado el don de la vida, a mis padres por su profundo esmero hacia mi superación personal, a mis hermanos por la motivación.

AGRADECIMIENTO

A la universidad por haberme dotado de los conocimientos teóricos y prácticos para poder afrontar con ahincó la vida profesional, a mis padres eternamente agradecido por su apoyo constante tanto económicamente y motivacional y a mis hermanos por su motivación.

DECLARATORIA DE AUTENTICIDAD DEL ASESOR

Yo, Aguirre Camacho Marco Antonio, docente de la escuela profesional de ingeniería civil de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, asesor del informe de tesis titulado: “Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande - Cajaruro - Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024” del autor Dayton Derby Vasquez Delgado, constato que la investigación tiene un índice de similitud del 18% verificable en el reporte de originalidad del programa Turnitin, el cual ah sido realizado sin filtro, ni exclusiones.

He revisado dicho reporte y concluyo que cada uno de las coincidencias detectadas no constituyen al plagio. A mi leal saber y entender el proyecto de investigación cumple con las normas para el uso de citas y referencias establecidas por la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

En tal sentido asumo la responsabilidad que corresponda ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto los documentos como de información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes de la universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

Bagua, 03 de agosto del 2026.

Apellidos y Nombre del Asesor: Aguirre Camacho, Marco Antonio	
DNI: 26709985	Firma: 
ORCID: https://orcid.org/0000-0002-1485-7393	
CORREO: maguirre@unibagua.edu.pe	

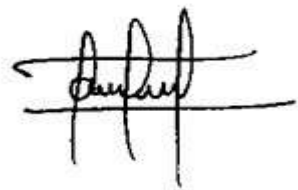
DECLARATORIA DE ORIGINALIDAD DEL AUTOR

Yo, Vasquez Delgado Dayton Derby, egresado de la escuela profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua, declaro bajo juramento que todos los datos e información que acompañe al informe de tesis titulado: “Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande - Cajaruro - Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024” es de mi autoría, por lo tanto, declaro que el proyecto de investigación:

1. No ha sido plagio ni total, ni parcial.
2. He mencionado todas las fuentes empleadas, identificando correctamente toda cita textual o paráfrasis provenientes de otras fuentes.
3. No ha sido publicado ni presentado anteriormente para la obtención de otro grado académico o título profesional.
4. Los datos presentados en los resultados no han sido falseados, ni duplicados, ni copiados.

En tal sentido, asumo la responsabilidad que corresponde ante cualquier falsedad, ocultamiento u omisión tanto de los documentos como la información aportada, por lo cual me someto a lo dispuesto en las normas académicas vigentes en la Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua.

Bagua, 03 de agosto del 2026

Apellidos y Nombre del Autor: Vasquez Delgado Dayton Derby	
DNI: 71573536	Firma: 
ORCID: https://orcid.org/0009-0003-6975-2390	
CORREO: dvasquez@unibagua.edu.pe	

Índice de contenidos

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTO	II
ÍNDICE DE TABLAS	VII
ÍNDICE DE FIGURAS	VIII
RESUMEN	IX
ABSTRACT	X
INTRODUCCIÓN	XI
I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA	1
1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	2
1.3 OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.3.1 <i>Objetivo General</i>	2
1.3.2 <i>Objetivos Específicos</i>	2
1.4 IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN	2
1.4.1 <i>Importancia</i>	2
1.4.2 <i>Alcance</i>	3
1.5 LIMITACIONES DE LA INVESTIGACIÓN	3
II MARCO TEÓRICO	4
2.1 ANTECEDENTES DE ESTUDIO	4
2.2 BASES TEÓRICAS DE LA PRIMERA Y SEGUNDA VARIABLE	9
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS	27
III HIPÓTESIS Y VARIABLES	30
3.1 VARIABLES	30
OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE.	30
3.2 OPERACIONALIZACIÓN DE LA VARIABLE	30
IV METODOLOGÍA	32
4.1 ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN	32
4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN	32
4.3 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN:	32
4.4 MÉTODO	32
4.5 POBLACIÓN Y MUESTRA	33

4.6	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	34
4.7	VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE INSTRUMENTOS	35
4.8	CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS	37
V RESULTADO		38
5.1	PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS	38
5.2	DISCUSIÓN DE RESULTADOS	52
VI CONCLUSIONES		54
VII RECOMENDACIONES		55
VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS		56

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Niveles de severidad	17
Tabla 2 Rangos de calificación del PCI	20
Tabla 3 Escala de clasificación Pavement Condition Index (PCI).	25
Tabla 4 Dimensiones e indicadores de la variable	30
Tabla 5 Operacionalización de la variable	31
Tabla 6 Longitudes de unidades de muestreo asfálticas	38
Tabla 7 Cálculo del PCI en la UM 01	45
Tabla 8 Cálculo del PCI en la UM 10	48
Tabla 9 Cálculo del PCI en la UM 77	51

|

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Paquete estructural.	10
Figura 2 Pavimento flexible, rígido	11
Figura 3 Cantidad de estados de condición de pavimentos	40
Figura 4 Distribución porcentual de los estados de condición del pavimento.....	41
Figura 5 Datos cuantitativos de la UM-01	42
Figura 6 Fallas del pavimento en la unidad de muestra 01 (UM-01)	44
Figura 7 Valor de deducción corregido (UM-01)	45
Figura 8 Datos cuantitativos de la UM-10.....	46
Figura 9 Fallas del pavimento en la unidad de muestra 10 (UM-10)	46
Figura 10 Valor de deducción corregido (UM-10)	48
Figura 11 Datos cuantitativos de la UM-77	49
Figura 12 Fallas del pavimento en la unidad de muestra 77 (UM-77)	49
Figura 13 Valor de deducción corregido (UM-77)	51

Resumen

Con el objetivo de evaluar el estado físico del pavimento flexible en la carretera AM-101 Bagua Grande-Cajaruro-Bagua, particularmente entre los hitos kilométricos 17+000 y 20+000, en la región de Amazonas, se llevó a cabo un estudio para identificar las características de los defectos superficiales. El problema tratado estaba vinculado a la carencia de información técnica actualizada que posibilitara una evaluación precisa del estado de deterioro existente en la carretera. Para lograr este objetivo, se utilizó un enfoque cuantitativo de carácter descriptivo, en el que el método del índice de condición del pavimento (PCI) fue la herramienta principal. Se llevó a cabo la recolección de datos mediante inspecciones visuales realizadas en 92 unidades de muestreo distribuidas a lo largo de la sección evaluada. Se identificaron los diferentes tipos de deterioro durante el trabajo de campo, y también se registró la gravedad y la extensión de estos. Los resultados mostraron que las condiciones de las secciones analizadas eran significativamente diferentes: el 39% de las unidades evaluadas estaban en condiciones que iban desde "bueno" hasta "muy bueno", mientras que el 57% se encontraban en estado que iba desde "regular" hasta "muy malo". Además, el 4% de las unidades fueron categorizadas como fallidas. Las formas de deterioro más frecuentes fueron la pérdida de agregados, las grietas y los parches. En última instancia, se concluyó que el estado general del pavimento pertenece a la categoría "regular", un hallazgo que resalta la urgencia de realizar tareas de rehabilitación y mantenimiento, dándole prioridad a las partes más afectadas para mantener la funcionalidad de la carretera y optimizar las condiciones de seguridad para los usuarios.

Palabras clave: Pavimento flexible, fallas superficiales, índice de condición del pavimento (PCI)

Abstract

With the aim of evaluating the physical condition of the flexible pavement on the AM-101 Bagua Grande–Cajaruro–Bagua highway, specifically between kilometer markers 17+000 and 20+000 in the Amazonas region, a study was conducted to identify the characteristics of surface distresses. The problem addressed was related to the lack of updated technical information that would allow an accurate assessment of the existing level of pavement deterioration. To achieve this objective, a quantitative and descriptive research approach was adopted, using the pavement condition index (PCI) method as the primary evaluation tool. Data were collected through visual inspections carried out on 92 sampling units distributed along the evaluated section. During the fieldwork, different types of pavement distresses were identified, and their severity and extent were recorded. The results revealed significant differences in pavement condition among the analyzed sections: 39% of the evaluated units were classified from “good” to “very good,” while 57% ranged from “fair” to “very poor.” In addition, 4% of the units were categorized as “failed.” The most frequently observed distresses were aggregate loss, cracking, and patching. Ultimately, it was concluded that the overall pavement condition falls within the “fair” category. This finding highlights the urgent need for rehabilitation and maintenance interventions, prioritizing the most deteriorated sections in order to preserve roadway functionality and improve safety conditions for users.

Key words: Flexible pavement, surface defects, pavement condition index (PCI)

Introducción

El cuidado y análisis de las carreteras fueron fundamentales para garantizar que las redes de transporte funcionaran de manera segura y eficiente; en este sentido, examinar la superficie de los pavimentos emergió como una práctica esencial para asegurar que permanecieran útiles y resistentes a lo largo del tiempo. Durante el año 2024, esta investigación se concentró en una evaluación particular de la superficie del segmento carretero entre el kilómetro 17 y el kilómetro 20 de la carretera Bagua Grande-Cajaruro-Bagua, ubicada en la región amazónica. Por su clima especial, esta zona presentaba un reto importante para el mantenimiento de las carreteras, por lo que era fundamental hacer un estudio minucioso del estado del pavimento en ese segmento. Esto permitió entender los problemas que enfrentaba la carretera, como el desgaste y los daños, e identificar los cuidados específicos que se requerían.

Para llevar a cabo esta evaluación, se emplearon métodos reconocidos como el PCI; se consideraron elementos relacionados con la gravedad del pavimento, la presencia de baches, grietas u otras formas de deterioro. Además, los resultados se compararon con normas técnicas para evaluar el estado de la carretera y sugerir medidas correctivas. Esto permitió una mejor comprensión del estado de la pavimentación en esta zona concreta y la planificación de las acciones de mantenimiento necesarias para garantizar una mayor seguridad y eficacia en la carretera.

I PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 Determinación del problema de investigación

Actualmente, la vía AM-101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, conformada por un pavimento flexible con superficie bicapa, muestra diferentes manifestaciones de desgaste en su capa de rodadura. El deterioro que se ha observado incluye agrietamiento, pérdida de agregado, deformaciones, reparaciones anteriores y otros fallos visibles que señalan un progresivo deterioro de la infraestructura vial. Esta circunstancia tiene efecto en el tráfico, afecta la calidad de la carretera y pone en riesgo la seguridad del usuario. De no realizarse una evaluación técnica que permita determinar oportunamente la magnitud de estos daños, el deterioro podría incrementarse progresivamente, reduciendo la capacidad de servicio y el comportamiento estructural del pavimento.

La utilización de metodologías estandarizadas, como el Pavement Condition Index (PCI), para evaluar el estado superficial permite la identificación, cuantificación y clasificación objetivas de las clases de deterioro que se encuentran en una vía. No obstante, para el tramo de la carretera AM-101 Bagua Grande-Cajaruro-Bagua no existe una evaluación técnica actualizada que permita establecer con precisión el nivel de deterioro existente.

Esta carencia de información limita la adecuada toma de decisiones en la planificación de actividades de mantenimiento, rehabilitación o reconstrucción vial, lo que puede generar mayores costos de intervención y riesgos para los usuarios. En este contexto, surge la necesidad de realizar una evaluación técnica basada en el método PCI, que permita identificar y analizar los tipos de fallas superficiales y determinar el estado físico del pavimento en el tramo de estudio.

En consecuencia, se plantea la siguiente interrogante de investigación:

¿Qué tipos de fallas y estado físico presenta el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM-101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua?

1.2 Formulación del problema

¿Qué tipos de fallas y estado físico presenta el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM. 101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua?

1.3 Objetivos de la Investigación

1.3.1 Objetivo General

Evaluar los tipos de fallas y el estado físico que presenta el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM. 101 Bagua Grande - Cajaruro – Bagua.

1.3.2 Objetivos Específicos

- Identificar los tipos de fallas superficiales presentes en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM-101 Bagua Grande - Cajaruro - Bagua, en el tramo comprendido entre el km 17+000 y el km 20+000, región Amazonas, durante el año 2024.
- Analizar las fallas superficiales identificadas en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM-101 Bagua Grande - Cajaruro - Bagua, mediante la aplicación del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI), en el tramo km 17+000 al km 20+000, región Amazonas, 2024.
- Determinar el estado físico del pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM-101 Bagua Grande - Cajaruro - Bagua, en función de los valores obtenidos del método PCI.
- Proponer tratamientos de mantenimiento y reparación de las fallas superficiales identificadas, de acuerdo con el estado del pavimento y las condiciones actuales de la vía AM-101 Bagua Grande - Cajaruro - Bagua, en el tramo km 17+000 al km 20+000, región Amazonas, 2024.

1.4 Importancia y alcances de la investigación

1.4.1 Importancia

La construcción y el mantenimiento de las carreteras son cruciales para una nación que quiere mejorar la comunicación y la conectividad, porque se considera que la

carretera es el eje de los sistemas de transporte. El objetivo es disminuir la cantidad de fallas detectadas en la carretera. Algunos defectos son perceptibles a simple vista, mientras que otros se sienten al pasar vehículos sobre ellos; por esta razón, se ha llevado a cabo una investigación con la finalidad de mejorar las condiciones de las carreteras.

1.4.2 Alcance

Por lo tanto, el estudio que se presenta determinará el nivel de servicio y la condición física de la vía utilizando el método PCI. Los parámetros de este método nos permitirán establecer las razones más probables del deterioro del pavimento, identificar los defectos más frecuentes en la carretera, examinar los defectos hallados y sugerir tratamientos de reparación recomendados adaptados a las condiciones específicas de la carretera AM. Bagua Grande - Cajaruro - Bagua, desde el kilómetro 17+000 hasta el 20+000, en la región de Amazonas, 2023.

1.5 Limitaciones de la investigación

Ámbito geográfico: El estudio se restringe únicamente al sector de la Carretera AM 101 entre Cajaruro y Bagua Grande, del km 17+000 al km 20+000. Por lo tanto, no es posible extender los resultados a toda la carretera o a otras vías de la región.

Condiciones climáticas: Factores como lluvias intensas, variaciones de temperatura y humedad pueden acelerar el deterioro del pavimento y afectar la evaluación durante el periodo de investigación.

Recursos económicos y de tiempo: El presupuesto autofinanciado y el tiempo estimado de seis meses pueden limitar la aplicación de estudios complementarios o de mayor detalle.

II MARCO TEÓRICO

2.1 Antecedentes de estudio

Antecedentes Internacionales

Khazanovich et al., (2024), para determinar el estado de los pavimentos flexibles y analizar su relación con los valores del Índice Internacional de Rugosidad (IRI), realizaron una investigación sobre las vías urbanas en Europa. Para lograr esto, realizaron evaluaciones de campo a partir de observaciones visuales. Con ellas, detectaron los daños en la superficie de la carretera y registraron su gravedad y el área afectada, según las pautas definidas en la norma ASTM. Con la información recopilada se obtuvieron los índices PCI de los tramos analizados, los cuales fueron posteriormente contrastados con las mediciones de rugosidad realizadas mediante equipos especializados. Los resultados revelaron una correlación notable entre el estado de la superficie del pavimento y los niveles de rugosidad registrados. Los autores concluyeron que el PCI es un método confiable para evaluar la condición de los pavimentos y complementar los sistemas de evaluación empleados en la gestión de infraestructura vial.

Lu et al. (2025), En Taiwán se realizó un estudio para corroborar la fiabilidad y consistencia del índice de condición de pavimento (PCI) como instrumento para analizar pavimentos urbanos. La metodología se fundamentó en inspecciones de campo que realizaron varios expertos previamente capacitados, quienes aplicaron las pautas definidas en la ASTM D6433. Durante el proceso se registraron los deterioros observados en la superficie, considerando su tipología, nivel de gravedad y porcentaje de afectación dentro de cada unidad evaluada. Posteriormente, los índices PCI obtenidos por los diferentes evaluadores fueron sometidos a comparación para determinar el grado de uniformidad de los resultados. Los hallazgos evidenciaron una elevada coincidencia entre las valoraciones realizadas, lo que refleja una adecuada estabilidad del método cuando se emplean criterios técnicos homogéneos. En consecuencia, los autores señalaron que el PCI constituye una metodología sólida para el diagnóstico de pavimentos, siempre que su aplicación se realice bajo procedimientos estandarizados y personal debidamente entrenado.

Simón Baque-Solis (2020), en su investigación con el título "Evaluación del estado de la calzada flexible mediante el método PCI en la sección II de la carretera Puerto-Aeropuerto, Manta, provincia de Manabí", el objetivo era establecer las condiciones superficiales del pavimento usando el índice de condición del pavimento (PCI). Para este propósito, se evaluaron 26 unidades de muestra y se identificaron y cuantificaron los distintos tipos de deterioro en la carretera. El análisis arrojó un puntaje PCI de 49, lo que posiciona la sección en el grupo "regular". Las fallas más frecuentes incluían la pérdida de agregado, las grietas en bloque, las grietas alargadas y transversales, las grietas de cocodrilo y el pulido del agregado. Se registraron también otros tipos de deterioro, incluyendo corrugación, baches, hendiduras, deformaciones, grietas en el borde, parches y pequeñas abultamientos. Se llegó a la conclusión de que la carretera está tan deteriorada que necesita mantenimiento preventivo y correctivo, además de trabajos de rehabilitación para devolverla a condiciones adecuadas de funcionamiento, según los resultados obtenidos.

Para Pachay Parrales (2017), en la investigación titulada "Análisis del estado del pavimento flexible en la vía de acceso a la Parroquia La Unión (0+000 – 0+966) mediante el método PCI", tuvo como propósito determinar las condiciones de conservación de la superficie de rodadura en la carretera de acceso a la parroquia La Unión, ubicada en Jipijapa. Para alcanzar este objetivo, se efectuó una evaluación visual sistemática basada en los lineamientos del método PCI, permitiendo reconocer y clasificar los deterioros existentes en el pavimento. Los formularios establecidos por las normas ASTM se usaron para documentar los datos recopilados durante el trabajo de campo, considerando la naturaleza de los defectos, su gravedad y qué tan dañada estaba cada unidad analizada. Los resultados permitieron evaluar el estado del pavimento y aportaron información técnica para planear actividades futuras de conservación y mantenimiento vial.

Antecedentes Nacionales

Lopez (2021a), El propósito del estudio "Análisis superficial del pavimento flexible de la Avenida Metropolitana - Ate, Lima (2021)" era establecer el estado de la superficie de la carretera en un segmento representativo de esta utilizando el Índice de Condición del Pavimento (PCI). La evaluación se realizó de acuerdo con las directrices técnicas establecidas por ASTM, lo cual permitió determinar, clasificar y cuantificar el daño

existente en el pavimento. Los resultados indicaron que la pérdida agregada fue el tipo de daño más frecuente, representando cerca de la mitad de los defectos registrados durante la inspección. El autor también señaló que la alta frecuencia de este tipo de deterioro probablemente está relacionada con factores climáticos, especialmente las lluvias intensas y los efectos del fenómeno conocido como El Niño costero, que provocan un desgaste acelerado de la superficie vial. Finalmente, se concluyó que las condiciones ambientales tienen una influencia importante en la aparición y evolución de los deterioros observados.

Contreras Delgado (2022), en la investigación denominada “Diseño del Pavimento Flexible con Tratamiento Superficial Bicapa en el Camino Vecinal Intersección Vía a Huancavelica – Occoropuquio”, tuvo como propósito establecer una alternativa de diseño estructural para un pavimento flexible empleando una superficie bicapa en el tramo objeto de estudio. La metodología combinó procesos de análisis, síntesis e interpretación de información técnica, enmarcándose dentro de una investigación aplicada de alcance descriptivo y explicativo, desarrollada bajo un diseño no experimental. Se consideraron las normas y los parámetros establecidos en el Manual de Autopistas acerca de suelos, geología, geotecnia y pavimentos para determinar la estructura del pavimento. Por lo tanto, se definieron las dimensiones necesarias para cada una de las capas estructurales, garantizando que el diseño propuesto aborde correctamente las condiciones y características del tráfico en el lugar evaluado.

Según Ocsa (2021), en la investigación titulada “Análisis superficial del pavimento flexible bicapa mediante el método PCI en el distrito de Chuquibambilla, sector Abra Lliullita, del km 68+600 al km 73+600, Apurímac – 2020”, Se realizó un estudio del estado de la superficie pavimentada en el tramo comprendido entre los hitos kilométricos señalados, empleando como principal instrumento analítico el índice de condición del pavimento (PCI). El estudio se realizó mediante un método cuantitativo, cuyo alcance era descriptivo y el diseño no experimental. La recolección de información se efectuó mediante inspecciones visuales de campo, siguiendo los lineamientos establecidos por la metodología PCI para la selección y evaluación de las unidades de muestreo. En total, se examinaron 15 unidades representativas y una unidad adicional, registrándose los deterioros observados en los formatos oficiales del método. Este procedimiento permitió disponer de información organizada y verificable para determinar objetivamente el estado del pavimento evaluado.

Lope Cruz (2018), en la investigación denominada “Análisis de la condición superficial del pavimento flexible en la Avenida El Sol - Villa María del Triunfo mediante el método PCI (2018)”, El objetivo del estudio era establecer el estado de la superficie asfáltica de la carretera mediante el Índice de Condición del Pavimento (PCI). El estudio se llevó a cabo con un enfoque descriptivo y explicativo; empleando un diseño transversal no experimental que permitió analizar las condiciones existentes sin alterar las variables de la investigación. Según la evaluación realizada, se obtuvieron indicadores cuantitativos que permitieron categorizar el estado del pavimento, lo que llevó a la conclusión de que la carretera tenía un nivel de servicio correspondiente con la categoría “Regular”. Además, los resultados subrayaron la importancia de aplicar medidas de mantenimiento para evitar que el deterioro observado empeore. Finalmente, el uso del método PCI facilitó la definición de alternativas de intervención acordes con el estado de la vía, contribuyendo a una mejor planificación de los recursos destinados al mantenimiento y rehabilitación vial.

Según Leguía Loarte et al., (2016), en la investigación titulada “Análisis superficial del pavimento flexible mediante el método Pavement Condition Index (PCI) en la Avenida Cieneguilla, distrito de Cieneguilla”, se buscó establecer las condiciones de conservación del pavimento flexible en el sector comprendido entre las progresivas km 0+000 y km 2+400. Para ello, se aplicó el método PCI como instrumento de diagnóstico de la superficie de rodadura. La metodología incluyó recorridos de inspección visual en campo para identificar y registrar los deterioros presentes, complementándose posteriormente con un procesamiento estadístico de la información recopilada. A partir de este procedimiento fue posible determinar el índice PCI de la vía y clasificar su condición de acuerdo con los rangos establecidos por la metodología. Los resultados obtenidos mostraron un valor promedio de PCI de 40,45, ubicando al tramo evaluado dentro de la categoría Regular. En función de ello, se recomendó programar acciones de mantenimiento orientadas a conservar la capacidad de servicio de la vía y retardar el avance de los procesos de deterioro.

Antecedentes Locales

Para Alvines (2018), en la tesis denominada “Análisis de la condición superficial del pavimento flexible en la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, del km 5+000

al km 8+000, Amazonas (2018)”, el Índice de Condición de Pavimento (PCI) se utilizó para evaluar el estado del pavimento de la carretera. El análisis de 23 unidades de muestreo, conforme a los métodos técnicos definidos por la metodología PCI para determinar y calcular daños, fue parte de la investigación. Los resultados mostraron que las secciones evaluadas se mantuvieron en un estado de servicio adecuado para el tránsito vehicular. Asimismo, se identificaron diversos factores asociados al deterioro del pavimento, entre ellos deficiencias constructivas, empleo de materiales con características inadecuadas, influencia de condiciones climáticas, problemas en los sistemas de drenaje, ausencia de programas de conservación periódica y limitaciones relacionadas con el diseño estructural de la carretera. Estos hallazgos permitieron comprender las causas que afectan el desempeño del pavimento y la necesidad de implementar estrategias de mantenimiento oportuna.

Según Meléndez Tuesta (2018), en la investigación titulada “Análisis del estado del pavimento flexible entre el km 326+000 y el km 327+250 de la carretera Cajamarca - Chachapoyas, región Amazonas (2016)”, se realizó una evaluación del estado de la superficie del pavimento usando el Índice de Condición del Pavimento (PCI). El estudio consistió en detectar y registrar los daños existentes en la carretera, establecer su gravedad y sugerir opciones de reparación adecuadas a las condiciones observadas. La información obtenida durante las inspecciones de campo fue procesada y analizada en gabinete, permitiendo calcular la densidad de las fallas, los valores deducidos correspondientes y el PCI de cada unidad evaluada. Posteriormente, se obtuvo un valor representativo para todo el tramo mediante un promedio ponderado. Los resultados indicaron un PCI de 63, ubicando a la carretera dentro de la categoría de Buen estado. Por lo tanto, se sugirió que se realizaran actividades de mantenimiento periódico y conservación rutinaria para mantener el rendimiento funcional del pavimento y prolongar su vida útil.

Vargas Rubio (2019), realizó una investigación en la provincia de Bagua, ubicada en el Departamento de Amazonas, con el objetivo de evaluar la condición superficial del pavimento flexible en el tramo El Muyo–La Libertad a través del Índice de Condición de Pavimento (PCI). La investigación fue parte de un proyecto de investigación descriptiva con un diseño no experimental. Para la evaluación, la carretera fue segmentada en unidades de muestreo con características homogéneas, sobre las cuales se efectuaron inspecciones visuales de campo destinadas a reconocer y registrar los deterioros

presentes. Durante el proceso se identificaron las fallas, considerando su tipología, nivel de severidad y magnitud de afectación, conforme a los procedimientos establecidos por la metodología PCI. La información recopilada permitió determinar el índice PCI de cada unidad y obtener una valoración global del tramo analizado. Los resultados evidenciaron diferencias en la condición del pavimento, identificándose sectores con estados que variaban desde buenos niveles de servicio hasta condiciones deficientes, asociadas a un deterioro superficial considerable. Por último, el autor concluyó que las labores de mantenimiento eran imprescindibles para retornar el funcionamiento de la carretera, y al mismo tiempo subrayó la utilidad del método PCI como instrumento para evaluar imparcialmente el estado del pavimento.

2.2 Bases teóricas de la primera y segunda variable

Pavimentos

El pavimento constituye una estructura que experimenta deformaciones por flexión a lo largo de toda su superficie como resultado del paso de las cargas vehiculares. Este tipo de pavimento es uno de los más empleados en áreas con alto volumen de tránsito, debido a su capacidad para soportar esfuerzos repetitivos y distribuir adecuadamente las cargas (De La Cruz & Paredes, 2021)

Las vías terrestres están conformadas por un conjunto de capas de materiales colocados sobre una superficie del terreno previamente preparada. Su objetivo principal es permitir que los vehículos viajen de manera segura y cómoda sobre una superficie estable, a la vez que se evita la filtración de agua en las capas subyacentes. En las zonas urbanas, los pavimentos se construyen principalmente con mezclas asfálticas o con concreto hidráulico, por ser materiales de amplia aplicación y buen desempeño. Esta superficie superior integra el sistema estructural del pavimento, el cual se compone de diferentes estratos con espesores específicos, diseñados para resistir las cargas del tránsito a lo largo de su vida útil (Guzmán & Mogrovejo, 2017) (Véase figura 1).

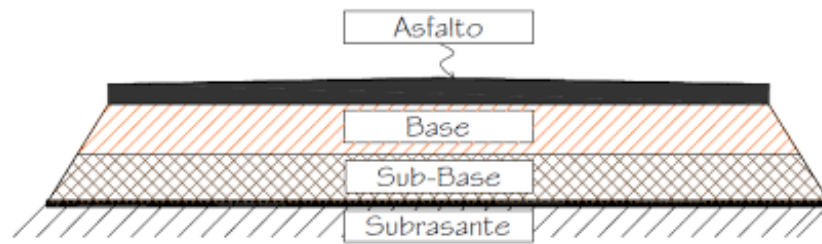


Figura 1 Paquete estructural.

Nota: Distribución característica de las capas que conforman un pavimento flexible. Tomada de *Repositorio Institucional PIRHUA*.

Clasificación de pavimentos

No todos los pavimentos incorporan todas las capas que se muestran en la Figura 1; cuando alguna capa se omite o se reemplaza durante el diseño o la construcción, se modifica el comportamiento del sistema estructural. Esta variación puede incidir directamente en la capacidad de carga de la subrasante, modificar la selección de materiales y cambiar la respuesta del pavimento ante las cargas del tráfico y las condiciones de servicio. Por esta razón, se reconocen tres categorías principales de pavimentos, diferenciándose principalmente por la composición de sus capas y el comportamiento estructural: pavimentos flexibles, rígidos y híbridos (Chambi & Chagua, 2017).

a) Pavimento flexible

Un pavimento flexible se define como aquel constituido por capas relativamente gruesas de materiales granulares, comúnmente organizadas en base y subbase. Su rasgo principal es que se deforma de manera elástica cuando soporta cargas de tráfico, traspassando las tensiones a las capas inferiores sin romperse (Fonseca, 2002, p.2).

El pavimento se puede entender como una estructura formada por una o varias capas superpuestas que descansan sobre un terreno previamente preparado. Su diseño y construcción buscan soportar cargas tanto estáticas como dinámicas durante un período determinado, tiempo en el cual es necesario realizar mantenimientos o tratamientos que permitan extender su vida útil. Está conformado por estratos de distinto espesor y calidad, cuya función principal es ofrecer una superficie uniforme, resistente al desgaste y con adecuada adherencia, además de asegurar estabilidad y permanencia frente a la acción de las cargas (Diseno y Const de Pavimentos - Vivar PDF | PDF | Hormigón | Suelo, n.d.).

b) Pavimento rígido

El pavimento rígido, también denominado pavimento de hormigón hidráulico, está compuesto por losas de hormigón que pueden incorporar acero de refuerzo en función de las exigencias del diseño. Estas losas se apoyan sobre una base o subbase que está situada sobre el subrasante. Su principal característica es que las capas inferiores presentan deformaciones mínimas ante las cargas de tránsito. Aunque la inversión inicial suele ser mayor que en los pavimentos flexibles, su vida útil promedio oscila entre 20 y 40 años. En cuanto a su mantenimiento, requiere intervenciones mínimas, enfocadas principalmente en el sellado y conservación de las juntas (Velásquez, 2012).

c) Pavimentos híbrido

El pavimento híbrido o compuesto une los atributos de los pavimentos rígidos y flexibles, fusionando la fuerza de los primeros con la deformabilidad de los segundos. Una situación habitual de esta configuración sucede cuando los bloques de concreto sustituyen la capa de desgaste asfáltica, generando una superficie compuesta (ver Figura 2). Su función principal es moderar la velocidad del tráfico, ya que el contacto de los neumáticos con los bloques genera vibraciones leves que inducen a los conductores a circular cerca de 60 km/h. Se recomienda especialmente este tipo de pavimento para las áreas urbanas, ya que favorece la seguridad vial y el confort del peatón al caminar (Velásquez, 2012).

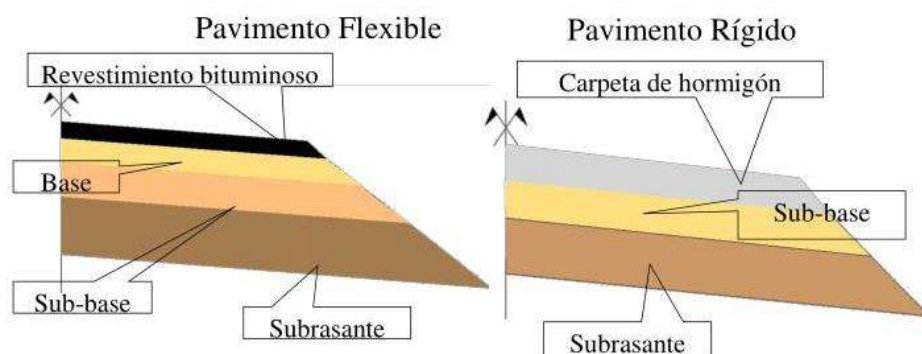


Figura 2 Pavimento flexible, rígido

Nota: Distribución convencional de las capas de un pavimento flexible, rígido. Tomada de *Repositorio Institucional PIRHUA*, Velásquez (2012).

d) Pavimentos especiales

Los pavimentos especiales presentan características particulares. Entre ellos se encuentran los adoquines, que pueden fabricarse en distintas formas: macizos, huecos o de piedra labrada. Requieren un mantenimiento mínimo, generan poco ruido y permiten

una circulación a velocidad moderada. Este tipo de pavimento se utiliza en patios de maniobras, plataformas, carreteras para tránsito pesado y estacionamientos. En el caso de los estacionamientos, la colocación de adoquines permeables o huecos permite el crecimiento de césped y la infiltración de agua hacia el subsuelo, proporcionando además un beneficio ambiental adicional. Otro tipo de pavimento corresponde al empedrado, utilizado principalmente en localidades pequeñas como una alternativa tradicional y también en áreas turísticas, residenciales o de valor histórico. Este tipo de superficie se caracteriza por su larga durabilidad y por ofrecer una integración estética armoniosa con el entorno urbano. No obstante, presenta ciertas desventajas, como el mayor nivel de ruido durante el tránsito y la necesidad de mantener velocidades reducidas. A pesar de ello, su mantenimiento es mínimo, lo que lo convierte en una opción funcional y sostenible para determinados espacios (Velásquez, 2012).

Pavimentos urbanos flexibles

El estudio se centra en el análisis de pavimentos urbanos flexibles, proporcionando una descripción detallada de las capas que los componen y del comportamiento estructural que exhiben frente a las cargas externas. Este tipo de pavimento se compone de cuatro capas principales: la carpeta asfáltica, la base, la subbase y la subrasante. En los apartados siguientes se explica la función particular que cumple cada una dentro del sistema estructural del pavimento (Velásquez, 2012).

a) Carpeta Asfáltica: La capa de asfalto, que se encuentra en la parte superior del pavimento flexible, está situada sobre la base y constituye el área por donde circulan los vehículos. Su función principal es impermeabilizar el sistema estructural, evitando que el agua se filtre en las capas inferiores y, por lo tanto, previniendo su deterioro. Asimismo, protege los estratos subyacentes frente a la desintegración y distribuye las cargas transmitidas por el tránsito. Está compuesta por áridos seleccionados cohesionados mediante un aglomerante asfáltico. Debido a su exposición directa a las condiciones climáticas y al desgaste del tráfico, requiere mantenimientos regulares para conservar su funcionalidad y prolongar su vida útil (Velásquez, 2012).

b) Base: La base corresponde a la capa intermedia del pavimento, localizada justo por debajo de la superficie de rodadura. Su función esencial es recibir las cargas provenientes de la carpeta asfáltica, distribuirlas de manera uniforme y transmitir las a la subbase, que se encuentra en el nivel inferior. Generalmente está conformada por materiales granulares de alta calidad, como piedra chancada o mezclas de agregados con

suelo natural; sin embargo, puede mejorarse mediante estabilización con cemento Portland, cal o ligantes bituminosos, dando origen a una base estabilizada. Esta capa debe garantizar una resistencia y rigidez adecuadas para asegurar el correcto desempeño estructural del pavimento y prevenir deformaciones en las capas inferiores (Velásquez, 2012).

c) Subbase: La subbase ocupa el espacio que queda entre la base y la subrasante, y tiene un papel fundamental en el sistema estructural del pavimento. Recibir y repartir de manera uniforme las cargas provenientes de las capas superiores es su función principal, garantizando que estas lleguen al terreno natural sin provocar deformaciones excesivas. Está conformada, por lo general, por materiales granulares bien graduados, que además favorecen el drenaje del agua y actúan como barrera contra la ascensión capilar, evitando daños por humedad o por variaciones térmicas extremas. Asimismo, esta capa ayuda a estabilizar el comportamiento del suelo de fundación, reduciendo los efectos del hinchamiento o contracción y contribuyendo así a la durabilidad del pavimento (Velásquez, 2012).

d) Subrasante: La subrasante constituye el suelo natural que actúa como soporte del conjunto estructural del pavimento, extendiéndose hasta la profundidad en la que las cargas del tránsito dejan de generar efectos significativos. Según las condiciones geotécnicas del terreno, esta capa puede ejecutarse mediante cortes o rellenos. Una vez compactada, debe cumplir con las especificaciones técnicas del proyecto, garantizando las propiedades mecánicas requeridas, así como la correcta conformación de secciones transversales y pendientes. La calidad de la subrasante es la que determina directamente el rendimiento y el grosor de la pavimentación, por lo que debe tener gran estabilidad, baja compresibilidad y ser capaz de resistir los cambios volumétricos provocados por las variaciones en la humedad (Velásquez, 2012).

Pavimento Superficial Bicapa

El tratamiento superficial bicapa está conformada por dos estratos principales: una capa de material granular y otra compuesta por mezcla asfáltica en caliente. Sobre la base se dispone una capa delgada de concreto, de aproximadamente 4 a 5 cm de espesor, que se extiende junto con la capa inferior para actuar de manera conjunta como un solo elemento estructural del pavimento (Wang et al., 2026).

Ciclo de vida de un pavimento

El análisis de los datos indica que el pavimento tiene una vida útil que puede ser representada por una curva de rendimiento si no hay trabajo de rehabilitación o mantenimiento. Dicha gráfica muestra la variación histórica de la calidad estructural y funcional del pavimento, permitiendo distinguir cuatro fases fundamentales que describen su comportamiento a lo largo del tiempo (She et al., 2026)

Evaluación Superficial de pavimentos

Se señala que el objetivo principal es evaluar la condición superficial y el estado general de la vía, considerando los factores que afectan la seguridad vial, la calidad del servicio y los costos de operación para los usuarios. Para alcanzar dicho objetivo, se realiza una evaluación visual sistemática, mediante la cual es posible detectar y clasificar tres categorías de deterioros presentes en el pavimento:

- Deficiencias superficiales
- Rugosidad
- Pérdida de fricción

La identificación de los deterioros, en especial aquellos vinculados con la superficie del pavimento, se realiza a través del registro y categorización de las irregularidades de acuerdo con su naturaleza y grado de severidad. Posteriormente, esta información se procesa y evalúa utilizando un procedimiento estandarizado, lo que permite obtener un diagnóstico confiable sobre el estado de la vía (Flores & Mogrovejo, 2023)

Clasificación de fallas del pavimento.

Siguiendo los lineamientos que estableció el Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, la evaluación del estado superficial de pavimentos flexibles se organiza dentro de un sistema de clasificación específico. Este permite clasificar las condiciones de las vías según la clase y el grado del daño observado (Varela, 2002):

a. Piel de cocodrilo.

Esta clase de deterioro se presenta como la descomposición de la capa superior del asfalto en bloques rectangulares, consecuencia de que el material se contrae a causa de las variaciones diarias de temperatura. La aparición de estas fisuras indica que el asfalto ha endurecido de manera considerable, situación asociada al empleo de un ligante inadecuado. Aunque puede evolucionar hasta formar un patrón conocido como piel de cocodrilo, su impacto en la circulación vehicular es limitado, ya que se trata principalmente de un daño superficial que afecta en menor grado la capa asfáltica (Varela, 2002).

Severidad

Bajo: Fisuras finas, longitudinales o transversales, paralelas y sin conexión entre sí. No presentan profundidad ni desplazamiento.

Medio: Las grietas comienzan a deteriorarse y pueden desprenderse fácilmente por efecto del tránsito.

Alto: Fisuras amplias y definidas, con bordes rotos o astillados, propensas a moverse con el paso vehicular.

Medición

Por metro cuadrado (m²).

b. Grietas de borde

Las condiciones climáticas provocan que los bordes de las losas se deformen, lo que resulta en la separación entre la base y la propia losa. Esto hace que el soporte en las esquinas se pierda, lo que facilita la aparición de grietas cuando pasan vehículos pesados. La falla alcanza mayor gravedad cuando se produce un desnivel notorio, generando problemas de operación, ya que los vehículos deben frenar bruscamente para evitar alteraciones en la conducción. La zona afectada se encuentra entre la grieta longitudinal y el borde de la calzada, y en ciertos casos se producen desprendimientos de fragmentos completos del pavimento (Varela, 2002).

Severidad

Bajo: Grietas leves sin signos de fragmentación ni desprendimiento.

Medio: Fisuras con inicio de rotura o pequeños desprendimientos.

Alto: Desprendimiento y fragmentación notable en los bordes afectados.

Medición

Por metro lineal (ml).

c. Parcheo y parche de reparación

Un parche consiste en la sustitución de una parte del pavimento por una nueva, con el propósito de reparar el área dañada de la vía. Este procedimiento se clasifica como una falla sin importar el desempeño que presente, ya que con frecuencia las zonas intervenidas tienden a deteriorarse nuevamente, sobre todo en los puntos de unión con el pavimento original (Varela, 2002).

Severidad

Bajo: El parche presente se mantiene en buenas condiciones y permite que el tráfico circule sin inconvenientes.

Medio: El parche muestra deterioros moderados, aunque todavía permite el tránsito.

Alto: El parche presenta defectos significativos, afectando la calidad de la circulación, por lo que requiere reparación inmediata.

Medición

Por metro cuadrado (m²).

d. Exudación

Aplicar una capa de material bituminoso sobre la superficie del pavimento, lo que genera un acabado liso, con brillo notable, apariencia reflectante y una textura resbaladiza o adhesiva (Varela, 2002).

Severidad

Bajo: El tono de la superficie se aclara debido a leves desplazamientos del asfalto que queda parcialmente expuesto.

Medio: En condiciones de calor, la superficie adquiere una textura pegajosa que se adhiere a las ruedas y al calzado.

Alto: El exceso de betún libre genera un aspecto oscuro y brillante en la superficie, volviéndola viscosa y resbaladiza.

Medición

Por metro cuadrado (m²).

e. Huecos

Entre los defectos estructurales del pavimento se encuentran las depresiones o hundimientos, que se manifiestan como un cuenco invertido en la superficie de la vía. Generalmente presentan un diámetro cercano a 0,9 m, con bordes definidos y paredes casi verticales. Estos huecos tienden a agrandarse progresivamente debido a la infiltración de agua en su interior (Varela, 2002).

Severidad

De acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 1 Niveles de severidad

Profundidad / Huecos	Diámetro (mm)		
	102–203 mm	203–457 mm	457–762 mm
12.70 – 25.40 mm	Bajo	Bajo	Medio
>25.40 – 50.80 mm	Bajo	Medio	Alto
>50.8 mm	Medio	Medio	Alto

Nota: Medida de lo nivel de severidad para falla del tipo hueco (Rodríguez & Delgado, 2021).

Medición

Por unidad (Und).

f. Abultamiento y hundimiento

Los baches corresponden a irregularidades que se elevan ligeramente en la superficie del pavimento, distintos de los movimientos cotidianos que se producen por la inestabilidad del terreno. En cuanto al abultamiento, este se origina cuando zonas del asfalto se desplazan o se levantan como una capa, fenómeno que puede asociarse a la expansión de la mezcla asfáltica por efectos de temperatura.

Por otro lado, las deflexiones son variaciones repentinas hacia abajo en la superficie de la vía. Finalmente, las ondulaciones se presentan como deformaciones amplias y prolongadas de la calzada, generando depresiones que afectan la regularidad del tránsito (Varela, 2002).

Severidad

Bajo: Pequeñas deformaciones o desniveles generan una ligera incomodidad durante la circulación.

Medio: Los baches o asentamientos afectan de forma moderada la comodidad y estabilidad del tránsito.

Alto: Hundimientos o elevaciones pronunciadas deterioran significativamente la calidad del desplazamiento vehicular.

Medición

Por metro lineal (ml).

g. Peladura por intemperismo y desprendimiento de agregados

La falla se produce por la pérdida de cohesión en los elementos estructurales del pavimento, ocasionada principalmente por el desprendimiento del ligante asfáltico y el desplazamiento de las partículas del agregado, lo que conlleva a un endurecimiento considerable del ligante. Entre los factores que favorecen este tipo de deterioro destacan las cargas constantes del tránsito, la deficiente preparación de la mezcla debido a falta de personal capacitado y el empleo de agregados con alta capacidad de absorción.

h. Grietas de reflexión de junta

Daño recurrente en vías asfaltadas sobre pavimento rígido (Varela, 2002).

Severidad

Bajo: Abertura menor a 10 mm.

Medio: Abertura 10 mm a 76 mm.

Alto: Abertura mayor a 76 mm.

Medición

Por metro lineal (ml).

i. Pulidero de agregados

Falla causada por el volumen de tránsito.

Severidad

El nivel de riesgo aún no se ha establecido. El pulido debe ser lo suficientemente notable para poder ser evaluado adecuadamente.

Método de medición

Por metro cuadrado (m²).

j. Depresión

Se originan debido al hundimiento o desplazamiento de las capas inferiores del pavimento asfáltico (MOPC, 2016).

Severidad en (mm)

Bajo: 13 - 25 mm.

Medio: 25 - 51 mm

Alto: > 51 mm.

Medición

Por metro cuadrado (m²).

k. Grietas longitudinales y transversales

Usualmente se presentan de forma paralela al eje de la vía y no guardan relación con la magnitud ni con la frecuencia del tránsito (Varela, 2002)

Severidad.

Bajo: abertura < 10.0 mm.

Medio: abertura de 10 a 76 mm.

Alto: abertura > a 76 mm.

Medición

Por metro lineal (ml).

l. Desprendimiento de agregados / meteorización

El desprendimiento en la superficie del asfalto se produce por la pérdida del ligante o por la presencia de agregados sueltos, lo que refleja una deficiente calidad en la mezcla asfáltica. Entre las causas más comunes se encuentran el efecto del tránsito, especialmente de vehículos con orugas que generan mayor daño, así como las filtraciones de aceites que debilitan la adherencia y provocan la reducción de los agregados en la capa de rodadura (Varela, 2002).

Nivel de severidad

Bajo: Presenta leve pérdida de agregados o ligante, con inicio de hundimiento en zonas puntuales. La superficie es firme y no permite penetración aun con presencia de aceite.

Medio: Se aprecia pérdida moderada de material y textura algo rugosa. Ante derrames de hidrocarburos, la superficie se vuelve lisa y fácilmente penetrable.

Alto: Se detecta gran pérdida de agregados y rugosidad marcada. Si los huecos superan 1 mm de diámetro y 13 mm de profundidad, la falla se considera tipo hueco.

Método de medición

Por metro cuadrado (m2).

m. Desnivel carril/berma

Diferencia de nivel entre el borde del pavimento y la superficie de la berma (Varela, 2002).

Severidad

Bajo: ≠ de nivel de 25 a 51mm.

Medio: ≠ de nivel de 51 a 102 mm.

Alto: ≠ de nivel mayor a 102 mm.

Medición

Por metro lineal (ml).

Método del PCI - Pavement Condition Index (PCI)

La evaluación del estado superficial del pavimento se realiza mediante el índice PCI, que utiliza una escala de 0 a 100. Un puntaje bajo (cercano a 0) significa que el pavimento presenta condiciones críticas, mientras que un valor alto (cercano a 100) indica un buen estado. La operatividad y la rugosidad de las carreteras se evalúan mediante esta métrica, la cual fue desarrollada originalmente por la Sociedad Americana de Ingenieros Civiles y posteriormente ratificada por la Asociación Americana de Obras Públicas (APWA). La determinación del periodo de servicio del pavimento se logra mediante su cálculo, el cual se basa en la inspección visual. Este proceso es crucial para identificar tanto el nivel como la severidad del daño en cada uno de sus tramos (Varela, 2002).

El proceso de evaluación del pavimento a través del método PCI inicia con una inspección visual y de campo en la zona específica de estudio. Durante esta fase, se registran y catalogan los daños superficiales de la capa asfáltica, detallando la clase y el alcance de cada deterioro observado. Luego, los datos obtenidos se sistematizan en fichas o formatos de registro, lo que facilita un tratamiento ordenado de la información. Finalmente, se evalúa la condición de cada sección del pavimento aplicando los criterios definidos por la metodología PCI, que incluye la selección aleatoria de las unidades de muestreo (Varela, 2002).

Tabla 2 Rangos de calificación del PCI

Rango	Clasificación
100 – 85	Excelente
85 – 70	Muy Bueno
70 – 55	Bueno
55 – 40	Regular
40 – 25	Malo
25 – 10	Muy Malo
10 – 0	Fallado

Nota: La clasificación PCI (Índice de Condición del Pavimento) funciona como un esquema que detalla el periodo de vida de la carretera. Para ello, establece la gravedad y el grado de deterioro inherente a cada clase de pavimento. Tomada de *Repositorio Institucional UCV* (Palacios & Solon, 2022).

Factores Evaluados

Se consideran tres aspectos principales para estimar el estado del asfalto: el tipo de deterioro presente, el nivel de severidad que presenta cada falla y la cantidad de superficie afectada medida por unidad de área (Varela, 2002).

- Tipo de daño

De acuerdo con la normativa correspondiente, se identifican diecinueve tipos de deterioro que pueden presentarse tanto en pavimentos flexibles como en aquellos de tipo semirrígido.

- Grado de daño

- Bajo (Low): Se manifiestan vibraciones leves en el vehículo al circular a velocidad normal, sin representar riesgo para la seguridad vial.
- Medio (Medium): Se perciben vibraciones notorias que generan sensación de incomodidad y cierta inseguridad durante la conducción.
- Alto (High): Se registran vibraciones intensas que obligan a disminuir la velocidad, con el fin de evitar molestias o riesgos al usuario.

- Nivel de daño

Según Fonseca (2020), este factor se asocia al área afectada dependiendo del tipo de deterioro evaluado, siguiendo las especificaciones establecidas por la norma. Los formatos utilizados varían en función del tipo de superficie o sección del pavimento analizada.

Unidades de muestra

Para obtener resultados con un nivel de confianza del 95 %, se determinan unidades de muestreo representativas. Previamente, el área de estudio debe delimitarse y dividirse en tramos de acuerdo con criterios de diseño, volumen de tránsito y características superficiales de la vía (Huamán Contreras et al., 2023).

Longitud de la unidad de muestra

Según la American Society for Testing and Materials (ASTM) (2023), tiene relación directa con las dimensiones de la vía, Longitud y Ancho.

Unidades de muestreo

Para la determinación del tamaño de la muestra se consideró un nivel de confianza del 95 %. El cálculo se efectuó mediante la ecuación correspondiente, ajustando posteriormente el resultado obtenido al número entero inmediato superior para definir el valor de n (Valera, 2002).

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

N: #min de unid. De muestreo

σ : Desviación estándar del PCI entre muestras.

N: #total de unid. muestra.

e: Error permitido en el estimado del PCI del pavimento (e=5%).

Según Valera (2002), La desviación estándar inicial del pavimento asfáltico se considera con un valor de 10, conforme al procedimiento del método PCI. Posteriormente, el valor real de dicha desviación se determina a partir del índice PCI obtenido en la unidad de muestra analizada mediante el proceso correspondiente.:

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

PCI_i = Índice de PCI de las unidades de muestreo inspeccionadas.

n = Número mínimo de unidades de muestreo inspeccionada.

PCI_s = Índice de PCI obtenido en el tramo.

La cifra resultante permite volver a calcular el número exacto de unidades que requieren ser sometidas a evaluación. En caso de que el valor obtenido exceda la cantidad de muestras ya revisadas, se debe proceder a la selección al azar de unidades adicionales, hasta que se satisfaga el número mínimo exigido para la investigación (Varela, 2002).

Clasificación de la unidad de muestreo

Una vez definida la cantidad de unidades que serán inspeccionadas, la distancia entre ellas se determina mediante un proceso de muestreo aleatorio aplicado con la ecuación correspondiente, redondeando el resultado al número entero más próximo (Varela, 2002).

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

i: Distancia o separación entre las unidades de muestreo, calculada y luego aproximada hacia el número entero menor.

n: Número total de unidades de muestreo seleccionadas para el análisis.

N: Número total de unidades de muestreo existentes o disponibles en el conjunto.

El valor identificado con la letra “i” permite seleccionar de forma aleatoria la primera unidad de muestreo. Posteriormente, se añade el intervalo correspondiente al valor previo para determinar la siguiente muestra. Este procedimiento se repite de manera sistemática hasta abarcar la totalidad del tramo analizado (Varela, 2002).

Unidades de muestreo adicional

Las unidades adicionales se elaboran únicamente cuando los defectos detectados no reflejan adecuadamente las condiciones reales. En tal situación, el evaluador debe elegir una muestra que no sea considerada dentro del grupo no representativo.

Proceso para la evaluación del estado del pavimento

Una vez recopilada toda la información obtenida en campo, se procede en gabinete al cálculo del índice PCI. Este valor se determina aplicando deducciones relacionadas con la cantidad y severidad de los deterioros observados (Seifeddine et al., 2022).

a. Valor deducido (VD) por unidad de muestra:

La evaluación se realizará empleando el formato establecido, en el cual cada tipo de deterioro se cuantifica de acuerdo con su extensión, longitud o número de incidencias. Luego, el total de fallas identificadas, clasificadas según su nivel de severidad, se divide entre el área correspondiente a la unidad de muestreo, obteniéndose así la densidad del daño en términos porcentuales. Finalmente, mediante el uso de las tablas y curvas normativas, se calcula el valor deducido para cada muestra analizada considerando los diferentes grados de severidad observados.

b. Número máximo de valores deducidos (m):

Según Sánchez (2017), cuando se obtiene como resultado que uno o ninguno de los valores deducidos supera el valor de 2, en lugar de considerar el valor deducido corregido más alto, se emplea el total correspondiente a dicho valor. En ese caso, debe aplicarse el procedimiento indicado a continuación.:

Los valores derivados serán tabulados de mayor a menor.

Para hallar el (m):
$$m = 1.00 + \frac{9}{98}(100 - VDM)$$

m: Número máximo de valores deducidos, expresada con un decimal.

VDM: Representa el valor máximo deducido individual correspondiente a cada unidad de muestreo. La cantidad de valores individuales considerados se limita a (m); en caso de que existan menos valores deducidos que dicho número, se emplean todos los disponibles.

c. Máximo valor deducido corregido (VDC)

El Valor Deducido Corregido (VDC) se determina siguiendo el procedimiento que se describe a continuación:

- Se ordenan los Valores Deducidos Individuales (VDI) en orden descendente.
- Se calcula el Valor Deducido Total (VDT), que corresponde a la suma de todos los VDI.
- Los VDI superiores a 2.0 se designan con la letra (q).
- A continuación, se obtiene el VDC utilizando los valores de VDT y q, empleando la curva de corrección establecida en el Manual PCI para pavimentos asfálticos.
- Finalmente, si el valor deducido más bajo que supera 2.0 existe, se ajusta a 2.0 y se repite el proceso desde el primer paso hasta que el valor de (q) sea igual a uno.
- El $VCD_{máx}$ representa al máximo valor de los VDC.

d. Cálculo del PCI

El valor del PCI es igual a:

$$PCI = 100 - VCD_{máx}$$

e. Propuesta para opciones de intervención

Las alternativas de intervención se definirán de acuerdo con los niveles de severidad identificados en cada tipo de deterioro. Las acciones recomendadas son las siguientes:

Mantenimiento: Se aplica cuando los índices de severidad son bajos o corresponden a la categoría L (Low).

Rehabilitación: Se sugiere para valores de severidad intermedios, clasificados como M (Medium).

Reconstrucción: Se plantea en casos donde los índices de severidad alcanzan niveles altos, identificados como H (High).

Tabla 3 Escala de clasificación Pavement Condition Index (PCI).

Rango PCI	Condición	Tipo de Mantenimiento	Acciones Comunes
100 – 85	Excelente	Mantenimiento Preventivo	Sellado de grietas, revestimiento superficial, tratamientos superficiales de refuerzo.
85 – 70	Muy Bueno	Mantenimiento Preventivo	Reparación de fisuras, sellado de grietas, microaglomerados, mantenimiento preventivo.
70 – 55	Bueno	Mantenimiento Preventivo	Reparación de grietas, baches pequeños, sellado y refuerzo de superficie.
55 – 40	Regular	Mantenimiento Correctivo	Reparación de baches, grietas más grandes, reemplazo de capas superficiales de desgaste.
40 – 25	Malo	Mantenimiento Rehabilitador	Rehabilitación parcial, colocación de nuevas capas, reparación profunda.
25 – 10	Muy Malo	Mantenimiento Rehabilitador	Reciclaje, colocación de nuevas capas, reparación estructural.
10 – 0	Fallado	Mantenimiento Reconstructivo	Remoción completa, reconstrucción total de pavimento, nueva base y sub-base.

Nota: Tipos de mantenimiento de la escala de clasificación. Obtenido (Varela, 2002).

Procedimiento del Método PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)

1. Delimitación del área de estudio

- Definición del tramo vial a evaluar.
- Identificación de longitud y ancho de la vía.
- Consideración de características geométricas y de tránsito.

2. División del pavimento en unidades de muestra

- Segmentación del tramo en unidades homogéneas.
- Determinación del número total de unidades (N).

3. Cálculo del número mínimo de unidades de muestreo (n)

- Aplicación de la ecuación:
- Uso de $\sigma = 10$ y error permitido $e = 5$
- Redondeo al entero superior.

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

4. Selección aleatoria de unidades de muestreo

- Cálculo del intervalo de muestreo:
- Selección aleatoria de la primera unidad.
- Selección sistemática de las siguientes unidades.

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

5. Inspección visual en campo

- Recorrido del tramo seleccionado.
- Identificación de fallas superficiales.
- Registro de información en fichas PCI.

6. Identificación y clasificación de deterioros

- Tipo de daño (según normativa PCI).
- Grado de severidad: Bajo (L), Medio (M), Alto (H).
- Nivel de daño según área afectada.

7. Cálculo de la densidad del daño

- Relación entre área dañada y área total de la unidad.
- Expresión en porcentaje.

8. Determinación del Valor Deducido (VD)

- Uso de tablas y curvas PCI.
- Obtención del VD por tipo y severidad de daño.

9. Cálculo del Valor Deducido Corregido (VDC)

- Ordenamiento de valores deducidos.
- Determinación de VDT y número de valores q.
- Obtención del VDC máximo mediante curvas normativas.

10. Cálculo del Índice PCI

$$PCI = 100 - VDC_{m\acute{a}x}$$

11. Clasificación del estado del pavimento

- Excelente
- Muy bueno
- Bueno
- Regular
- Malo
- Muy malo
- Fallado

12. Propuesta de intervención

- Mantenimiento (severidad baja).
- Rehabilitación (severidad media).
- Reconstrucción (severidad alta).

2.3 Definición de términos básicos

Pavimentos

El pavimento constituye una estructura vial diseñada para apoyarse sobre el suelo de fundación, cuya función es distribuir adecuadamente las cargas generadas por el tránsito hacia las capas inferiores que integran el sistema. Estas capas están conformadas por materiales granulares compactados que cumplen con las especificaciones técnicas establecidas en el Manual de Carreteras (Varela, 2002).

Red de pavimento

Corresponde al conjunto de pavimentos que se gestionan como una misma unidad funcional y administrativa, destinada a cumplir un propósito específico. Un ejemplo de ello puede ser una avenida o un aeropuerto, considerados como una red de pavimentos.

Tramo de pavimento

Un tramo corresponde a una porción delimitada de una vía o de una red de pavimentos que se analiza de manera independiente. En este contexto, cada carretera, calle o área destinada al estacionamiento puede considerarse como una unidad particular dentro del sistema vial.

Bicapa

Consiste en una capa superior de concreto de espesor reducido, usualmente comprendido entre 4 y 5 cm, la cual se coloca sobre una base elaborada igualmente con hormigón. Ambas se extienden y compactan de forma conjunta para que funcionen como una sola estructura, conformando así el pavimento final.

Sección de pavimento

Se define como una sección continua del pavimento que mantiene homogeneidad en su construcción, conservación, historial de servicio y condición presente. Cada sección debe conservar condiciones similares de tránsito y nivel de carga aplicada.

Muestra al azar

Es el área representativa dentro de una sección de pavimento que se elige de forma aleatoria para llevar a cabo la evaluación o inspección correspondiente.

Muestra adicional

Se trata de una unidad de muestreo examinada de manera complementaria a las seleccionadas aleatoriamente, con el propósito de considerar aquellas que no resultan representativas dentro del análisis del estado del pavimento.

Índice de condición del pavimento (PCI)

El Índice de Condición del Pavimento (PCI) constituye una metodología cuantitativa utilizada para determinar el nivel de conservación de la superficie de un pavimento. Su aplicación permite conocer las condiciones actuales de la estructura vial y valorar su comportamiento funcional (Amaral, 2017).

Grado de la condición del pavimento

Corresponde a una valoración cualitativa del estado del pavimento, expresada según el rango del índice PCI, que puede ir desde “excelente” hasta “fallado”.

Fallas del pavimento

Las fallas del pavimento corresponden a deterioros observables en la superficie de rodadura, los cuales se generan como consecuencia de la acción repetitiva del tránsito, la influencia de factores climáticos, deficiencias constructivas o la combinación de estos elementos.

III HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 Variables

Variable de estudio

Primera Variable: “Evaluación de las fallas superficiales”

En esta variable se recurre a técnicas de evaluación visual, mediante la inspección directa del pavimento. Para ello, se utiliza el manual de inspección de asfaltos, con el fin de reconocer y describir las características correspondientes a cada indicador.

A continuación, se muestran las dimensiones y los indicadores:

Tabla 4 Dimensiones e indicadores de la variable

Dimensiones	Indicadores
Fallas en el pavimento	Componentes
	Ciclo de vida
Método del PCI	Cálculos de valores reducidos
	Valores deducidos corregido (CDV)
	Calcular PCI
	Número máximo admisible de valores deducidos

Nota: Tipos de dimensiones e indicadores a evaluar (López Gonzales, 2021).

Operacionalización de la variable.

La operacionalización permite trasladar una variable desde un nivel teórico hasta uno práctico y medible, mostrando con precisión el grado en que dicha variable se manifiesta dentro de un estudio determinado.

3.2 Operacionalización de la variable

Tabla 5 Operacionalización de la variable

VARIABLE	DEFINICION CONCEPTUAL	DEFINICION OPERACIONAL	DIMENSIONES	INDICADORES	ESC. MEDICION
EVALUACIÓN DE LAS FALLAS SUPERFICIALES	Este tipo de evaluación se orienta a identificar las condiciones actuales tanto de la estructura como de la superficie del pavimento, con la finalidad de definir estrategias de conservación y mantenimiento que contribuyan a prolongar su periodo de servicio (Aguilera, 2017).	Se evaluó mediante inspección visual del pavimento, aplicando los criterios establecidos en el manual técnico correspondiente.	FALLAS EN EL PAVIMENTO	Falla superficial	Bajo, medio y alto
				Ciclo de vida	Tiempo
			MÉTODO PCI	Tipo de falla	Nivel
				Severidad	Grado

Nota: Variable de evaluación, dimensiones, indicadores y escala de medición (Elaboración propia).

IV METODOLOGÍA

4.1 Enfoque de la Investigación

La investigación se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, ya que la información analizada proviene de datos numéricos obtenidos durante la evaluación de la condición superficial del pavimento mediante la metodología PCI. Este enfoque permitió procesar y analizar variables relacionadas con los deterioros identificados, considerando aspectos como la tipología de las fallas, su grado de severidad y el porcentaje de afectación. Los resultados fueron expresados en valores cuantificables, facilitando una valoración objetiva de la condición física del pavimento evaluado.

4.2 Tipo de Investigación

La investigación corresponde al nivel descriptivo, debido a que se orientó a reconocer y caracterizar los deterioros presentes en la superficie del pavimento, así como a establecer su condición física a partir de la información observada, sin intervenir ni modificar las variables analizadas.

4.3 Diseño de investigación:

El diseño de la investigación es no experimental, de corte transversal, debido a que los datos fueron recolectados en un solo momento en el tiempo, sin intervención ni manipulación de las variables, observando el fenómeno tal como se presenta en su contexto real.

4.4 Método

Inicialmente, se definió el sector de estudio correspondiente al tramo comprendido entre las progresivas km 17+000 y km 20+000, identificando sus principales características físicas y geométricas. Posteriormente, la vía fue segmentada en unidades de muestreo con características similares, siguiendo los criterios establecidos por la norma ASTM D6433.

A continuación, se calculó la cantidad mínima de unidades requeridas para la evaluación mediante la aplicación de una fórmula estadística, considerando un nivel de confianza del 95 % y un margen de error del 5 %. Una vez determinado el tamaño de muestra, se efectuó la selección de las unidades a evaluar utilizando un procedimiento aleatorio, con el propósito de asegurar la representatividad del tramo analizado.

Posteriormente, se realizaron inspecciones visuales en cada unidad seleccionada, registrando los deterioros observados en la superficie del pavimento. Los daños identificados fueron clasificados de acuerdo con su tipología y nivel de severidad, considerando categorías de baja, media y alta intensidad. Asimismo, se cuantificó la magnitud de cada deterioro en función del área o longitud afectada, según los criterios establecidos por la metodología PCI..

Posteriormente, se realizó el procesamiento de la información en gabinete, calculando la densidad de cada deterioro, así como los valores deducidos (VD) y el valor deducido corregido (VDC), de acuerdo con las curvas y tablas del método PCI. Finalmente, se determinó el valor del índice PCI mediante la relación:

$$PCI = 100 - VCD_{m\acute{a}x}$$

El resultado obtenido permitió clasificar el estado físico del pavimento y establecer las condiciones de servicio del tramo evaluado, así como proponer alternativas de intervención acordes al nivel de deterioro identificado.

4.5 Población y muestra

Población

La población de estudio estuvo constituida por la totalidad del pavimento flexible con superficie bicapa correspondiente a la vía AM-101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, específicamente en el sector comprendido entre las progresivas km 17+000 y km 20+000. Este

tramo posee una extensión aproximada de 3 km y se encuentra segmentado en 92 unidades de muestreo para efectos de evaluación.

Muestra

La muestra estuvo integrada por las 92 unidades de muestreo del tramo evaluado. Al analizarse todas las unidades existentes, se trabajó con un muestreo censal que abarcó la totalidad de la población.

4.6 Técnicas e instrumentos de recolección de datos

La técnica empleada fue la observación directa mediante inspecciones visuales de campo, lo que permitió identificar y registrar los deterioros presentes en el pavimento. Como instrumento se utilizó la ficha del método PCI, mediante la cual se recopiló información sobre el tipo de falla, severidad y extensión del daño, conforme a los lineamientos de la ASTM D6433.

Asimismo, se utilizaron diversos instrumentos y materiales de apoyo que facilitaron el proceso de levantamiento de información en campo, los cuales se detallan a continuación:

- Formato de registro (ficha PCI): utilizado para consignar la información obtenida durante la inspección visual, incluyendo tipo de falla, nivel de severidad y cantidad observada.
- Odómetro manual: empleado para la medición de distancias en campo y delimitación de las unidades de muestreo.
- Regla metálica: utilizada para medir irregularidades longitudinales y pequeñas deformaciones en la superficie del pavimento.
- Cinta métrica de 50 metros: utilizada para la medición de longitudes y dimensiones de las áreas afectadas.
- Conos de seguridad: utilizados para delimitar las áreas de evaluación y garantizar la seguridad durante la inspección.
- Cámara fotográfica: empleada para el registro visual de las fallas identificadas en cada unidad de muestreo.
- Manual del método PCI: utilizado como guía técnica para la correcta identificación, clasificación y evaluación de los deterioros.
- Plano de ubicación: que permitió la identificación y localización del tramo evaluado dentro de la vía de estudio.

4.7 Validez y confiabilidad de instrumentos

En la presente investigación se efectuó la verificación de los equipos e instrumentos utilizados en la recopilación de datos, con el propósito de garantizar la calidad y confiabilidad de la información obtenida. A continuación, se presenta el procedimiento de validación aplicado a cada uno de los instrumentos empleados:

Hoja de Registro de Datos:

- Se ha validado la hoja de registro utilizada para documentar los datos obtenidos durante la inspección visual. Este instrumento permite registrar de manera estructurada los tipos de fallas, el nivel de severidad y la cantidad de fallas encontradas en cada tramo de pavimento. La hoja ha sido diseñada siguiendo las normativas y directrices del PCI (Índice de Condición del Pavimento), lo que asegura su validez en términos de consistencia y aplicabilidad a los criterios establecidos para la evaluación de pavimentos.

Odómetro Manual:

- El **odómetro manual**, utilizado para medir distancias durante la inspección de campo, ha sido verificado por su precisión y confiabilidad. Se ha comprobado que ofrece lecturas consistentes y repetibles, alineándose con los estándares técnicos de medición de distancias en proyectos viales.

Regla para Medición de Anomalías Longitudinales:

- La **regla** empleada para medir anomalías longitudinales en la estructura del pavimento ha sido calibrada correctamente y su fiabilidad ha sido confirmada a través de comparaciones con otros métodos de medición. Se asegura que la regla es capaz de detectar variaciones en la superficie de forma precisa, especialmente en lo que respecta a fisuras o deformaciones longitudinales.

Cono de Seguridad:

- El **cono de seguridad**, utilizado para aislar las zonas en análisis y garantizar la seguridad del personal durante la inspección, ha sido validado para asegurar que cumple con los estándares de visibilidad y estabilidad, lo que permite realizar las inspecciones en condiciones seguras.

Cinta Métrica de 50 Metros:

- La **cinta métrica** utilizada, con una longitud de 50 metros, ha sido verificada en cuanto a su precisión y resistencia. Se ha realizado una comprobación de la medición de distancias a través de su comparación con otros instrumentos de medición de largo alcance, asegurando que la cinta métrica no presenta desviaciones significativas en sus mediciones.

Cámara Fotográfica:

- La **cámara fotográfica** utilizada para documentar las fallas superficiales ha sido validada en cuanto a su resolución y capacidad para capturar detalles precisos de las fallas. Se ha probado que la cámara permite obtener imágenes nítidas y de alta calidad, lo que es esencial para la documentación visual de las condiciones del pavimento.

Manual de Fallas PCI:

- El **manual de fallas PCI** utilizado para clasificar y diagnosticar las fallas ha sido validado en términos de su concordancia con las normativas internacionales y su aplicabilidad a las condiciones específicas del pavimento flexible. Este manual proporciona una guía clara y precisa para la clasificación de fallas y ha sido revisado por expertos en pavimentos para asegurar su relevancia y exactitud.

Plano de Evaluación:

- El **plano** utilizado para esquematizar las áreas a ser evaluadas ha sido verificado en cuanto a su precisión y representatividad del área real en el terreno. Se ha corroborado que el plano es una herramienta útil para la ubicación de las fallas, y se ha validado su uso como un instrumento eficaz para la planificación y organización de la inspección.

La validación de los equipos e instrumentos utilizados en esta investigación asegura que los datos obtenidos son precisos, confiables y consistentes. La correcta calibración y verificación de cada uno de los elementos, junto con su alineación con las normativas técnicas, refuerza la validez de los resultados y garantiza la calidad de la investigación.

4.8 Contrastación de hipótesis

Debido a que la presente investigación es de tipo descriptivo, no se realizó una contrastación de hipótesis, ya que su objetivo principal no es establecer relaciones causales ni comparativas entre variables.

V RESULTADO

5.1 Presentación y análisis de los resultados

Carreteras de pavimentos flexible y ancho menor que 7.30 m:

La superficie correspondiente a cada unidad de muestreo debe encontrarse dentro de un intervalo de $230 \text{ m}^2 \pm 93 \text{ m}^2$. En la tabla siguiente se muestran las proporciones recomendadas entre la longitud y el ancho de la calzada pavimentada.

Tabla 6 Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

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

Considerando que la calzada posee un ancho de 7 metros, la longitud correspondiente a cada unidad de muestreo es de 32.96 metros. Dado que el tramo total a analizar mide 3000 metros, se determina que el número total de unidades de muestreo será de 92 ($N = 92$).

Determinación de las unidades mínimas de muestreo para evaluación:

Unidades de muestreo

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

N: número mínimo de unidades de muestreo.

σ : desviación estándar del PCI.

N: total de unidades de muestreo.

e: error permitido en la estimación del PCI (5 %).

Según Valera (2002), la distorsión estándar, el primer valor del pavimento asfáltico se estima en 10 por el método PCI.

Datos:

- $N=92$
- $\sigma=10$, entonces $\sigma^2=100$
- $e=5\%$

$$n = \frac{92 * 10^2}{\frac{0.05^2}{4} * (92 - 1) + 10^2}$$

$$n = 91.95 = 92$$

Clasificación de la unidad de muestreo

Una vez definida la cantidad de unidades de muestra a inspeccionar, el intervalo entre ellas se obtiene aplicando un procedimiento de muestreo aleatorio, calculado mediante la ecuación correspondiente y ajustado al número entero más próximo (Varela, 2002).

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

i: Representa el intervalo entre las unidades de muestreo, redondeado al número entero inmediatamente inferior.

n: Corresponde al total de unidades de muestreo que serán analizadas.

N: Indica la cantidad total de unidades de muestreo disponibles.

El valor obtenido para “i” permite seleccionar de forma aleatoria la primera muestra. Posteriormente, se añade el intervalo de muestreo al valor previo para determinar la siguiente muestra, repitiendo este procedimiento de manera sistemática hasta cubrir por completo la sección evaluada (Varela, 2002).

$$i = 1$$

Se estableció la unidad de muestreo inicial con el valor 1 y se definió un intervalo de muestreo (i) igual a 1; en consecuencia, se procederá a evaluar un total de 92 unidades de muestreo.

Unidades de muestreo adicional

no se tendrá unidades de muestreo adicionales.

Levantamiento de fallas

Evaluación General Del Tramo

La evaluación comprendió las 92 unidades de muestreo identificadas en el tramo ubicado entre las progresivas km 17+000 y km 20+000 de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, en la región Amazonas. El análisis tuvo como finalidad establecer la condición superficial del pavimento flexible con tratamiento bicapa mediante la aplicación del método PCI.

A partir de los valores obtenidos, cada unidad fue clasificada según las categorías establecidas por el Índice de Condición del Pavimento, comprendiendo los niveles Muy Bueno, Bueno, Regular, Malo, Muy Malo y Fallado.

Los resultados se presentan mediante tablas y representaciones gráficas que muestran la distribución de las condiciones identificadas en el tramo de estudio. La información obtenida permite conocer el estado actual de la vía y proporciona criterios técnicos para la formulación de medidas de conservación, mantenimiento y rehabilitación orientadas a preservar la funcionalidad y el desempeño de la infraestructura vial.

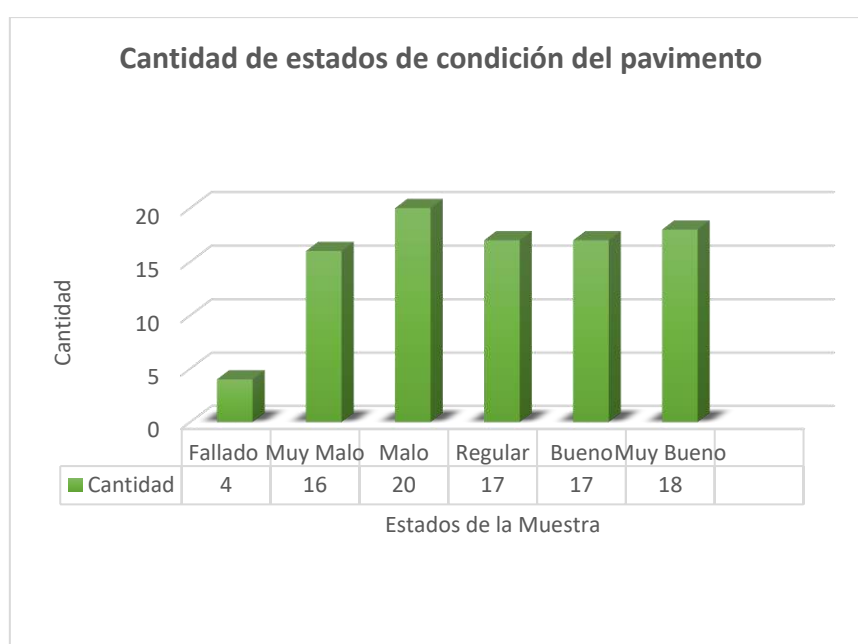


Figura 3 Cantidad de estados de condición de pavimentos

La Figura 3 muestra la distribución de las unidades de muestreo según el estado de condición del pavimento, observándose que la mayor cantidad se concentra en las categorías

Malo, Regular y Muy Bueno. Sin embargo, la presencia significativa de unidades en estado Malo y Muy Malo evidencia un deterioro considerable. En términos generales, el pavimento presenta una condición Regular, por lo que se requieren intervenciones de mantenimiento para mejorar su estado y garantizar la serviciabilidad de la vía.

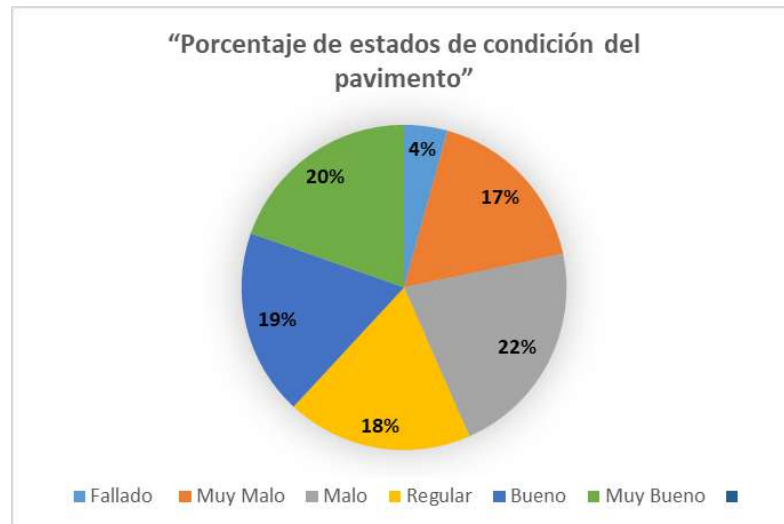


Figura 4 Distribución porcentual de los estados de condición del pavimento

La Figura 4 muestra la distribución porcentual de las unidades de muestreo según el estado de condición del pavimento, observándose que la mayor proporción se concentra en las categorías Malo, Bueno, Regular y Muy Bueno. Sin embargo, la presencia significativa de unidades en estado Malo y Muy Malo evidencia un deterioro considerable de la superficie. En términos generales, el pavimento presenta una condición Regular, por lo que se requieren intervenciones de mantenimiento para mejorar su estado y garantizar la serviciabilidad de la vía.

El gráfico circular muestra la distribución porcentual de los estados de condición del pavimento flexible en el tramo evaluado de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua (km 17+000 al km 20+000, Amazonas).

- La mayor proporción corresponde al estado Malo (22%), seguido por Muy Bueno (20%), Bueno (19%) y Regular (18%).
- El estado Muy Malo representa un 17%, mientras que el Fallado se encuentra en un 4%.

- Estos resultados evidencian que la vía presenta una condición promedio regular, aunque con una importante proporción de muestras en estado malo y muy malo, lo que sugiere la necesidad de intervenciones de mantenimiento y rehabilitación.

Registro de fallas en unidades de muestreo representativas de la muestra

Análisis de la UM-01

Se identificaron seis tipos de fallas superficiales en el pavimento flexible (bicapa) de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua (km 17+000 al km 20+000). Los resultados expresados en porcentaje de densidad muestran lo siguiente:

PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande –Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024					
NOMBRE DE LA VIA:		U1		EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:				FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):							
PROGRESIVA FINAL (Km):							
ANCHO DE VIA (m):							
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231					
Lm:	33						
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD	13	HUECOS	HU	und
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2	14	CRUCE DE VIA FERREA	CVF	m2
2	EXUDACION	EX	m2	15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2	16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2	17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2
5	CORRUGACIÓN	COR	m2	18	HINCHAMIENTO	HIN	m2
6	DEPRESIÓN	DEP	m2	19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	DAG	m2
7	GRIETA DE BORDE	GB	m				m2
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m				
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m				
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSERSAL	GLT	m				
11	PARCHEO	PAR	m2				
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2				

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	M	12.5	9					21.5	9	31	
12	M	12.8						12.8	6	2	
13	H	5						5	2	18	
19	M	4.95						4.95	2	12	
1	M	5.25						5.25	2	32	
4	M	3.7						3.7	2	23	
									TOTAL		119

Figura 5 Datos cuantitativos de la UM-01

1. Parcheo –Severidad media (9%)

- Es la falla con mayor densidad en esta unidad de muestra.
- Indica intervenciones previas en el pavimento, posiblemente como reparaciones locales por deterioros anteriores.

- Su presencia refleja que la superficie ya ha sido afectada y tratada, aunque no necesariamente con técnicas duraderas.

2. Pulimento de agregados – Severidad media (6%)

- Representa la segunda falla más frecuente.
- El pulimento reduce la macrotextura del pavimento, disminuyendo la adherencia neumática–superficie, lo que puede afectar la seguridad vial en condiciones de humedad.

3. Huecos – Severidad alta (2%)

- Aunque con menor densidad, el nivel de severidad es **alto**, lo que significa que son fallas puntuales, pero con gran impacto en la comodidad y seguridad del usuario.
- Su presencia anticipa un deterioro progresivo si no se atiende oportunamente.

4. Desprendimiento de agregados – Severidad media (2%)

- Indica pérdida parcial de material en la capa superficial, dejando expuesta la estructura del pavimento.
- Puede evolucionar rápidamente hacia huecos si no se mantiene.

5. Piel de cocodrilo – Severidad media (2%)

- Representa un agrietamiento por fatiga de la capa asfáltica.
- Aunque en densidad baja, es un signo crítico porque refleja fallas estructurales más que superficiales.

6. Abultamientos y hundimientos – Severidad media (2%)

- Señalan deformaciones plásticas en la capa de rodadura.
- Aunque no predominan en densidad, comprometen la regularidad y generan riesgos de acumulación de agua.

- La UM-01 presenta un panorama mixto de fallas, donde el parcheo y el pulimento de agregados son los más representativos en densidad.
- La existencia de huecos de alta severidad y piel de cocodrilo (aunque en baja proporción) es una alerta, pues son indicativos de un deterioro progresivo tanto superficial como estructural.
- El pavimento de esta zona ya ha requerido mantenimiento previo (parcheos) y muestra signos de desgaste superficial y estructural temprano.

Considerando la combinación de fallas, sus porcentajes de densidad y la severidad reportada, el **estado global de la UM-01 se clasifica como “Malo”**, lo cual refleja un pavimento con deterioro avanzado que requiere intervenciones de mantenimiento correctivo.

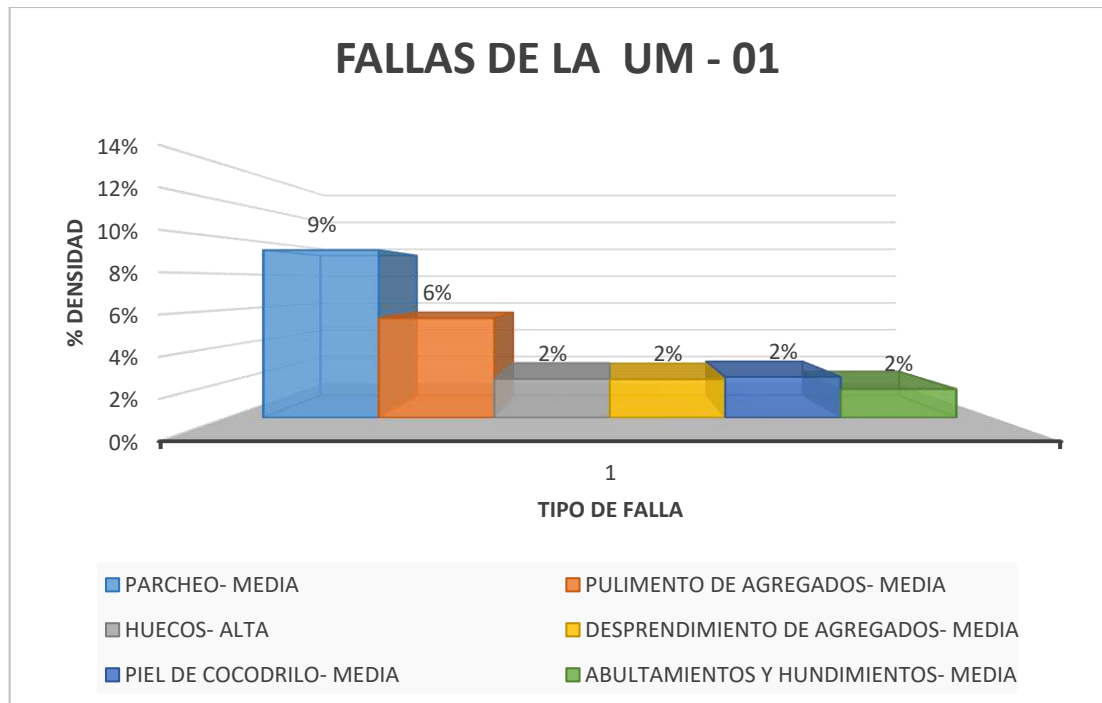


Figura 6 Fallas del pavimento en la unidad de muestra 01 (UM-01)

La Figura 6 muestra la distribución de las fallas del pavimento en la unidad de muestreo UM-01, observándose que el mayor porcentaje corresponde al parcheo, seguido del pulimento de agregados, mientras que las fallas como huecos, desprendimiento de agregados, piel de cocodrilo y abultamientos y hundimientos presentan menores proporciones. Sin embargo, la presencia de estas fallas evidencia un deterioro superficial del pavimento. En términos generales, la unidad de muestreo presenta una condición que requiere intervenciones de mantenimiento para evitar el incremento del deterioro y garantizar la serviciabilidad de la vía.

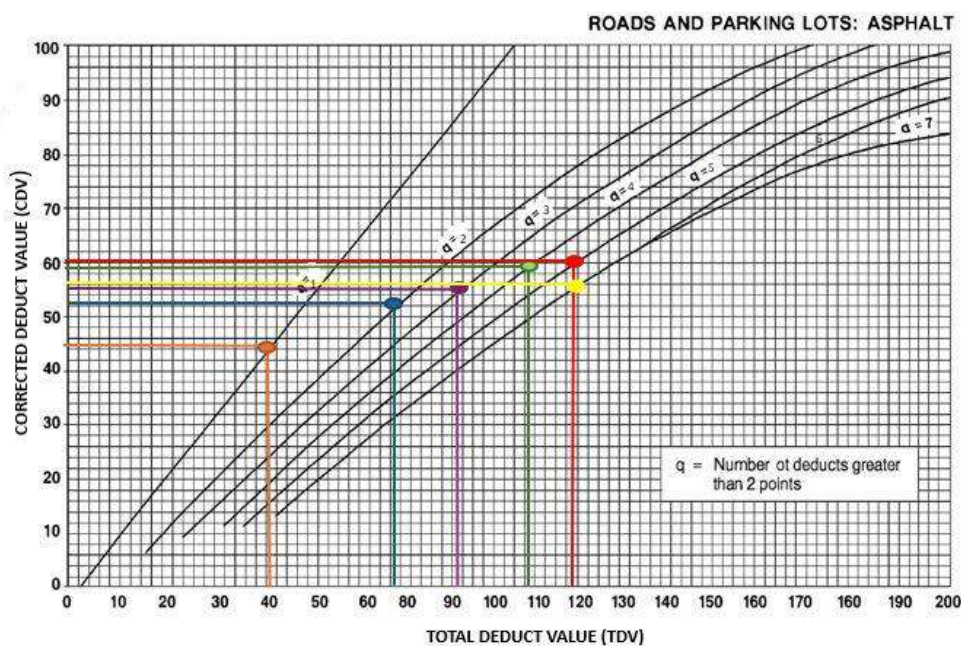


Figura 7 Valor de deducción corregido (UM-01)

Tabla 7 Cálculo del PCI en la UM 01

CALCULO DEL PCI						CDT	Q	CDV
VALORES DEDUCIDOS								
32	31	23	18	12	2	119	6	57
32	31	23	18	12	2	119	5	62
32	31	23	18	2	2	109	4	60
32	31	23	2	2	2	93	3	56
32	31	2	2	2	2	72	2	52
32	2	2	2	2	2	42	1	42
						HDV		62
						PCI		38
						CLASIFICACIÓN		
						Malo		

🚧 Análisis de la UM-10

La muestra de 231 m² obtuvo un PCI calificado como Muy Bueno, registrándose 16 % de pulimento de agregados y un 1 % tanto en parcheo como en huecos.

generales, la unidad de muestreo presenta una condición que requiere intervenciones de mantenimiento para evitar el incremento del deterioro y garantizar la serviciabilidad de la vía.

1. Falla predominante:

- El pulimento de agregados es la falla más significativa, con 16 % de densidad.
- Esta condición indica desgaste superficial debido al tránsito vehicular, especialmente en capas de rodadura, afectando la macrotextura y, en consecuencia, la fricción del pavimento.
- Aunque no compromete estructuralmente de forma inmediata, puede generar problemas de seguridad vial (deslizamiento en mojado) si se incrementa.

2. Fallas secundarias:

- El parcheo (1 %) y la presencia de huecos (1 %) son muy bajas.
- Esto demuestra que las intervenciones previas (parches) y los daños estructurales puntuales (huecos) son mínimos, sin afectar significativamente la integridad del tramo evaluado.

3. Condición global (PCI Muy Bueno):

- La UM-10 presenta un pavimento con condición muy buena, ya que las fallas encontradas son superficiales y de baja severidad, sin comprometer la estructura de la bicapa.
- El valor de PCI confirma que el tramo aún no requiere intervenciones mayores, solo acciones preventivas de conservación rutinaria para evitar la progresión del pulimento de agregados.

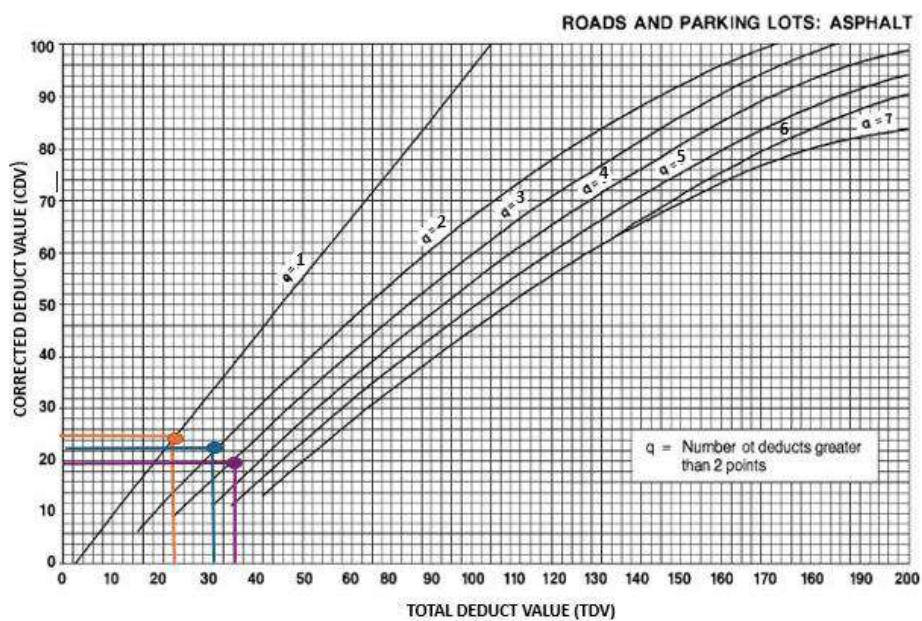


Figura 10 Valor de deducción corregido (UM-10)

Tabla 8 Cálculo del PCI en la UM 10

CALCULO DEL PCI					
VALORES DEDUCIDOS			CDT	Q	CDV
19.0	10.5	4.7	34	3	24
19.0	10.5	2	32	2	23
19.04	2	2	23	1	20
			HDV	24	
			PCI	76	
			CLASIFICACIÓN	Muy Bueno	

Datos de la UM-77

PROYECTO:	Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20+000 Amazonas 2024		
NOMBRE DE LA VÍA:	U77	EVALUADOR:	Dayton Derby Vasquez Delgado
UNIDAD DE MUESTRA:		FECHA:	09/12/2024
PROGRESIVA INICIAL (Km):			
PROGRESIVA FINAL (Km):			
ANCHO DE VÍA (m):			
AREA DE LA UNIDAD (m2):	231		

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2
2	EXUDACION	EX	m2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2
5	CORRUGACIÓN	COR	m2
6	DEPRESIÓN	DEP	m2
7	GRIETA DE BORDE	GB	m
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m
11	PARCHEO	PAR	m2
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2

13	HUECOS	HU	und
14	CRUCE DE VÍA FERREA	CVF	m2
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2
19	DESPENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION	DAG	m2

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	M	90.6	4.0					94.6	41	89
13	M	3.0						3.0	1	22
1	M	1.9						1.9	1	18
TOTAL										129

Figura 11 Datos cuantitativos de la UM-77

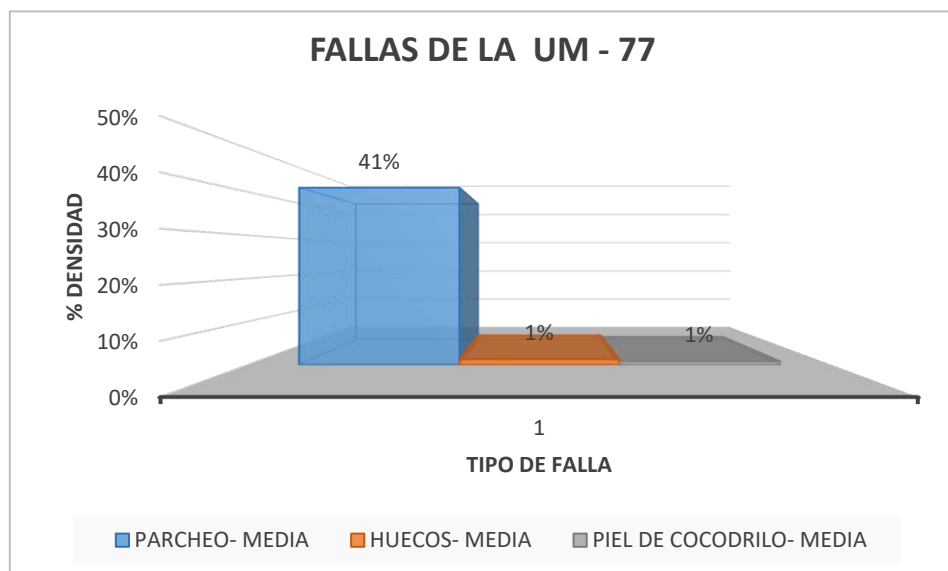


Figura 12 Fallas del pavimento en la unidad de muestra 77 (UM-77)

La Figura 12 muestra la distribución de las fallas del pavimento en la unidad de muestreo UM-77, observándose que el mayor porcentaje corresponde al parcheo, mientras que

las fallas de huecos y piel de cocodrilo presentan menores proporciones. Sin embargo, la presencia predominante de parcheo evidencia un deterioro significativo de la superficie del pavimento. En términos generales, la unidad de muestreo presenta una condición que requiere intervenciones de mantenimiento correctivo, a fin de evitar el incremento del deterioro y garantizar la serviciabilidad de la vía.

1. Predominio del parcheo (41%)

- Esta es la falla más crítica en la muestra.
- Un alto porcentaje de parcheo indica que el pavimento ha recibido intervenciones anteriores para tratar fallas, lo que refleja un deterioro acumulado y posiblemente mala adherencia entre capas.

2. Huecos (1%)

- Aunque su densidad es baja, los huecos representan un deterioro estructural localizado que permite la entrada de agua y acelera la falla del pavimento.
- Si no se tratan, pueden crecer rápidamente.

3. Piel de cocodrilo (1%)

- Es un síntoma de fatiga del pavimento. Aunque el porcentaje es bajo, su presencia confirma pérdida de capacidad estructural en esa zona.

4. Clasificación del PCI: Fallado

- Según el método PCI (Pavement Condition Index), un valor de fallado implica que la unidad ha perdido funcionalidad y capacidad estructural, requiriendo intervención mayor (rehabilitación o reconstrucción).

La Unidad de Muestra 77, con un área de 231 m², presenta un estado fallado, con predominio del parcheo (41%), acompañado de huecos (1%) y piel de cocodrilo (1%). Esto evidencia que el pavimento ha sufrido múltiples reparaciones previas, además de deterioros estructurales iniciales.

En el contexto de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua (km 17+000 al km 20+000), esta unidad representa un punto crítico que compromete la seguridad vial y la durabilidad del tramo, siendo necesaria una rehabilitación integral, más allá de simples mantenimientos superficiales.

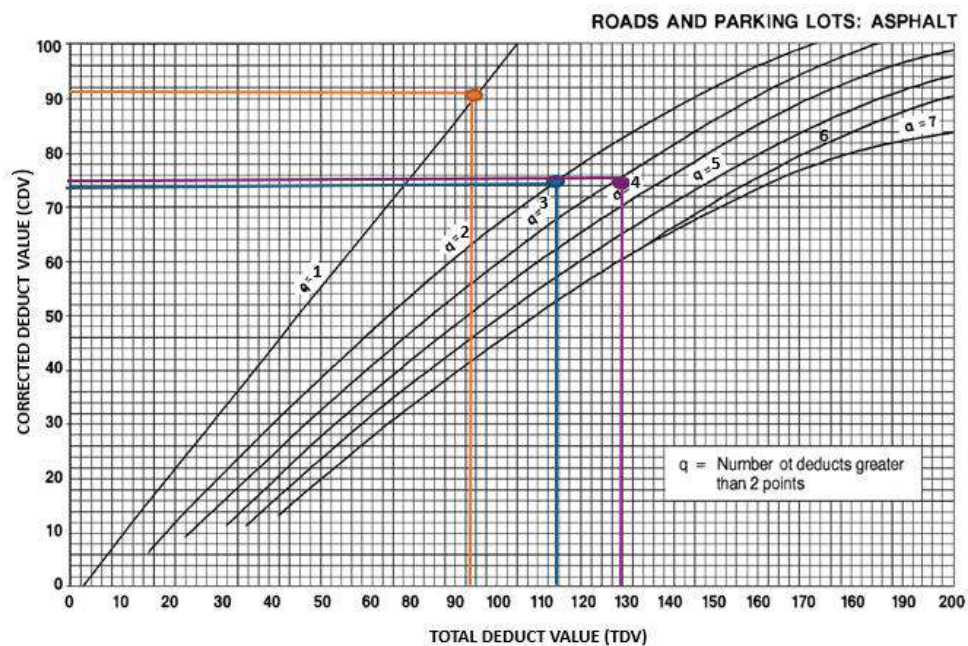


Figura 13 Valor de deducción corregido (UM-77)

Tabla 9 Cálculo del PCI en la UM 77

CALCULO DEL PCI					
VALORES DEDUCIDOS			CDT	Q	CDV
89	22	18	129	3	75
89	22	2	113	2	74
89	2	2	93	1	92
			HDV	92	
			PCI	8	
			CLASIFICACIÓN		
			Fallado		

5.2 Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó mediante estadística descriptiva, utilizando los resultados obtenidos del método del Índice de Condición del Pavimento (PCI). Para ello, se procesó la información recolectada en campo correspondiente a las 92 unidades de muestreo, considerando variables como tipo de falla, nivel de severidad y densidad del deterioro.

Se calcularon frecuencias absolutas y relativas, así como porcentajes de distribución de las condiciones del pavimento, clasificándolas según los rangos establecidos por el PCI (muy bueno, bueno, regular, malo, muy malo y fallado).

Asimismo, se realizó el análisis comparativo de los resultados, identificando las fallas predominantes y evaluando su incidencia en el estado general del pavimento. Este procedimiento permitió interpretar de manera objetiva el nivel de deterioro de la vía, facilitando la formulación de conclusiones y propuestas de intervención.

5.3 Discusión de resultados

De acuerdo con la evaluación realizada a las 92 unidades de muestra, se obtuvo una distribución de estados que refleja la heterogeneidad en la condición superficial del pavimento flexible del tramo en estudio.

- **Muy bueno (20%):** Este porcentaje indica que una parte significativa del pavimento aún conserva condiciones óptimas de servicio, con mínimas fallas superficiales. Estas zonas requieren únicamente labores de conservación rutinaria para mantener su buen desempeño.
- **Bueno (19%):** Similarmente, casi una quinta parte de la vía se encuentra en estado bueno. Estas secciones presentan fallas leves que no comprometen de manera significativa la funcionalidad del pavimento, pero que demandan intervenciones preventivas para evitar su progresivo deterioro.
- **Regular (18%):** El estado regular refleja que el pavimento presenta un nivel intermedio de deterioro. Si bien aún es transitable, las fallas existentes pueden evolucionar a estados más críticos si no se aplican trabajos de mantenimiento correctivo oportuno.
- **Malo (22%):** La condición mala representa la categoría con mayor proporción en el tramo evaluado. Esto significa que en varias zonas el pavimento presenta fallas notorias que

afectan la calidad de rodadura y ponen en riesgo la seguridad vial. Estas áreas requieren intervenciones correctivas de mayor envergadura.

- **Muy malo (17%):** La presencia de este porcentaje refleja un deterioro avanzado del pavimento en un número considerable de unidades. La funcionalidad de estas secciones se encuentra seriamente comprometida, requiriendo labores de rehabilitación más profundas.
- **Fallado (4%):** Aunque en menor proporción, la existencia de muestras en estado fallado evidencia tramos en los que el pavimento ha perdido completamente su capacidad de servicio. Estas áreas no son aptas para la circulación y demandan reconstrucción integral.

En síntesis, los resultados muestran que, si bien existe una proporción aceptable de tramos en estado **bueno y muy bueno (39%)**, la mayor parte del tramo presenta condiciones de **regular a muy malo (57%)**, con un **4% fallado**. Esto confirma que el estado general del pavimento puede calificarse como **regular**, requiriendo un plan integral de mantenimiento y rehabilitación para garantizar la transitabilidad y prolongar la vida útil de la vía.

VI CONCLUSIONES

La evaluación realizada mediante el método del Índice de Condición del Pavimento (PCI) en las 92 unidades de muestra evidencia una marcada heterogeneidad en la condición superficial del pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM-101 Bagua Grande - Cajaruro – Bagua, registrándose estados que varían desde muy bueno hasta fallado, lo que refleja diferencias significativas en el nivel de deterioro a lo largo del tramo evaluado.

Se determinó que aproximadamente el 39 % del tramo vial presenta condiciones aceptables, correspondientes a los estados muy bueno y bueno, los cuales pueden conservarse mediante la aplicación de mantenimiento rutinario y preventivo, permitiendo preservar la funcionalidad y prolongar la vida útil del pavimento.

Asimismo, el 57 % del tramo se encuentra clasificado entre los estados regular y muy malo, lo que evidencia un proceso de deterioro progresivo del pavimento. Esta situación representa un riesgo de evolución hacia estados críticos si no se implementan acciones oportunas de mantenimiento y rehabilitación, lo que podría generar mayores costos de intervención a mediano y largo plazo.

Se identificó que un 4 % del pavimento se encuentra en estado fallado, lo cual indica una pérdida significativa de la capacidad de servicio, siendo necesaria la reconstrucción integral de dichas secciones para restablecer condiciones adecuadas de transitabilidad y seguridad vial.

En términos generales, el estado del pavimento del tramo evaluado puede calificarse como Regular, por lo que se concluye que es imprescindible la formulación e implementación de un plan integral de mantenimiento y rehabilitación, priorizando las zonas en estado malo, muy malo y fallado, con el objetivo de garantizar la seguridad de los usuarios, mejorar la transitabilidad y prolongar la vida útil de la vía.

VII RECOMENDACIONES

Conservación rutinaria y preventiva: Mantener los tramos en estado *Muy Bueno* y *Bueno* mediante sellado de fisuras, limpieza de drenajes y control de vegetación, evitando que evolucionen a estados críticos.

Mantenimiento correctivo: Intervenir oportunamente en las secciones en estado *Regular* con bacheo superficial, sellado de juntas y refuerzo localizado de la carpeta asfáltica.

Rehabilitación parcial: Ejecutar intervenciones de mayor envergadura en los tramos en estado *malo* y *muy malo*, considerando recapeo, reciclado o refuerzo estructural según la magnitud de las fallas.

Reconstrucción integral: Atender de manera prioritaria el 4% en estado *Fallado*, aplicando reconstrucción de la estructura del pavimento para restablecer su capacidad de servicio.

Priorización de inversiones: Elaborar un plan de acción escalonado que destine mayores recursos a las zonas más críticas, garantizando eficiencia en el uso del presupuesto.

Monitoreo periódico: Implementar un sistema de evaluación vial programada que permita hacer seguimiento a la evolución de las fallas y ajustar las estrategias de conservación y rehabilitación.

Gestión de seguridad vial: Coordinar con las autoridades competentes para señalar adecuadamente los tramos deteriorados y reducir riesgos de accidentes hasta que se ejecuten las intervenciones.

Se sugiere complementar la evaluación visual con el Índice de Rugosidad Internacional (IRI) o pruebas de deflectometría.

VIII REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Alvines Pérez, J. C. (2018). Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018. *Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza*.
<https://repositorio.untrm.edu.pe/handle/20.500.14077/1646>
- Amaral, A. C. R. (2017). Pavimento intertravado de concreto convencional e permeable. *Universidad Federal Rio De Janeiro*, 5(1).
- Chambi Chambilla, M., & Chagua, R. (2017). Estudio comparativo técnico-económico entre pavimento rígido y pavimento flexible como alternativa de pavimentación de la avenida Circunvalación del Distrito de Yunguyo, Provincia de Yunguyo – Puno. In *Universidad Nacional del Altiplano Facultad de Ingeniería Civil y Arquitectura*.
- Contreras Delgado, P. F. (2022). Diseño de Pavimento Flexible con Tratamiento Superficial Bicapa del Camino Vecinal Intersección de Vía a Huancavelica – Occoropuquio. *Universidad nacional de Huancavelica*.
- De La Cruz Vega, S. A., & Paredes Cahuana, G. A. (2021). Diseño de infraestructura vial con pavimento flexible para mejora de transitabilidad de la avenida Industrial, Lurín, Lima. *Memoria Investigaciones En Ingeniería*, (21). <https://doi.org/10.36561/ing.21.9>
- Diseno y Const de Pavimentos - Vivar PDF | PDF | Hormigón | Suelo. (n.d.). Retrieved January 19, 2026, from <https://es.scribd.com/document/406088165/Diseno-y-Const-de-Pavimentos-Vivar-pdf>
- Figueroa Infante, A. S., & Fonseca Santanilla, E. (2020). Desempeño del pavimento con mezcla reciclada-RAP y grano de caucho reciclado-GCR. *Infraestructura Vial*, 22(39).
<https://doi.org/10.15517/iv.v22i39.41205>
- Flores, G., & Mogrovejo, D. (2023). Evaluación funcional del pavimento flexible en la red vial rural de Portoviejo, Ecuador. *Revista Científica Multidisciplinaria Arbitrada YACHASUN*, 7(13).
- Guzmán, G. A., & Mogrovejo, D. E. (2017). Gestión sostenible del pavimento flexible, rígido y articulado del centro urbano del Cantón Girón. *Maskana*, 8.

- Huamán C. A. K. Y., Tirado, C. E., Palacios, L. A., & Olivera C. A. (2023). Ciclo de vida del pavimento orientado a su agrietamiento y mantenimiento. *Llamkasun*, 4(1). <https://doi.org/10.47797/llamkasun.v4i1.117>
- Khazanovich, L., Sen, S., Radwan, M. M., Mousa, A., Mamdouh, E., & Zahran, M. (2024). Enhancing Pavement Sustainability: Prediction of the Pavement Condition Index in Arid Urban Climates Using the International Roughness Index. *Sustainability* 2024, Vol. 16, Page 3158, 16(8), 3158. <https://doi.org/10.3390/SU16083158>
- Leguía Loarte, P. B., Pacheco Risco, H. F., Leguía Loarte, P. B., & Pacheco Risco, H. F. (2016). Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). *Repositorio Académico USMP*. <https://repositorio.usmp.edu.pe/handle/20.500.12727/2311>
- Lizarbe Palacios, C., & Longa Solon, J. C. (2022). Evaluación superficial y estructural del pavimento flexible en la av. Alameda del Premio Real, Chorrillos - 2022. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/96778>
- Lope Cruz, S. R. (2018). Evaluación superficial del pavimento flexible por método índice de condición del pavimento, Avenida El Sol -Villa María del Triunfo, 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/34889>
- López Gonzales, Y. (2021a). Evaluación superficial del pavimento flexible en la Avenida Metropolitana - Ate, Lima - 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67180>
- López Gonzales, Y. (2021b). Evaluación superficial del pavimento flexible en la Avenida Metropolitana - Ate, Lima - 2021. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/67180>
- Lu, S. H., Lin, J. D., & Chiou, Y. S. (2025). Analysis and Verification Results of Manual Inspection of Pavement Condition Index. *Applied Sciences* 2025, Vol. 15, Page 5600, 15(10), 5600. <https://doi.org/10.3390/APP15105600>

- Melendez Tuesta, H. W. (2018). Estado situacional del pavimento flexible desde el km. 326+000 hasta el km. 327+250 de la carretera Cajamarca - Chachapoyas, Amazonas – 2016.
- Oca Aysa, E. (2021). Evaluación superficial del pavimento flexible bicapa aplicando el método PCI, Distrito Chuquibambilla, Abra Lliullita km 68+600-73+600, Apurímac - 2020. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/62066>
- Pachay Parrales, I. S. (2017). Evaluación de la condición del pavimento flexible vía de acceso a la parroquia la Unión (0+000-0+966) aplicando el método PCI. <http://repositorio.unesum.edu.ec/handle/53000/929>
- Rodríguez Peralta, R., & Valera Delgado, M. A. (2021). Evaluación del estado superficial del pavimento flexible, mediante el método del índice de condición del pavimento, del jr. Jorge Chávez, distrito de Tarapoto, provincia y departamento de San Martín. *Universidad Científica del Perú*. <http://hdl.handle.net/20.500.14503/1534>
- Rubio, V., Cerna Vásquez, M., & Antonio Junior, M. (2019). Evaluación superficial del pavimento flexible utilizando metodología PCI en la carretera tramo el Muyo – la Libertad, provincia Bagua, Amazonas - 2018. *Repositorio Institucional - UCV*. <https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/89497>
- Sánchez, J. (2017). Evaluación Del Estado Del Pavimento De La Av. Ramón Castilla, Chulucanas, Mediante El Método PCI. *Universidad de Piura*.
- Seifeddine, K., Amziane, S., & Toussaint, E. (2022). Comportamiento térmico del hormigón permeable en condiciones secas. *De Construcción y Materiales de Construcción*, 345.
- She, X., Cao, D., Zhang, W., Lin, J., Yang, S., Tong, Z., Chen, Y., Li, H., & Liu, H. (2026). Un método de extracción rápida de parámetros de textura de pavimentos de carreteras basado en medición por láser. *Medición: Revista de La Confederación Internacional de Medición*, 257.
- Simón Baque-Solis, B. I. (2020). Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí.

Dominio de Las Ciencias, ISSN-e 2477-8818, Vol. 6, N°. 2, 2020 (Ejemplar Dedicado a: Vol 6, No 2 (2020): Abril – Junio), Págs. 203-228, 6(2), 203–228.
<https://doi.org/10.23857/dc.v6i2.1163>

Varela. (2002). Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras.

Velásquez. (2012). Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla.

Wang, Xuefei, Wang, Xiaoran, & Li, J. (2026). Un sistema de medición inteligente para la evaluación de la calidad del pavimento en tiempo real. *Medición: Revista de La Confederación Internacional de Medición*, 257.

ANEXO

Anexo 01: Matriz de consistencia

Anexo 02: Diagrama de procedimientos para evaluar el estado físico de la vía AM.101 Bagua Grande – Cajaruro-Bagua, tramo de 3Km.

Anexo 03: Evaluación superficial de pavimentos en Unidades de Muestra

Anexo 04: Curvas para pavimentos Asfálticos

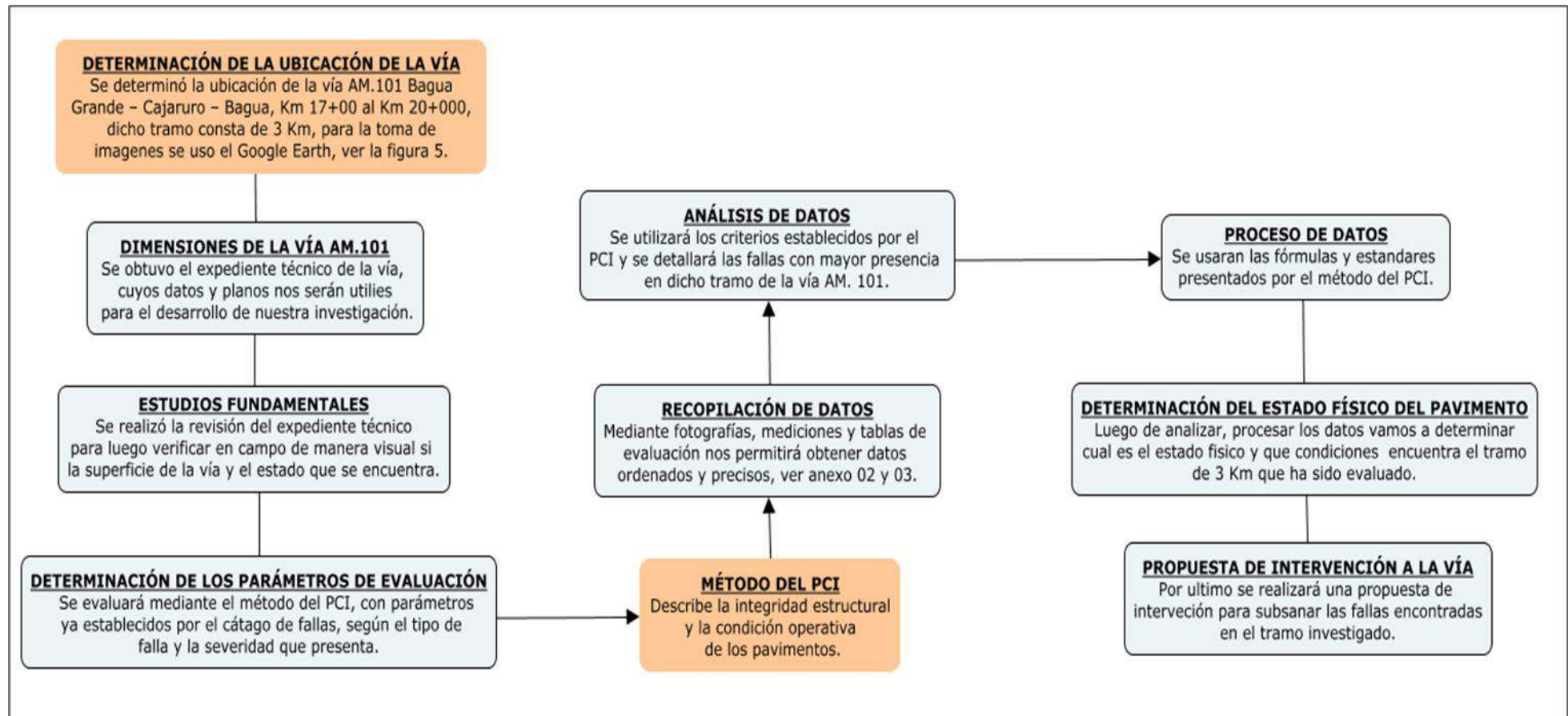
Anexo 05: Fotografías

Anexo 06: Instrumentos de recolección de datos

Anexo 01: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA				
PROBLEMA	OBJETIVOS	VARIABLES	INDICADORES	METODOLOGÍA TÉCNICAS E INSTUMENTOS
<u>Problema</u> ¿Qué tipos de fallas y estado físico presenta el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM. 101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua?	<u>Objetivo general</u> Evaluar los tipos de fallas y el estado físico que presenta el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM. 101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua.			<u>Enfoque de la investigación:</u> Cuantitativo <u>Nivel de investigación:</u> Descriptiva <u>Diseño de investigación:</u> No experimental <u>Técnica:</u> Ficha de observaciones <u>Instrumentos:</u> -Odómetro manual -Cinta Métrica -Cámara Fotográficas -Manual de fallas del PCI <u>Técnicas de procesamiento de datos:</u> Antes de tomar cualquier decisión de la recopilación de datos y como analizarlos, se debe tener en cuenta la finalidad de la evaluación, y se procesa en una tabla con gráfico en una hoja de Excel.
	<u>Objetivos específicos</u> • Identificar los tipos de fallas más frecuentes en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM. 101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, km 17+000 al Km 20+000, Amazonas, 2023. • Analizar las fallas identificadas en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM. 101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, km 17+000 al Km 20+000, Amazonas, 2023. • Determinar el estado físico que presenta el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía AM. 101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua. • Proponer tratamientos sugeridos de reparación de fallas, adecuando a la situación de la vía AM. 101 Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, km 17+000 al Km 20+000, Amazonas, 2023.	Variable <u>Variable 01:</u> Evaluación de las fallas superficiales	<u>Para la variable 01:</u> a) Falla superficial b) Ciclo de vida c) Tipo de falla d) Severidad	

Anexo 02: Diagrama de procedimientos para evaluar el estado físico de la vía AM.101 Bagua Grande – Cajaruro-Bagua, tramo de 3Km.



Anexo 03: Evaluación superficial de pavimentos en Unidades de

Muestra

Ilustración 1 Evaluación superficial UM 01

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS													
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)													
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20+000 Amazonas 2024											
NOMBRE DE LA VIA:		U1								EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:										FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):										17+000.00			
PROGRESIVA FINAL (Km):										17+033.00			
ANCHO DE VIA (m):										7			
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231											
Lm:	33												
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD										
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2										
2	EXUDACION	EX	m2										
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2										
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2										
5	CORRUGACIÓN	COR	m2										
6	DEPRESIÓN	DEP	m2										
7	GRIETA DE BORDE	GB	m										
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m										
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m										
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m										
11	PARCHEO	PAR	m2										
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2										
13	HUECOS	HU	und										
14	CRUCE DE VIA FERREA	CVF	m2										
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2										
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2										
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2										
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2										
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	DAG	m2										
SEVERIDADES													
LOW	BAJA	L											
MEDIUM	MEDIA	M											
HIGH	ALTA	H											
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)		
11	M	12.5	9					21.5	9.31	31			
12	M	12.8						12.8	5.54	2			
13	H	5						5	2.16	18			
19	M	4.95						4.95	2.14	12			
1	M	5.25						5.25	2.27	32			
4	M	3.7						3.7	1.60	23			
									TOTAL		119		
Numero de valores deducidos >2 (q)													
Valor deducido mas alto (HV Di):													
Numero maximo de valores deducidos (mi)													
CALCULO DEL PCI													
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV		
32	31	23	18	12	2			119	6	57			
32	31	23	18	12	2			119	5	62			
32	31	23	18	2	2			109	4	60			
32	31	23	2	2	2			93	3	56			
32	31	2	2	2	2			72	2	52			
32	2	2	2	2	2			42	1	42			
										HDV	62		
										PCI	38		
CLASIFICACIÓN													
Malo													

Ilustración 2 *Evaluación superficial UM 05*

[illegible]

Ilustración 3 Evaluación superficial UM 10

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VÍA:		U10 17+297.00 17+330.00 7 231						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:								FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):											
PROGRESIVA FINAL (Km):											
ANCHO DE VÍA (m):											
AREA DE LA UNIDAD (m2):											

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2
2	EXUDACION	EX	m2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2
5	CORRUGACIÓN	COR	m2
6	DEPRESIÓN	DEP	m2
7	GRIETA DE BORDE	GB	m
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m
11	PARCHEO	PAR	m2
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2

13	HUECOS	HU	und
14	CRUCE DE VIA FERREA	CVF	m2
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION	DAG	m2

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
12	M	14.7	21.528						36.2	15.7	5	
11	M	0.4056	1.21						1.6	0.7	11	
13	M	2							2.0	0.9	19	
										TOTAL		34

Numero de valores deducidos >2 (q)	3
Valor deducido mas alto (HV Di):	19
Numero maximo de valores deducidos (mi)	8

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
19	11	5						34	3	24
19	11	2						32	2	23
19	2	2						23	1	20

HDV	24
PCI	76
CLASIFICACIÓN	
Muy Bueno	

Ilustración 4 *Evaluación superficial UM 15*

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VIA:								EVALUADOR:	Dayton Derby Vasquez Delgado		
UNIDAD DE MUESTRA:		U15						FECHA:	09/12/2024		
PROGRESIVA INICIAL (Km):		17+462.00									
PROGRESIVA FINAL (Km):		17+495.00									
ANCHO DE VIA (m):		7									
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231									
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2								
2	EXUDACION	EX	m2								
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2								
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2								
5	CORRUGACIÓN	COR	m2								
6	DEPRESIÓN	DEP	m2								
7	GRIETA DE BORDE	GB	m								
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m								
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m								
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSERSAL	GLT	m								
11	PARCHEO	PAR	m2								
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2								
13	HUECOS		HU						und		
14	CRUCE DE VIA FERREA		CVF						m2		
15	AHUELLAMIENTO		AHU						m2		
16	DESPLAZAMIENTO		DES						m2		
17	GRIETAS PARABOLICAS		GRP						m2		
18	HINCHAMIENTO		HIN						m2		
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION		DAG						m2		
SEVERIDADES											
LOW	BAJA	L									
MEDIUM	MEDIA	M									
HIGH	ALTA	H									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
7.0	M	11.4						11.4	5.0	15.4	
13.0	H	4.0						4.0	1.7	16.7	
11.0	L	2.4	0.7	0.3				3.4	1.5	8.0	
19.0	M	0.9						0.9	0.4	5.3	
									TOTAL	45	
Numero de valores deducidos >2 (q)		4									
Valor deducido mas alto (HV Di):		17									
Numero maximo de valores deducidos (mi)		9									
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV	
17	15	8	5					45	4	26	
17	15	8	2					42	3	28	
17	15	2	2					36	2	28	
17	2	2	2					23	1	23	
								HDV	28		
								PCI	72		
								CLASIFICACIÓN			
								Muy Bueno			

Ilustración 5 *Evaluación superficial UM 20*

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VÍA:								EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:		U20						FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):		17+627.00									
PROGRESIVA FINAL (Km):		17+660.00									
ANCHO DE VIA (m):		7									
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231									
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2								
2	EXUDACION	EX	m2								
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2								
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2								
5	CORRUGACIÓN	COR	m2								
6	DEPRESIÓN	DEP	m2								
7	GRIETA DE BORDE	GB	m								
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m								
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m								
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSERSAL	GLT	m								
11	PARCHEO	PAR	m2								
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2								
13	HUECOS		HU	und							
14	CRUCE DE VIA FERREA		CVF	m2							
15	AHUELLAMIENTO		AHU	m2							
16	DESPLAZAMIENTO		DES	m2							
17	GRIETAS PARABOLICAS		GRP	m2							
18	HINCHAMIENTO		HIN	m2							
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION		DAG	m2							
SEVERIDADES											
LOW	BAJA	L									
MEDIUM	MEDIA	M									
HIGH	ALTA	H									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
13	H	2							2	1	12
19	M	19	5						25	11	25
9	M	2	12						14	6	13
11	M	0	8						8	4	23
										TOTAL	74
Numero de valores deducidos >2 (q)		4									
Valor deducido mas alto (HV Di):		25									
Numero maximo de valores deducidos (mi)		8									
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV
25	23	13	12						74	4	44
25	23	13	2						63	3	43
25	23	2	2						52	2	42
25	2	2	2						31	1	31
										HDV	44
										PCI	56
CLASIFICACIÓN											
Bueno											

Ilustración 6 Evaluación superficial UM 25

[illegible]

Ilustración 7 Evaluación superficial UM 30

[illegible]

Ilustración 8 Evaluación superficial UM 35

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS												
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)												
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20+000 Amazonas 2024										
NOMBRE DE LA VIA:		U35		EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado						
UNIDAD DE MUESTRA:				FECHA:		09/12/2024						
PROGRESIVA INICIAL (Km):				18+122.00								
PROGRESIVA FINAL (Km):				18+155.00								
ANCHO DE VIA (m):				7								
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231										
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO		UNIDAD								
1	PIEL DE COCODRILO	PC		m2								
2	EXUDACION	EX		m2								
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB		m2								
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH		m2								
5	CORRUGACIÓN	COR		m2								
6	DEPRESIÓN	DEP		m2								
7	GRIETA DE BORDE	GB		m								
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR		m								
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN		m								
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT		m								
11	PARCHEO	PAR		m2								
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL		m2								
13	HUECOS				HU	und						
14	CRUCE DE VIA FERREA				CVF	m2						
15	AHUELLAMIENTO				AHU	m2						
16	DESPLAZAMIENTO				DES	m2						
17	GRIETAS PARABOLICAS				GRP	m2						
18	HINCHAMIENTO				HIN	m2						
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION				DAG	m2						
SEVERIDADES												
LOW		BAJA		L								
MEDIUM		MEDIA		M								
HIGH		ALTA		H								
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
13	H	2							2	1	12	
19	M	19	6						25	11	26	
9	M	2	12						14	6	13	
11	M	0	8						8	4	23	
										TOTAL		74
Numero de valores deducidos >2 (q)										4		
Valor deducido mas alto (HV Di):										26		
Numero maximo de valores deducidos (mi)										8		
CALCULO DEL PCI												
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV		
26	23	13	12					74	4	44		
26	23	13	2					63	3	43		
26	23	2	2					52	2	42		
26	2	2	2					32	1	31		
										HDV		44
										PCI		56
										CLASIFICACIÓN		
										Bueno		

Ilustración 9 Evaluación superficial UM 40

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VÍA:		U40						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:								FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):								18+287.00			
PROGRESIVA FINAL (Km):								18+320.00			
ANCHO DE VÍA (m):								7			
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231									
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2								
2	EXUDACION	EX	m2								
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2								
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2								
5	CORRUGACIÓN	COR	m2								
6	DEPRESIÓN	DEP	m2								
7	GRIETA DE BORDE	GB	m								
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m								
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m								
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m								
11	PARCHEO	PAR	m2								
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2								
13	HUECOS	HU	und								
14	CRUCE DE VIA FERREA	CVF	m2								
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2								
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2								
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2								
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2								
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/METEORIZACION	DAG	m2								
SEVERIDADES											
LOW	BAJA	L									
MEDIUM	MEDIA	M									
HIGH	ALTA	H									
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
12	M	15	23.4						38.4	16.62	5
11	M	0.468	1.65						2.118	0.92	12
13	M	2							2	0.87	19
TOTAL											36
Numero de valores deducidos >2 (q)		2									
Valor deducido mas alto (HV Di):		19									
Numero maximo de valores deducidos (mi)		8									
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV
19	12	5							36	3	24
19	12	2							33	2	25
19	2	2							23	1	23
										HDV	25
										PCI	75
										CLASIFICACIÓN	
										Muy Bueno	

Ilustración 10 Evaluación superficial UM 45

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VÍA:		U45						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:								FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):								18+452.00			
PROGRESIVA FINAL (Km):								18+485.00			
ANCHO DE VÍA (m):								7			
ÁREA DE LA UNIDAD (m2):		231									
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD								
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2								
2	EXUDACION	EX	m2								
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2								
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2								
5	CORRUGACIÓN	COR	m2								
6	DEPRESIÓN	DEP	m2								
7	GRIETA DE BORDE	GB	m								
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m								
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m								
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m								
11	PARCHEO	PAR	m2								
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2								
13	HUECOS	HU	und								
14	CRUCE DE VÍA FERREA	CVF	m2								
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2								
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2								
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2								
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2								
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/METEORIZACION	DAG	m2								
SEVERIDADES											
LOW		BAJA		L							
MEDIUM		MEDIA		M							
HIGH		ALTA		H							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
7	M	11.5							11.5	4.98	15
13	H	4							4	1.73	17
11	L	2.465	0.85	0.324					3.639	1.58	8
19	M	0.59							0.59	0.26	5
										TOTAL	45
Numero de valores deducidos >2 (q)											
Valor deducido mas alto (HV Di):											
Numero maximo de valores deducidos (mi)											
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV
17	15	8	5						45	4	26
17	15	8	2						42	3	28
17	15	2	2						36	2	28
17	2	2	2						23	1	23
										HDV	28
										PCI	72
CLASIFICACIÓN											
Muy Bueno											

Ilustración 11 *Evaluación superficial UM 50*

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VIA:								EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:		U50						FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):		18+617.00									
PROGRESIVA FINAL (Km):		18+650.00									
ANCHO DE VIA (m):		7									
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231									
N°	TIPO DE FALLA		CODIGO	UNIDAD							
1	PIEL DE COCODRILO		PC	m2							
2	EXUDACION		EX	m2							
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		AGB	m2							
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		ABH	m2							
5	CORRUGACIÓN		COR	m2							
6	DEPRESIÓN		DEP	m2							
7	GRIETA DE BORDE		GB	m							
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA		GR	m							
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA		DSN	m							
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSERSAL		GLT	m							
11	PARCHEO		PAR	m2							
12	PULIMENTO DE AGREGADOS		PUL	m2							
13	HUECOS		HU	und							
14	CRUCE DE VIA FERREA		CVF	m2							
15	AHUELLAMIENTO		AHU	m2							
16	DESPLAZAMIENTO		DES	m2							
17	GRIETAS PARABOLICAS		GRP	m2							
18	HINCHAMIENTO		HIN	m2							
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION		DAG	m2							
SEVERIDADES											
LOW		BAJA		L							
MEDIUM		MEDIA		M							
HIGH		ALTA		H							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
13	H	2						2	0.87	12	
19	M	19.495	5.504					24.999	10.82	26	
9	M	2	11.5					13.5	5.84	13	
11	M	0.3	7.785					8.085	3.50	23	
									TOTAL	74	
Numero de valores deducidos >2 (q)										4	
Valor deducido mas alto (HV Di):										26	
Numero maximo de valores deducidos (mi)										8	
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV	
26	23	13	12					74	4	44	
26	23	13	2					63	3	43	
26	23	2	2					52	2	42	
26	2	2	2					32	1	31	
								HDV	44		
								PCI	56		
								CLASIFICACIÓN			
								Bueno			

Ilustración 12 Evaluación superficial UM 55

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VÍA:		U55 EVALUADOR: Dayton Derby Vasquez Delgado						FECHA:		09/12/2024	
UNIDAD DE MUESTRA:								FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):								FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA FINAL (Km):								FECHA:		09/12/2024	
ANCHO DE VÍA (m):								FECHA:		09/12/2024	
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231									

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2
2	EXUDACION	EX	m2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2
5	CORRUGACIÓN	COR	m2
6	DEPRESIÓN	DEP	m2
7	GRIETA DE BORDE	GB	m
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m
11	PARCHEO	PAR	m2
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2

13	HUECOS	HU	und
14	CRUCE DE VIA FERREA	CVF	m2
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION	DAG	m2

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
12	M	15	23.4						38.4	16.62	5	
11	M	0.416	1.65						2.066	0.89	12	
13	M	2							2	0.87	19	
										TOTAL		36

Numero de valores deducidos >2 (q)	2
Valor deducido mas alto (HV Di):	19
Numero maximo de valores deducidos (mi)	8

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
19	12	5						36	3	23
19	12	2						33	2	25
19	2	2						23	1	23

HDV	25
PCI	75
CLASIFICACIÓN	
Muy Bueno	

Ilustración 13 Evaluación superficial UM 60

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS									
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)									
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024							
NOMBRE DE LA VÍA:						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:		U60				FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):		18+947.00							
PROGRESIVA FINAL (Km):		18+980.00							
ANCHO DE VÍA (m):		7							
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231							

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2
2	EXUDACION	EX	m2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2
5	CORRUGACIÓN	COR	m2
6	DEPRESIÓN	DEP	m2
7	GRIETA DE BORDE	GB	m
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m
11	PARCHEO	PAR	m2
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2

13	HUECOS	HU	und
14	CRUCE DE VIA FERREA	CVF	m2
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION	DAG	m2

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
7	M	12							12	5.19	16	
13	H	4							4	1.73	17	
11	L	3.36	1	0.324					4.684	2.03	10	
19	M	1.6							1.6	0.69	7	
										TOTAL		49

Numero de valores deducidos >2 (q)	4
Valor deducido mas alto (HV Di):	17
Numero maximo de valores deducidos (mi)	9

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
17	16	10	7					49	4	29
17	16	10	2					44	3	29
17	16	2	2					36	2	28
17	2	2	2					23	1	23

HDV		29
PCI		71
CLASIFICACIÓN		
Muy Bueno		

Ilustración 14 Evaluación superficial UM 65

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS									
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)									
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20+000 Amazonas 2024							
NOMBRE DE LA VÍA:						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:		U65				FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):		19+112.00							
PROGRESIVA FINAL (Km):		19+145.00							
ANCHO DE VÍA (m):		7							
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231							

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2
2	EXUDACION	EX	m2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2
5	CORRUGACIÓN	COR	m2
6	DEPRESIÓN	DEP	m2
7	GRIETA DE BORDE	GB	m
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m
11	PARCHEO	PAR	m2
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2

13	HUECOS	HU	und
14	CRUCE DE VÍA FERREA	CVF	m2
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION	DAG	m2

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
13	H	2							2	0.87	12	
19	M	4.5							4.5	1.95	12	
11	M	0.9	12.25						13.15	5.69	28	
4	H	4.55							4.55	1.97	43	
										TOTAL		95

Numero de valores deducidos >2 (q)	4
Valor deducido mas alto (HV Di):	43
Numero maximo de valores deducidos (mi)	6

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
43	28	12	12					95	4	56
43	28	12	2					85	3	59
43	28	2	2					74	2	62
43	2	2	2					49	1	48

HDV		62
PCI		38
CLASIFICACIÓN		
Malo		

Ilustración 15 *Evaluación superficial UM 70*

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20+000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VIA:		U70						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:								FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):								19+277.00			
PROGRESIVA FINAL (Km):								19+310.00			
ANCHO DE VIA (m):								7			
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231									
N°	TIPO DE FALLA		CODIGO		UNIDAD						
1	PIEL DE COCODRILO		PC		m2		13				
2	EXUDACION		EX		m2		14				
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		AGB		m2		15				
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		ABH		m2		16				
5	CORRUGACIÓN		COR		m2		17				
6	DEPRESIÓN		DEP		m2		18				
7	GRIETA DE BORDE		GB		m		19				
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA		GR		m		HUECOS				
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA		DSN		m		CRUCE DE VIA FERREA				
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSERSAL		GLT		m		AHUELLAMIENTO				
11	PARCHEO		PAR		m2		DESPLAZAMIENTO				
12	PULIMENTO DE AGREGADOS		PUL		m2		GRIETAS PARABOLICAS				
							HINCHAMIENTO				
							DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION				
SEVERIDADES											
LOW			BAJA			L					
MEDIUM			MEDIA			M					
HIGH			ALTA			H					
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	M	4.5	22.5	3.45				30.45	13.18	54	
19	H	28.64						28.64	12.40	13	
13	H	2						2	0.87	12	
11	H	0.315						0.315	0.14	11	
									TOTAL	91	
Numero de valores deducidos >2 (q)											
Valor deducido mas alto (HV Di):											
Numero maximo de valores deducidos (mi)											
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV	
54	13	12	11					91	4	54	
54	13	12	2					81	3	56	
54	13	2	2					71	2	59	
54	2	2	2					60	1	59	
										HDV	59
										PCI	41
CLASIFICACIÓN											
Regular											

Ilustración 16 Evaluación superficial UM 75

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS									
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)									
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024							
NOMBRE DE LA VÍA:						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:		U75				FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):		19+442.00							
PROGRESIVA FINAL (Km):		19+475.00							
ANCHO DE VÍA (m):		7							
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231							

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2
2	EXUDACION	EX	m2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2
5	CORRUGACIÓN	COR	m2
6	DEPRESIÓN	DEP	m2
7	GRIETA DE BORDE	GB	m
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m
11	PARCHEO	PAR	m2
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2

13	HUECOS	HU	und
14	CRUCE DE VIA FERREA	CVF	m2
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION	DAG	m2

SEVERIDADES		
LOW	BAJA	L
MEDIUM	MEDIA	M
HIGH	ALTA	H

FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)	
11	L	7							7	3.03	12	
4	M	14	11						25	10.82	55	
1	H	5.85							5.85	2.53	44	
12	M	49							49	21.21	6	
										TOTAL		117

Numero de valores deducidos >2 (q)	3
Valor deducido mas alto (HV Di):	55
Numero maximo de valores deducidos (mi)	5

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
55	44	12	6					117	4	68
55	44	12	2					113	3	78
55	44	2	2					103	2	85
55	2	2	2					61	1	61

HDV		85
PCI		15
CLASIFICACIÓN		
Muy Malo		

Ilustración 17 Evaluación superficial UM 80

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS																					
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)																					
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20+000 Amazonas 2024																			
NOMBRE DE LA VÍA:						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado													
UNIDAD DE MUESTRA:		U80				FECHA:		09/12/2024													
PROGRESIVA INICIAL (Km):		19+607.00																			
PROGRESIVA FINAL (Km):		19+640.00																			
ANCHO DE VÍA (m):		7																			
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231																			
N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD																		
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2																		
2	EXUDACION	EX	m2																		
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2																		
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2																		
5	CORRUGACIÓN	COR	m2																		
6	DEPRESIÓN	DEP	m2																		
7	GRIETA DE BORDE	GB	m																		
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m																		
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m																		
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSVERSAL	GLT	m																		
11	PARCHEO	PAR	m2																		
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2																		
13	HUECOS	HU	und																		
14	CRUCE DE VÍA FERREA	CVF	m2																		
15	AHUELLAMIENTO	AHU	m2																		
16	DESPLAZAMIENTO	DES	m2																		
17	GRIETAS PARABOLICAS	GRP	m2																		
18	HINCHAMIENTO	HIN	m2																		
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION	DAG	m2																		
<table border="1"> <thead> <tr> <th colspan="3">SEVERIDADES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>LOW</td> <td>BAJA</td> <td>L</td> </tr> <tr> <td>MEDIUM</td> <td>MEDIA</td> <td>M</td> </tr> <tr> <td>HIGH</td> <td>ALTA</td> <td>H</td> </tr> </tbody> </table>										SEVERIDADES			LOW	BAJA	L	MEDIUM	MEDIA	M	HIGH	ALTA	H
SEVERIDADES																					
LOW	BAJA	L																			
MEDIUM	MEDIA	M																			
HIGH	ALTA	H																			
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES						TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)											
13	H	2						2	0.87	12											
19	M	5.25						5.25	2.27	13											
11	M	1.2	12.5					13.7	5.93	28											
4	H	4.95						4.95	2.14	44											
									TOTAL	97											
Numero de valores deducidos >2 (q)		4																			
Valor deducido mas alto (HV Di):		44																			
Numero maximo de valores deducidos (mi)		6																			
CALCULO DEL PCI																					
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV											
44	28	13	12					97	4	58											
44	28	13	2					87	3	60											
44	28	2	2					76	2	64											
44	2	2	2					50	1	50											
								HDV	64												
								PCI	36												
								CLASIFICACIÓN													
								Malo													

Ilustración 18 *Evaluación superficial UM 85*

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS											
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)											
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20+000 Amazonas 2024									
NOMBRE DE LA VIA:		U85						EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado	
UNIDAD DE MUESTRA:								FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):								19+772.00			
PROGRESIVA FINAL (Km):								19+805.00			
ANCHO DE VIA (m):		7									
AREA DE LA UNIDAD (m2):		231									
N°	TIPO DE FALLA		CODIGO		UNIDAD						
1	PIEL DE COCODRILO		PC		m2		13				
2	EXUDACION		EX		m2		14				
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE		AGB		m2		15				
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS		ABH		m2		16				
5	CORRUGACIÓN		COR		m2		17				
6	DEPRESIÓN		DEP		m2		18				
7	GRIETA DE BORDE		GB		m		19				
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA		GR		m		HUECOS				
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA		DSN		m		CRUCE DE VIA FERREA				
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSERSAL		GLT		m		AHUELLAMIENTO				
11	PARCHEO		PAR		m2		DESPLAZAMIENTO				
12	PULIMENTO DE AGREGADOS		PUL		m2		GRIETAS PARABOLICAS				
							HINCHAMIENTO				
							DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS/ METEORIZACION				
SEVERIDADES											
LOW		BAJA		L							
MEDIUM		MEDIA		M							
HIGH		ALTA		H							
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
1	M	4.41	21	3.2775					28.6875	12.42	54
19	H	27.9							27.9	12.08	13
13	H	2							2	0.87	12
11	H	0.336							0.336	0.15	11
									TOTAL		91
Numero de valores deducidos >2 (q)											
Valor deducido mas alto (HV Di):											
Numero maximo de valores deducidos (mi)											
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV	
54	13	12	11					91	4	54	
54	13	12	2					81	3	56	
54	13	2	2					71	2	59	
54	2	2	2					60	1	59	
										HDV	59
										PCI	41
										CLASIFICACIÓN	
										Regular	

Ilustración 19 Evaluación superficial UM 90

EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS													
PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)													
PROYECTO:		Evaluación de fallas superficiales en el pavimento flexible a nivel de bicapa de la vía Bagua Grande – Cajaruro – Bagua del km 17+000 al km 20 +000 Amazonas 2024											
NOMBRE DE LA VIA:								EVALUADOR:		Dayton Derby Vasquez Delgado			
UNIDAD DE MUESTRA:								U90 19+937.00 19+970.00 7 231		FECHA:		09/12/2024	
PROGRESIVA INICIAL (Km):													
PROGRESIVA FINAL (Km):													
ANCHO DE VIA (m):													
AREA DE LA UNIDAD (m2):													

N°	TIPO DE FALLA	CODIGO	UNIDAD
1	PIEL DE COCODRILO	PC	m2
2	EXUDACION	EX	m2
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	AGB	m2
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	ABH	m2
5	CORRUGACIÓN	COR	m2
6	DEPRESIÓN	DEP	m2
7	GRIETA DE BORDE	GB	m
8	GRIETA DE REFLEXIÓN DE JUNTA	GR	m
9	DESNIVEL CARRIL/BERMA	DSN	m
10	GRIETA LONGITUDINAL Y TRANSERSAL	GLT	m
11	PARCHEO	PAR	m2
12	PULIMENTO DE AGREGADOS	PUL	m2

SEVERIDADES			
LOW	BAJA	L	
MEDIUM	MEDIA	M	
HIGH	ALTA	H	

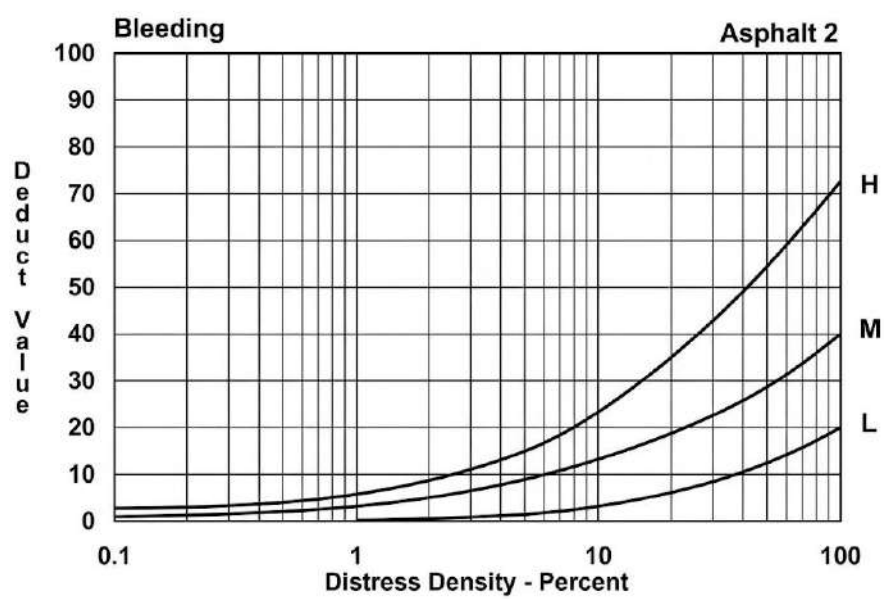
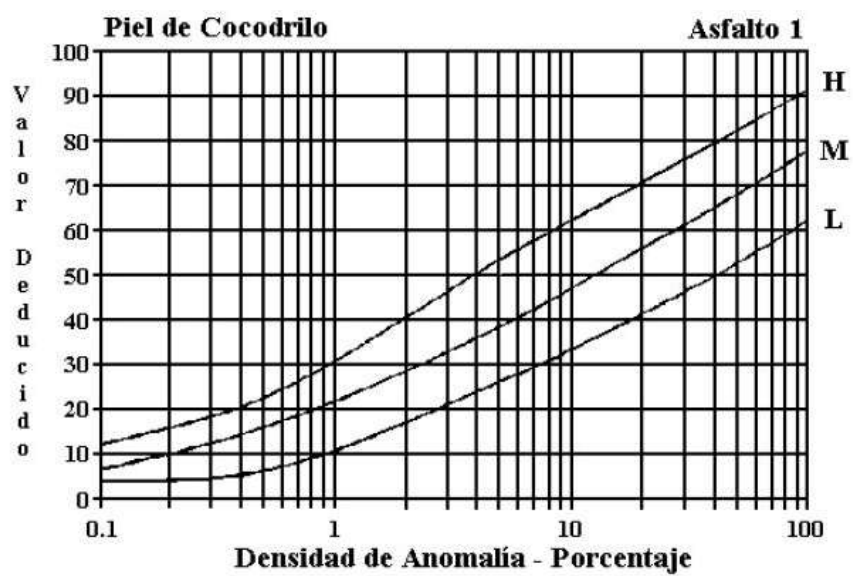
FALLA	SEVERIDAD	CANTIDADES PARCIALES							TOTAL	DENSIDAD (%)	VALOR DEDUCIDO (VD)
11	L	5.392							5.392	2.33	11
4	M	14	10.7						24.7	10.69	55
1	H	6.003							6.003	2.60	44
12	M	47.25							47.25	20.45	6
										TOTAL	116

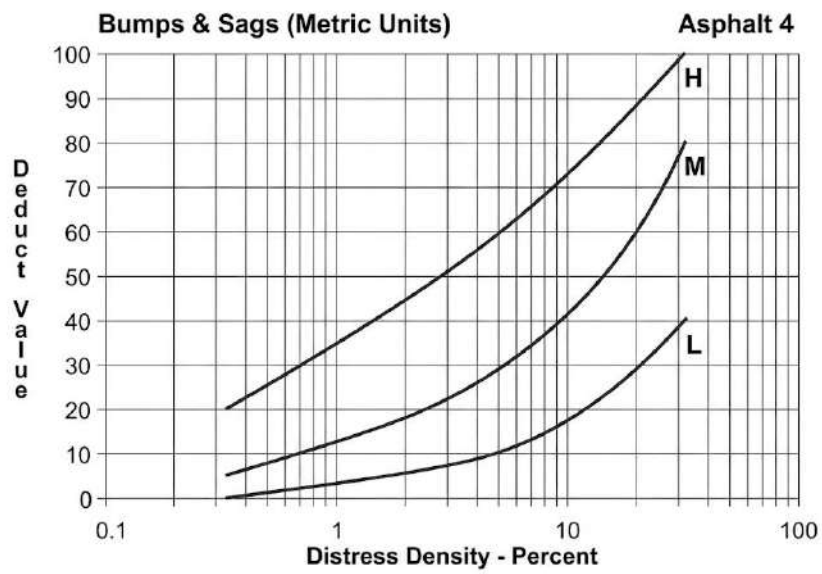
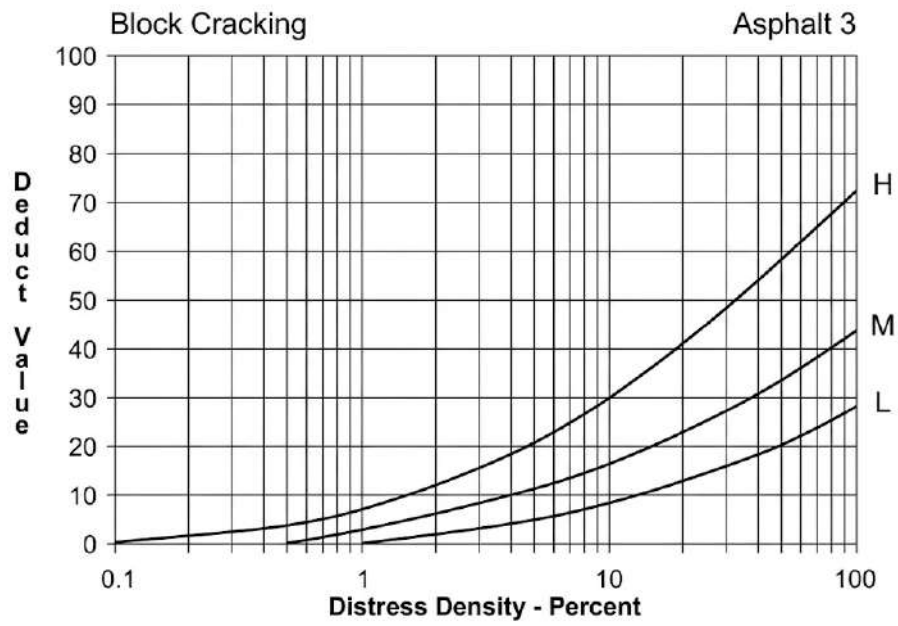
Numero de valores deducidos >2 (q)	3
Valor deducido mas alto (HV Di):	55
Numero maximo de valores deducidos (mi)	5

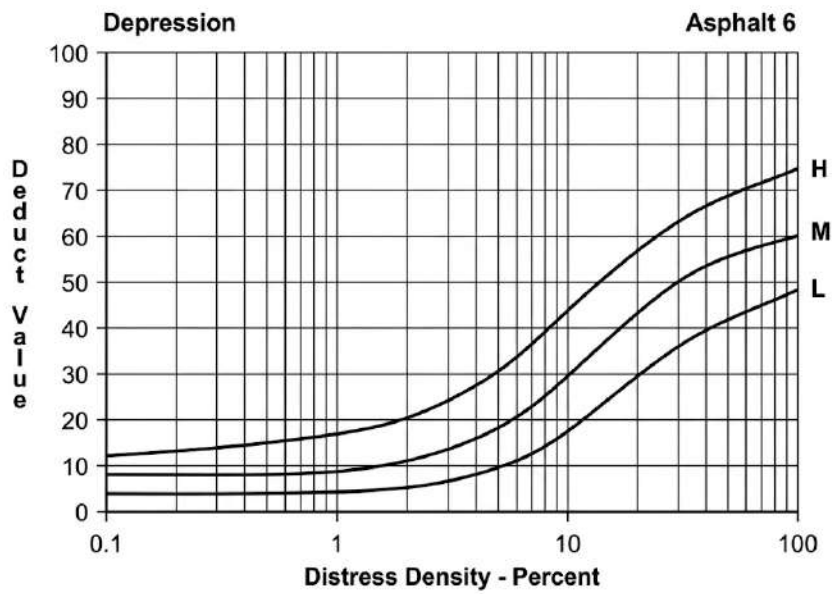
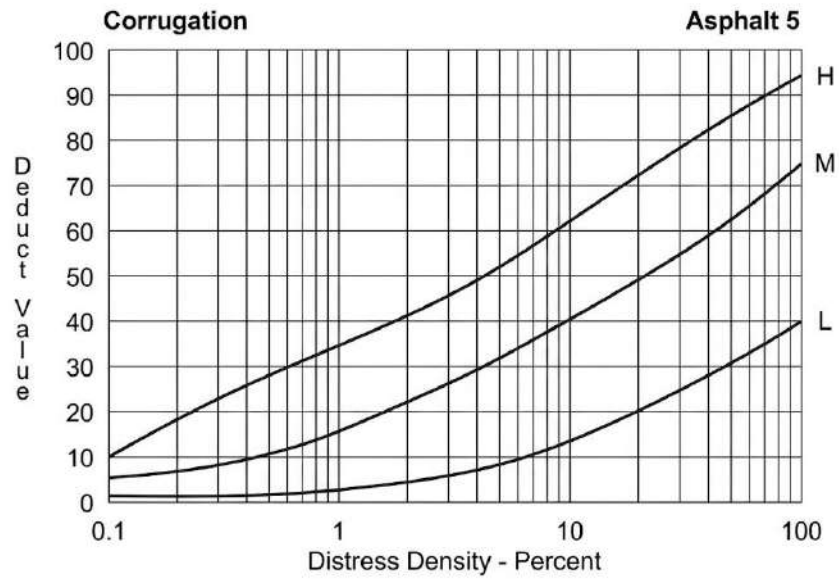
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV
55	44	11	6						116	4	67
55	44	11	2						112	3	78
55	44	2	2						103	2	85
55	2	2	2						61	1	61

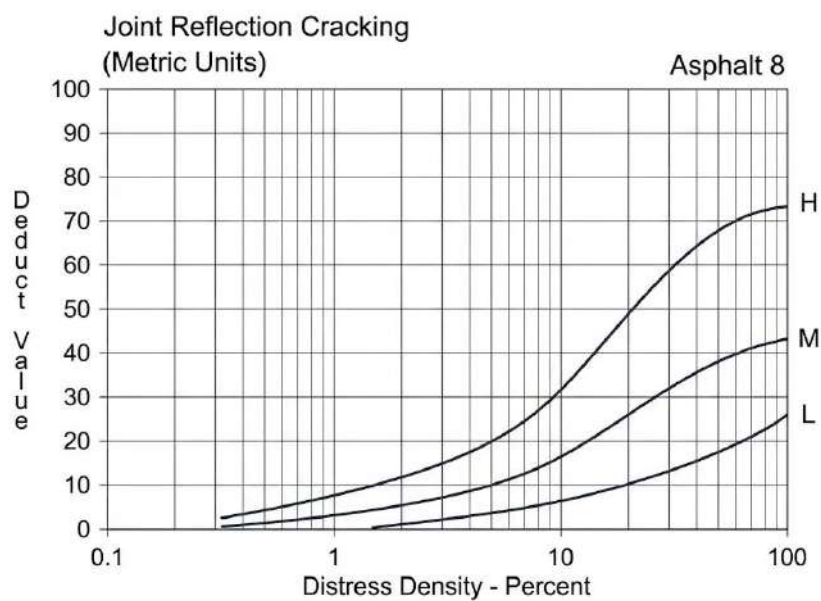
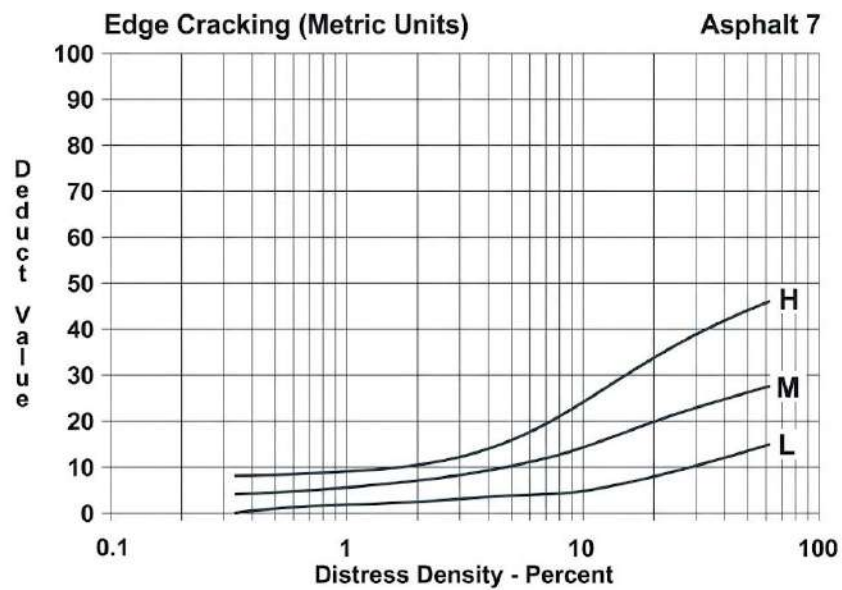
	HDV	85
	PCI	15
CLASIFICACIÓN		
Muy Malo		

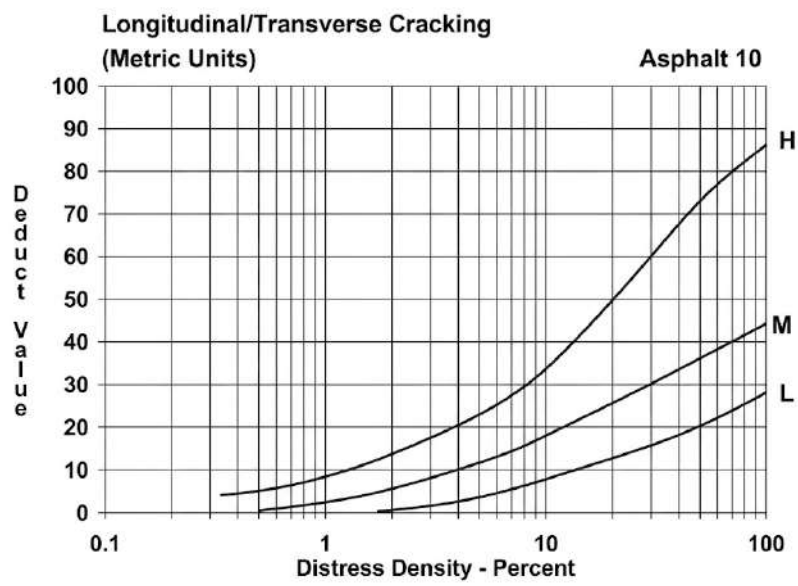
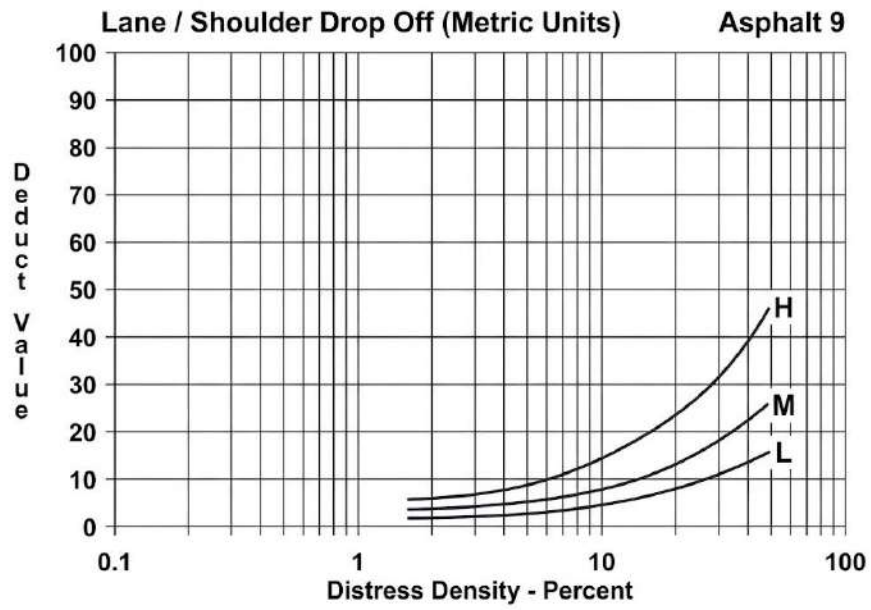
Anexo 04: Curvas para pavimentos Asfálticos

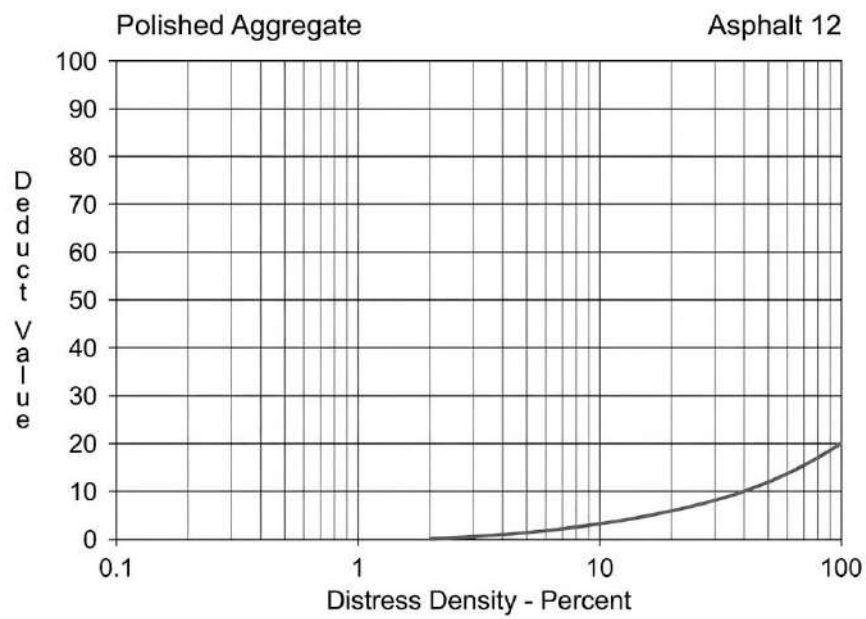
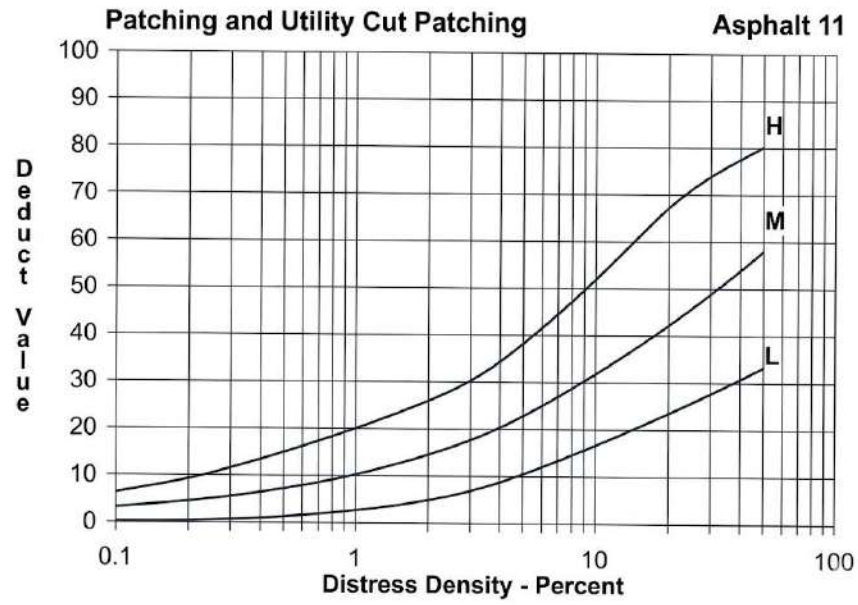


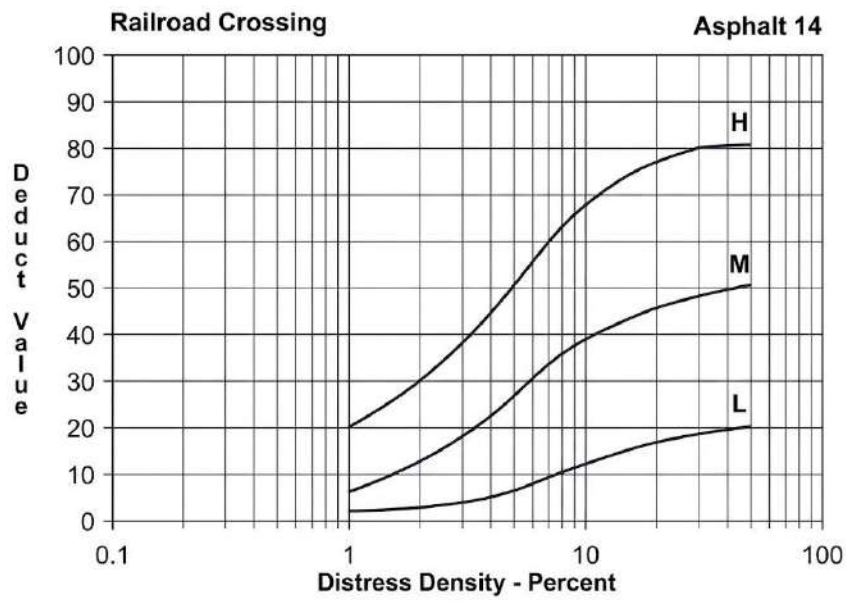
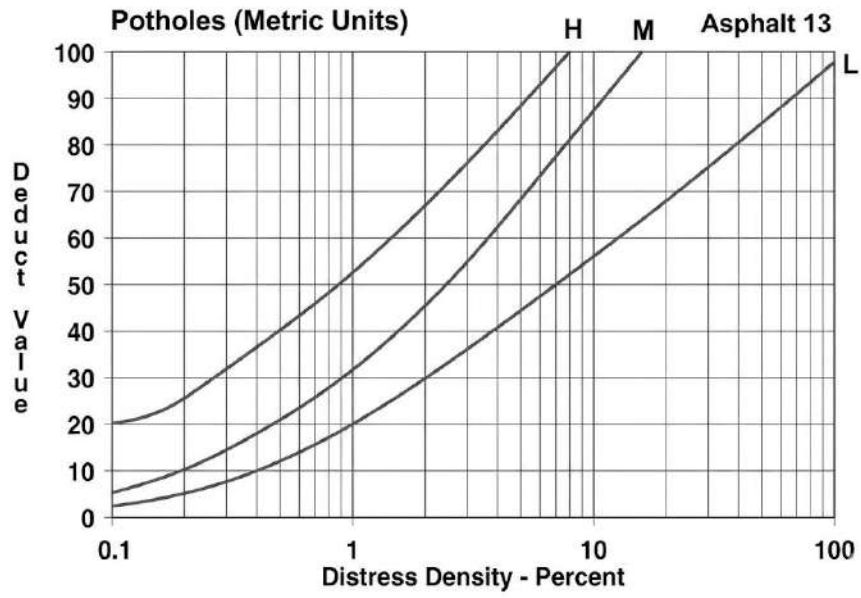


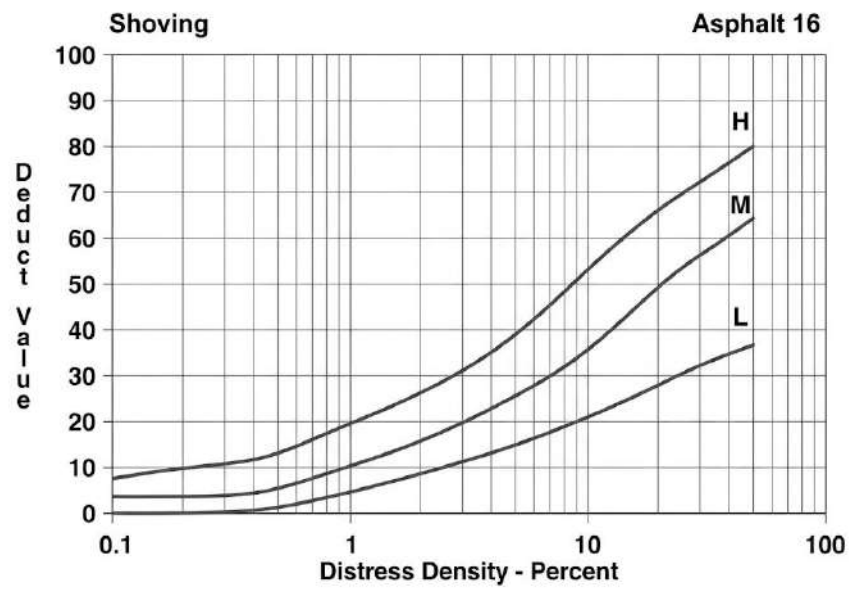




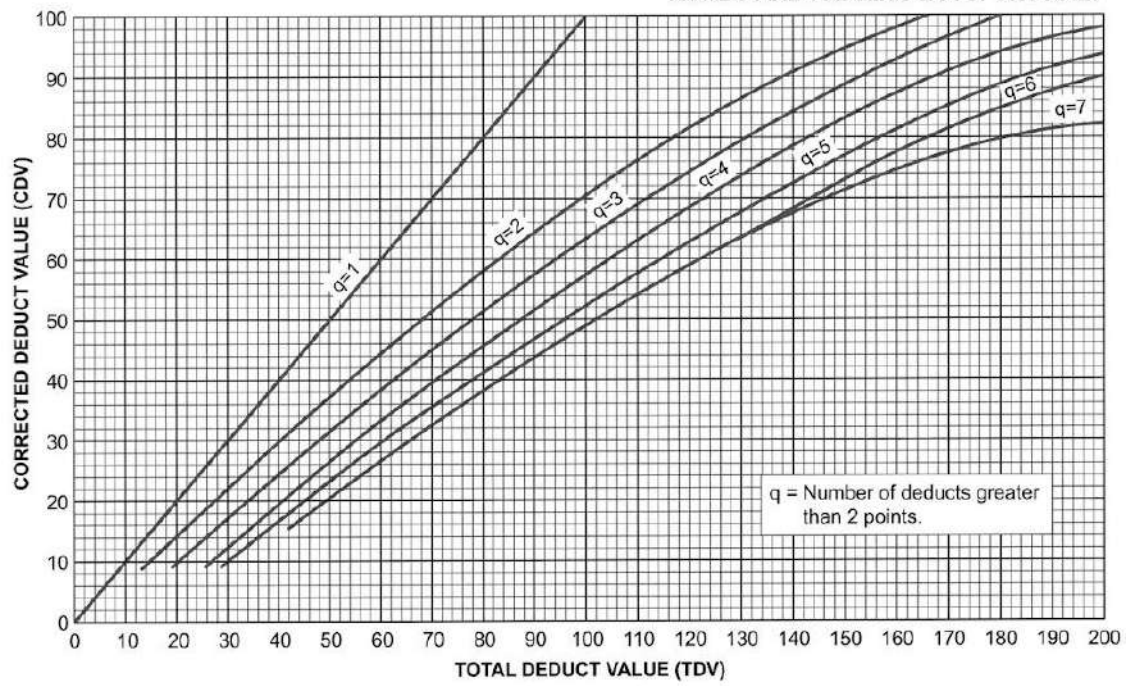








ROADS AND PARKING LOTS: ASPHALT



Anexo 05: Fotografías

FOTOGRAFÍA 1 Zona de estudio UM 41



FOTOGRAFÍA 2 Zona de estudio UM 42



FOTOGRAFÍA 3 Zona de estudio UM 35



FOTOGRAFÍA 4 Zona de estudio UM 40



FOTOGRAFÍA 5 *Zona de estudio UM 6*



FOTOGRAFÍA 6 *Zona de estudio UM 08*



FOTOGRAFÍA 7 *Zona de estudio UM 11*



FOTOGRAFÍA 8 *Zona de estudio UM 17*



FOTOGRAFÍA 9 *Zona de estudio UM 05*



FOTOGRAFÍA 10 *Zona de estudio UM 02*



FOTOGRAFÍA 11 *Zona de estudio UM 05*



FOTOGRAFÍA 12 *Zona de estudio UM 03*



Dayton Derby Vasquez Delgado

Dayton Derby Vasquez Delgado

 DAYTON UNFSLB Universidad Nacional Intercultural Fabiola Salazar Leguía de Bagua

Detalles del documento

Identificador de la entrega

trn:oid:::1:3590776172

Fecha de entrega

9 jun 2026, 12:30 p.m. GMT-5

Fecha de descarga

9 jun 2026, 12:36 p.m. GMT-5

Nombre del archivo

INFORME_DE_TESIS_DAYTON.pdf

Tamaño del archivo

6.3 MB

70 páginas

14.946 palabras

85.451 caracteres

18% Similitud general

El total combinado de todas las coincidencias, incluidas las fuentes superpuestas, para ca...

Filtrado desde el informe

- Bibliografía
- Texto citado
- Coincidencias menores (menos de 8 palabras)

Exclusiones

- N.º de fuente excluida

Fuentes principales

- 17%  Fuentes de Internet
- 2%  Publicaciones
- 8%  Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Marcas de integridad

N.º de alertas de integridad para revisión

No se han detectado manipulaciones de texto sospechosas.

Los algoritmos de nuestro sistema analizan un documento en profundidad para buscar inconsistencias que permitirían distinguirlo de una entrega normal. Si advertimos algo extraño, lo marcamos como una alerta para que pueda revisarlo.

Una marca de alerta no es necesariamente un indicador de problemas. Sin embargo, recomendamos que preste atención y la revise.

Fuentes principales

- 17% Fuentes de Internet
- 2% Publicaciones
- 8% Trabajos entregados (trabajos del estudiante)

Fuentes principales

Las fuentes con el mayor número de coincidencias dentro de la entrega. Las fuentes superpuestas no se mostrarán.

1	Internet	repositorio.ucv.edu.pe	3%
2	Internet	hdl.handle.net	3%
3	Internet	repositorio.uancv.edu.pe	<1%
4	Trabajos del estudiante	Universidad Andina Nestor Caceres Velasquez	<1%
5	Internet	alicia.concytec.gob.pe	<1%
6	Internet	repositorio.unibagua.edu.pe	<1%
7	Internet	repositorio.unc.edu.pe	<1%
8	Internet	repositorio.untrm.edu.pe	<1%
9	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnologica de los Andes	<1%
10	Internet	repositorio.upn.edu.pe	<1%
11	Internet	repositorio.undac.edu.pe	<1%

12	Internet	repositorio.upt.edu.pe	<1%
13	Trabajos del estudiante	Universidad Alas Peruanas	<1%
14	Internet	repositorio.unjbg.edu.pe	<1%
15	Trabajos del estudiante	Universidad Cesar Vallejo	<1%
16	Internet	repositorio.uladech.edu.pe	<1%
17	Internet	dspace.ups.edu.ec	<1%
18	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional de Cajamarca	<1%
19	Internet	repositorio.unap.edu.pe	<1%
20	Trabajos del estudiante	Universidad Andina del Cusco	<1%
21	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica del Peru	<1%
22	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego 2025	<1%
23	Internet	core.ac.uk	<1%
24	Internet	repositorio.usmp.edu.pe	<1%
25	Internet	www.coursehero.com	<1%

26	Internet	repositorio.upao.edu.pe	<1%
27	Internet	worldwidescience.org	<1%
28	Trabajos del estudiante	Pontificia Universidad Catolica del Peru	<1%
29	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnológica Centroamericana UNITEC	<1%
30	Internet	patents.google.com	<1%
31	Internet	repositorio.ucp.edu.pe	<1%
32	Internet	1library.co	<1%
33	Trabajos del estudiante	Blackboard	<1%
34	Internet	repositorio.upla.edu.pe	<1%
35	Internet	biblioteca.upt.edu.pe	<1%
36	Trabajos del estudiante	Universidad Católica Boliviana "San Pablo"	<1%
37	Internet	tesis.unsm.edu.pe	<1%
38	Trabajos del estudiante	Universidad Continental	<1%
39	Publicación	Carbone Chuquitaipé, Carol Lizbeth García Anco, Yeny Rocío. "Habilidades conve...	<1%

40	Trabajos del estudiante	Universidad Politecnica Salesiana del Ecuador	<1%
41	Trabajos del estudiante	Universidad Privada de Tacna	<1%
42	Internet	aei.pitt.edu	<1%
43	Internet	de.slideshare.net	<1%
44	Internet	repositorio.unfv.edu.pe	<1%
45	Internet	saberaberto.uneb.br	<1%
46	Trabajos del estudiante	unhuancavelica	<1%
47	Trabajos del estudiante	Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo	<1%
48	Trabajos del estudiante	Universidad Privada Antenor Orrego	<1%
49	Internet	ediciones.uo.edu.cu	<1%
50	Internet	es.unionpedia.org	<1%
51	Internet	idoc.pub	<1%
52	Internet	pmc.ncbi.nlm.nih.gov	<1%
53	Internet	repositorio.urp.edu.pe	<1%

54	Trabajos del estudiante	Universidad Politécnica del Perú	<1%
55	Trabajos del estudiante	Universidad Tecnica De Ambato- Direccion de Investigacion y Desarrollo , DIDE	<1%
56	Internet	centrodeinvestigacionescic.com.co	<1%
57	Internet	es.scribd.com	<1%
58	Internet	library.fpinnovations.ca	<1%
59	Internet	rcc.cujae.edu.cu	<1%
60	Internet	repositorio.esge.edu.pe	<1%
61	Internet	revista.ismm.edu.cu	<1%
62	Internet	rraae.cedia.edu.ec	<1%
63	Publicación	Tonconi Quispe, Jhomar Marcelino. "Análisis de las fallas en el pavimento flexible,...	<1%
64	Trabajos del estudiante	Universidad Mariano Gálvez de Guatemala	<1%
65	Internet	cybertesis.uni.edu.pe	<1%
66	Internet	dspace.unl.edu.ec	<1%
67	Internet	ikua.iiap.gob.pe	<1%

68	Internet	purl.org	<1%
69	Internet	repositorio.uap.edu.pe	<1%
70	Internet	repositorio.ulvr.edu.ec	<1%
71	Internet	repositorio.une.edu.pe	<1%
72	Internet	repositorio.unj.edu.pe	<1%
73	Internet	repositorio.upsc.edu.pe	<1%
74	Internet	repositorio.upse.edu.ec	<1%
75	Internet	repositorio.utea.edu.pe	<1%
76	Internet	repositorioacademico.upc.edu.pe	<1%
77	Internet	www.slideshare.net	<1%