

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL  
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA  
GRANDE – CAJARURO – BAGUA, KM 5+000 AL KM 8+000,  
AMAZONAS, 2018.**

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

**Bach** : JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ  
**ASESOR** : ING. MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS  
**CO – ASESOR** : ING. EDWIN DÍAZ ORTIZ

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2018**

**UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE  
MENDOZA DE AMAZONAS**



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y AMBIENTAL  
ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL  
PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA  
GRANDE – CAJARURO – BAGUA, KM 5+000 AL KM 8+000,  
AMAZONAS, 2018.**

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

**Bach** : JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ  
**ASESOR** : ING. MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS  
**CO – ASESOR** : ING. EDWIN DÍAZ ORTIZ

**CHACHAPOYAS – PERÚ**

**2018**

## **DEDICATORIA**

### **A DIOS:**

Quien fue el que me dio la vida, salud y una hermosa familia, también el cual me guio por el camino del bien y así poder lograr cumplir mis objetivos propuestos.

### **A MIS PADRES:**

Juan Albines Díaz y Gladys Pérez Coronel, por esa confianza hacia mi persona y el haberme guiado a alcanzar mis metas pese a los obstáculos encontrados y que siempre estuvieron dispuestos a brindarme su apoyo incondicional para poder lograr mis sueños y seguir adelante.

**Juan Carlos Alvines Pérez**

## **AGRADECIMIENTO**

Agradecer a los docentes de la facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, por su paciencia y el compartir de sus conocimientos en el transcurso de nuestra vida universitaria.

De manera especial a mi asesor Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas y co-asesor Ing. Edwin Díaz Ortiz por su apoyo profesional constante durante el desarrollo de la investigación.

**AUTORIDADES UNIVERSITARIAS**

Dr. POLICARPIO CHAUCA VALQUI

**Rector**

Dr. MIGUEL ÁNGEL BARRENA GURBILLÓN

**Vicerrector Académico**

Dr. FLOR TERESA GARCÍA HUAMÁN

**Vicerrectora de Investigación**

DR. OSCAR ANDRÉS GAMARRA TORRES

**Decano de la Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental**

## VISTO BUENO DEL ASESOR

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE – CAJARURO – BAGUA, KM 5+000 AL KM 8+000, AMAZONAS, 2018”**, desarrollado por el bachiller, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la UNTRM-A.

Bach. JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ

El docente de la UNTRM-A que suscribe, da el visto bueno al informe final de la tesis mencionada, dándole el pase para que sea sometida a la revisión del jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el jurado evaluador para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 12 de septiembre del 2018

-----  
Ing. Manuel Eduardo Aguilar Rojas

ASESOR

## **VISTO BUENO DEL COASESOR**

El docente de la UNTRM-A que suscribe, hace constar que ha asesorado la realización de la tesis titulada **“EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE – CAJARURO – BAGUA, KM 5+000 AL KM 8+000, AMAZONAS, 2018”**, desarrollado por el bachiller, egresado de la Carrera profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la UNTRM-A.

Bach. JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ

El docente de la UNTRM-A que suscribe, da el visto bueno al informe final de la tesis mencionada, dándole el pase para que sea sometida a la revisión del jurado evaluador comprometiéndose a supervisar el levantamiento de las observaciones dadas por el jurado evaluador para su posterior sustentación.

Chachapoyas, 12 de septiembre del 2018

-----  
Ing. Edwin Díaz Ortiz

COASESOR

**JURADO EVALUADOR**

---

Mg. Lenin Quiñones Huatangari

**PRESIDENTE**

---

Ing. John Hilmer Saldaña Nuñez

**SECRETARIO**

---

Mg. Nemesio Santamaría Baldera

**VOCAL**

## DECLARACIÓN JURADA DE NO PLAGIO

Yo, Juan Carlos Alvines Pérez, bachiller de la escuela profesional de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Ambiental de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas, identificado con DNI N° 47074565.

Declaro bajo juramento que:

- ❖ Soy el autor de la tesis titulada: Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018, la misma que presento para optar el título profesional de Ingeniero Civil.
- ❖ La tesis no ha sido plagiada total ni parcialmente, para la cual se han respetado las normas internacionales de citas y referencias para las fuentes consultadas.
- ❖ La tesis presentada no atenta contra derechos de terceros.
- ❖ La tesis no ha sido publicada ni presentada anteriormente para obtener algún grado académico previo o título profesional.
- ❖ Los datos presentados en los resultados son reales, no han sido falsificados, ni duplicados, ni copiados.

De identificarse fraude, piratería, plagio, falsificación o que el trabajo de investigación haya sido duplicado anteriormente; asumimos las consecuencias y sanciones que nuestras acciones deriven, sometiéndonos a la normatividad vigente de la Universidad Nacional Toribio Rodríguez de Mendoza de Amazonas.

Chachapoyas, 12 de septiembre del 2018

-----

Juan Carlos Alvines Pérez

DNI: 47074565

## ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA.....	i
AGRADECIMIENTO .....	ii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS .....	xiv
RESUMEN.....	xvi
ABSTRACT .....	xvii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. OBJETIVOS .....	2
2.1 Objetivo general .....	2
2.2 Objetivo específico.....	2
III. MARCO TEÓRICO .....	3
3.1 Antecedentes de la investigación.....	3
3.1.1 Antecedentes Internacionales .....	3
3.1.2 Antecedentes Nacionales .....	3
3.1.3 Antecedentes Regionales .....	6
3.2 Base teórica.....	6
3.2.1 Método PCI (pavement condition index) para pavimentos flexibles .....	6
3.2.1.1 Definición .....	6
3.2.1.2 Índice de condición del pavimento (PCI) .....	6
3.2.1.3 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento.....	7
3.2.1.4 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo .....	13
3.2.1.5 Cálculo del PCI de una sección de pavimento.....	16
3.2.2 Clasificación de las fallas en pavimento flexibles.....	17
3.2.2.1 Fisuras y grietas .....	17
3.2.2.2 Deformaciones superficiales de pavimentos asfálticos .....	23
3.2.2.3 Desintegración en los pavimentos asfálticos .....	27

3.2.2.4 Daños superficiales.....	31
3.2.2.5 Otros daños en los pavimentos asfálticos .....	32
3.3 Definición de términos básicos .....	35
IV. MATERIALY MÉTODOS .....	39
4.1 Objetivo de estudio.....	39
4.2 Localización de la investigación.....	39
4.3 Materiales, herramientas, y/o equipos .....	39
4.3.1 En campo .....	39
4.3.1.1 Materiales.....	39
4.3.1.2 Herramientas .....	39
4.3.1.3 Equipos .....	39
4.3.2 En gabinete .....	39
4.3.2.1 Materiales .....	39
4.3.2.2 Equipos .....	39
4.4 Variables de estudio.....	40
4.5 Operacionalización de variables .....	40
4.6 Tipos de estudio.....	42
4.6.1 De acuerdo a la investigación .....	42
4.6.2 De acuerdo a la técnica de contrastación .....	42
4.7 Marco metodológico.....	42
4.7.1 Diseño de investigación .....	42
4.7.2 Población, muestra y muestreo .....	42
4.7.3 Metodología, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento ..	43
4.7.3.1 Metodología.....	43
4.7.3.2 Técnicas e instrumentos.....	43
4.7.3.3 Procedimiento .....	46
4.7.4 Análisis de datos.....	46
V. RESULTADOS .....	47

5.1 Diagnostico del pavimento flexible.....	47
5.1.1 Probables causas que aportan al deterior del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua .....	47
5.2 Recolección de información .....	47
5.2.1 Reconocimiento de la vía .....	47
5.2.2 Identificación de las principales fallas.....	47
5.2.3 Descripción de cada una de las principales fallas.....	47
5.2.4 Aplicación de la técnica del PCI.....	49
5.3 Análisis de datos.....	49
5.4 Resumen de resultados obtenidos.....	70
5.5 Propuesta de mantenimiento y rehabilitación del pavimento.....	72
VI. DISCUSIÓN.....	75
6.1 Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible.....	75
6.2 Identificación de fallas en el pavimento flexible.....	76
VII. CONCLUSIONES .....	78
VIII. RECOMENDACIONES .....	79
IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	80
ANEXOS.....	81

## ÍNDICE DE TABLAS

	<b>Página</b>
Tabla 01: Escala de clasificación del PCI .....	7
Tabla 02: Registro de recolección de datos de campo.....	8
Tabla 03: Longitudes de unidades de muestreo asfálticas.....	9
Tabla 04: Registro de cálculos de datos en gabinete .....	16
Tabla 05: Niveles de severidad para baches .....	28
Tabla 06: Cuadro de Operacionalización de variables .....	41
Tabla 07: Hoja de registro N° 01, recolección de datos en campo.....	44
Tabla 08: Hoja de registro N° 03, cálculo de datos en gabinete .....	45
Tabla 09: Hoja de registro 4 – Descripción y cálculo de las fallas en gabinete .....	45
Tabla 10: Cuadro de resumen de fallas en la sección 1 .....	48
Tabla 11: Cuadro de resumen de fallas en la sección 2.....	48
Tabla 12: Cuadro de resumen de fallas en la sección 3.....	49
Tabla 13: Hoja de registro 1, UM N° 1 .....	50
Tabla 14: Hoja de registro 1, cálculo de valor deducido, UM N° 1 .....	51
Tabla 15: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 1 .....	53
Tabla 16: Cantidad y severidad de las fallas – UM N° 2 .....	54
Tabla 17: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 2.....	55
Tabla 18: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 3 .....	55
Tabla 19: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 3 .....	55
Tabla 20: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 4.....	56
Tabla 21: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 4.....	56
Tabla 22: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 5 .....	56
Tabla 23: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 5.....	57
Tabla 24: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 6.....	57
Tabla 25: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 6.....	57

Tabla 26: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 7 .....	58
Tabla 27: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 7 .....	58
Tabla 28: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 8 .....	58
Tabla 29: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 8 .....	59
Tabla 30: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 9 .....	59
Tabla 31: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 9 .....	59
Tabla 32: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 10 .....	60
Tabla 33: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 10 .....	60
Tabla 34: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 11 .....	60
Tabla 35: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 11 .....	61
Tabla 36: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 12 .....	61
Tabla 37: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 12 .....	61
Tabla 38: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 13 .....	62
Tabla 39: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 13 .....	62
Tabla 40: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 14 .....	62
Tabla 41: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 14 .....	63
Tabla 42: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 15 .....	63
Tabla 43: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 15 .....	63
Tabla 44: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 16 .....	64
Tabla 45: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 16 .....	64
Tabla 46: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 17 .....	64
Tabla 47: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 17 .....	65
Tabla 48: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 18 .....	65
Tabla 49: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 18 .....	65
Tabla 50: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 19 .....	66
Tabla 51: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 19 .....	66
Tabla 52: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 20 .....	66

Tabla 53: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 20 .....	67
Tabla 54: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 21 .....	67
Tabla 55: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 21 .....	67
Tabla 56: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 22 .....	68
Tabla 57: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 22 .....	68
Tabla 58: Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 23 .....	68
Tabla 59: Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 23 .....	69
Tabla 60: Cálculo del PCI de la sección 1 .....	69
Tabla 61: Cálculo del PCI de la sección 2 .....	70
Tabla 62: Cálculo del PCI de la sección 3 .....	70
Tabla 63: Cálculo del resumen de resultados .....	71
Tabla 64: Técnica de mantenimiento y rehabilitación a aplicar según tipo de falla y nivel de severidad .....	74

## ÍNDICE DE FIGURAS

	<b>Página</b>
Figura 01: Corrección de los valores deducidos.....	15
Figura 02: Piel de cocodrilo .....	18
Figura 03: Esquema de piel de cocodrilo .....	18
Figura 04: Fisura en bloque.....	20
Figura 05: Esquema de fisura en bloque .....	20
Figura 06: Fisura longitudinal .....	22
Figura 07: Esquema de fisura longitudinal.....	22
Figura 08: Fisura transversal .....	22
Figura 09: Esquema de fisura transversal.....	22
Figura 10: Fisura de borde.....	23
Figura 11: Esquema de fisura de borde .....	23
Figura 12: Ahuellamiento.....	25
Figura 13: Esquema de ahuellamiento.....	25
Figura 14: Hinchamiento .....	26
Figura 15: Esquema de Hinchamiento.....	26
Figura 16: Hundimiento .....	27
Figura 17: Esquema de Hundimiento .....	27
Figura 18: Bache.....	28
Figura 19: Esquema de Bache .....	28
Figura 20: Desintegración de borde.....	29
Figura 21: Esquema de desintegración borde.....	29
Figura 22: Pérdida de agregado .....	31
Figura 23: Esquema de Pérdida agregado .....	31
Figura 24: Exudación de asfalto .....	32

Figura 25: Esquema de Exudación asfalto .....	32
Figura 26: Separación de berma .....	33
Figura 27: Esquema de separación de berma .....	33
Figura 28: Condición de la vía sin mantenimiento.....	34
Figura 29: Estructura de un pavimento flexible .....	38
Figura 30: Hoja de registro N° 02, ubicación e identificación de fallas en campo .....	44
Figura 31: Hoja de registro 2, UM N° 1 .....	50
Figura 32: Cálculo del valor deducido para falla de ahuellamiento con un nivel de severidad alto y una densidad de 0.49% .....	52
Figura 33: Valor deducido corregido para $q = 4$ y el total de valor deducido = 77.07 .....	54
Figura 34: Porcentaje de la condición del pavimento de las unidades de muestra.....	72

## RESUMEN

Los pavimentos hoy en día se construyen con la finalidad de brindar condiciones de circulación cómoda, seguras y económicas al tránsito que lo habrá de utilizar. La presente tesis tiene como objetivo general realizar la evaluación de la condición superficial del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, aplicando el método PCI (Pavement condition index), para tal fin de conocer las condiciones en que se encuentra el pavimento flexible existente. Una vez obtenido los parámetros de evaluación en las 23 unidades de muestra de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, se realizó la aplicación de la metodología Pavement Condition Index (PCI). Esta técnica estipulada (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, menciona que el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . El procedimiento de ejecución fue el siguiente: Primero, se midió el ancho de la calzada, de la cual su variación fue mínima. Luego se procedió a llevar el resultado obtenido del ancho de la calzada a la tabla 02 para luego saber la longitud de la unidad de muestreo a utilizar. Posterior se procedió a seguir los pasos propuestos en el ítem 3.2.1.3 (B, C, D Y E), seguidamente se procedió al cálculo del PCI de las unidades de muestreo mediante cálculos en gabinete. Finalmente se procedió al cálculo del PCI de una sección del pavimento. Las inspecciones realizadas utilizando esta técnica, se encuentran especificadas en el Anexo N° 2. Se concluye que la carretera tiene un pavimento de estado muy bueno en las secciones 1 y 3 y un estado bueno en la sección 2, con un PCI ponderado para las secciones 1 y 3 igual a 75 y 82, y un PCI ponderado para la sección 2 igual a 61. Con lo cual el pavimento brinda adecuadas condiciones a los usuarios en los tramos ya mencionado de dicha investigación.

**Palabras claves:** Condición superficial, pavimento flexible, carretera, tipos de fallas.

## ABSTRACT

The pavements nowadays are built with the purpose of providing comfortable, safe and economical traffic conditions to the traffic that will use it. The main objective of this thesis is to evaluate the surface condition of the flexible pavement of the Bagua Grande - Cajaruro - Bagua highway, Km 5 + 000 to Km 8 + 000, applying the PCI method (Pavement condition index), for this purpose to know the conditions in which the existing flexible pavement is found. Once the evaluation parameters were obtained in the 23 sample units of the Bagua Grande - Cajaruro - Bagua highway, Km 5 + 000 to Km 8 + 000, the Pavement Condition Index (PCI) methodology was applied. This technique stipulated in the Pavement Condition Index (PCI) for asphalt and concrete pavements on roads, mentions that the area of the sampling unit should be in the range  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ . The execution procedure was as follows: First, the width of the roadway was measured, of which its variation was minimal. Then proceeded to bring the result obtained from the width of the road to table 02 to then know the length of the sampling unit to be used. Subsequently, the steps proposed in items 3.2.1.3 (B, C, D, and E) were followed, then the PCI of the sampling units was calculated using cabinet calculations. Finally, the PCI of a section of the pavement was calculated. The inspections carried out using this technique are specified in Annex No. 2. It is concluded that the road has a very good pavement in sections 1 and 3 and a good state in section 2, with a weighted PCI for the sections 1 and 3 equal to 75 and 82, and a weighted PCI for section 2 equal to 61. With which the pavement provides adequate conditions to users in the aforementioned sections of said investigation.

**Keywords:** Surface condition, flexible pavement, road, types of failures.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Los pavimentos hoy en día se construyen con la finalidad de brindar condiciones de circulación cómoda, seguras y económicas al tránsito que lo habrá de utilizar. En consecuencia, su diseño implica la estimación del número y características de los vehículos que puedan circular sobre él. Deben su periodo de vida útil a diversos factores tales como el diseño, volumen de tránsito y cargas. Un buen diseño permite un adecuado funcionamiento del pavimento durante el periodo de vida predeterminado. Sin embargo existen una serie de razones por las cuales no se llega a cumplir con el período de diseño, entre ellas tenemos: defectos en la construcción, diseño deficiente, volumen mayor de tránsito, mal funcionamiento del drenaje, deficiencia en el mantenimiento del pavimento, etc. Esto genera que el pavimento falle y se presenten distintas anomalías empeorando el estado de la vía. Es por esto que, resulta necesario aplicar técnicas de mantenimiento y rehabilitación de pavimentos; y para poder decidir adecuadamente la aplicación de estos trabajos se debe conocer el estado del pavimento y las posibles causas que lo producen, para ello se emplean diferentes métodos.

El “Método PCI” (Índice de condición de pavimento) se constituye en la metodología más completa para la evaluación y calificación objetiva de pavimentos; el cual por medio de inspecciones visuales se determina el estado en que se encuentra una vía, dependiendo del tipo, cantidad y severidad de las fallas presentes. El presente trabajo tiene por objeto la aplicación del índice de condición del pavimento en un tramo de 3 kilómetros de la carretera Bagua Grande – Cajaruro - Bagua y determinar las condiciones en las que se encuentra. (Vásquez, 2002)

## **II. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Evaluar la condición superficial del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018.

### **2.2 Objetivos específicos**

- ✓ Diagnosticar las probables causas que aportan al deterioro del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018.
- ✓ Identificar y describir las principales fallas del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018.
- ✓ Analizar las principales fallas y proponer soluciones, que mejoren al pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018.

### III. MARCO TEÓRICO

#### 3.1. Antecedentes de la investigación

##### 3.1.1. Antecedentes Internacionales

- ✓ Mba, E. y Tabares, R. (2005) en su monografía para optar el título de especialista en vías y transportes de tema “Diagnostico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del café – vía la baldea”, sostiene que con relación al diagnóstico vial realizado mediante el procedimiento de Índice de Condición del Pavimento – PCI, a la zona en estudio se concluye que la vía presenta en la actualidad una excelente condición de su estructura de pavimento y en su superficie de rodadura de acuerdo con los criterios, rangos de clasificación planteados en este. Se recomienda a la vía que se realice.

En inspección visual y diagnóstico vial realizado al tramo en estudio, mediante el procedimiento PCI (Índice de Condición del Pavimento), se concluyó que el estado actual del pavimento en el acceso al barrio Ciudadela del Café se encuentra en un excelente estado, según los rangos de clasificación anteriormente enunciados y confirmados al realizar un recorrido por la vía, sin embargo se evidenciaron una serie de fallas en la superficie de rodadura, las cuales se muestran en las hojas de inspección. A continuación se enunciarán:

- Ausencia parcial o total del material de sello en algunas de las juntas.
- Falla de esquina probablemente inducida por el fenómeno del bombeo.
- Fisuras y grietas en el pavimento.
- Ausencia de estructuras de alivio para la precipitación pluvial.
- Dilataciones exageradamente anchas.

##### 3.1.2. Antecedentes Nacionales

- ✓ Humpiri, K. (2015) en su tesis para optar el Grado Académico de Magister en Ingeniero civil de tema “Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región Puno”, sostiene que las fallas superficiales encontradas en la zona de estudio de mayor incidencia son las fisuras longitudinales y transversales, seguidas de ahuellamientos, desgaste superficial y otras; estas se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto.

Por ello realizar una adecuada evaluación de la vía es indispensable para determinar el tipo de mantenimiento a emplear, factor que nos ayuda a la conservación vial de manera adecuada.

De las fallas superficiales de la zona de estudio se puede concluir que generalmente presentan un nivel de severidad bajo, la primordial causa de deterioro es el insuficiente mantenimiento de las vías.

- ✓ Medina, A. y De la Cruz, Marcos. (2015) en su tesis para optar el Título de Ingeniero Civil de tema “Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI”, sostiene que el estado del pavimento flexible del Jr. José Gálvez es regular para las secciones identificadas. El pavimento flexible del Jr. José Gálvez actualmente está apto para brindar adecuadas condiciones para los usuarios.

Las condiciones de pavimento malo, regular y bueno predominan en el Jr. José Gálvez.

Siendo la condición malo la de mayor proporción con 39%, seguido con 26% el estado regular y 22% el estado bueno. El resto de condiciones se presentan en proporciones menores o igual a 5%. No existiendo ninguna unidad de muestra en condiciones de excelente.

Las fallas identificadas en la vía evaluada son las siguientes: Piel de cocodrilo, fisura en bloque, fisuras longitudinal y transversal, parches y corte utilitario, agregado pulido huecos o baches, ahuellamiento y por último peladura por interperismo y desprendimiento de agregados.

- ✓ Rodríguez, E. (2009) para optar el título profesión de Ingeniero Civil de tema “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla”, sostiene que el estado del pavimento de cada unidad de muestra, define la condición del pavimento de las secciones y de los tramos. Las secciones 1 y 4, obtuvieron un PCI de 51 y 43 respectivamente, lo que corresponde a un estado regular. Las demás secciones alcanzaron un PCI de 60 (sección 2) y 56 (sección 3), que quiere decir un pavimento de condición buena.

Las fallas más frecuentes encontradas son la peladura y corrugación, ambas de nivel de severidad bajo. Todas las 32 unidades de muestra presentaron estos dos tipos de fallas, pero con densidades variables.

- ✓ Gamboa, K (2009) para optar el título profesión de Ingeniero Civil. Del tema "Cálculo del índice de condición aplicado en del pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura", sostiene que al observar la Av. Las Palmeras, la sección 1 se encuentra en mal estado y es probable que no tenga vida residual, entendiéndose por vida residual como la capacidad del pavimento para soportar cargas antes de llegar a la falla. Urge establecer de rehabilitación tales como: nivelación, sobre capas, lechada asfáltica, fresado, remoción y reemplazo de capas, etc.

La sección 2 y la sección 4 se encuentran en buen estado, bastará conservar ese estado con mantenimiento rutinario y periódico, tales como: lechada asfálticas, sellado de grietas, limpieza de maleza, alcantarillas, plataformas, etc.

La sección 3 y la sección 5 se encuentran en regular estado, es necesario reparar las fallas de severidad media y alta que se presenten, además se deben ejecutar trabajos de mantenimiento rutinario y periódico. Es importante que se realicen estudios para determinar la vida residual del pavimento y así poder determinar con exactitud las acciones de rehabilitación.

- ✓ Leguía, P. y Pacheco, H. (2016) para optar el título profesión de Ingeniero Civil. Del tema "Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau (huacho-huaura-lima)", sostiene que De la evaluación física – visual realizada a las Avenidas Cincuentenario, Colón y Miguel Grau se logró identificar 14 clases de fallas, dentro de las cuales se presentan 3 tipos de severidad: Baja, Media y Alta, con las cuales se realizó la evaluación superficial del pavimento flexible.

Aplicando el método Pavement Condition Index (PCI) se determinó que la Av. Cincuentenario tiene un PCI de 51.84 y se encuentra en un estado de conservación "Regular"; mientras que la Av. Colón y Miguel Grau tienen un PCI de 59.29 y presentan un estado de conservación "Bueno".

### **3.1.3. Antecedentes regionales**

En la región Amazonas no se encuentran estudios ni proyectos acerca de evaluar las condiciones de los pavimentos flexibles y saber qué tipo de fallas presentan.

## **3.2. Base teórica**

### **3.2.1. Método PCI (pavement condition index) para pavimentos flexibles**

#### **3.2.1.1 Definición**

El método del PCI Fue desarrollado entre los años 1974 y 1976 a cargo del Centro de Ingeniería de la Fuerza Aérea de los E.E.U.U. por M.Y. Shahin y S.D. Khon y publicado en 1978; con el objetivo de obtener un sistema de administración del mantenimiento de pavimentos rígidos y flexibles.

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

Se presentan la totalidad de los daños incluidos en la formulación original del PCI, pero eventualmente se harán las observaciones de rigor sobre las patologías que no deben ser consideradas debido a su génesis o esencia ajenas a las condiciones locales.

#### **3.2.1.2 Índice de condición del pavimento (PCI)**

El PCI es un índice numérico, desarrollado para obtener el valor de la irregularidad de la superficie del pavimento y la condición operacional de este. Esta metodología califica la condición integral del pavimento en base a una escala que varía entre “0” para un estado fallado y un valor de “100” para un estado excelente. Se muestra a continuación los rangos del PCI (tabla 01), con la correspondiente descripción cualitativa de la condición del pavimento.

**Tabla 01:** Escala de clasificación del PCI

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

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras (Vásquez, 2002).

El cálculo del PCI se fundamenta en los resultados de un inventario visual de la condición del pavimento en el cual se establecen clase, severidad y cantidad de cada daño presenta. El PCI se desarrolló para obtener un índice de la integridad estructural del pavimento y de la condición operacional de la superficie. La información de los daños obtenida como parte del inventario ofrece una percepción clara de las causas de los daños y su relación con las cargas o con el clima.

### **3.2.1.3 Procedimiento de evaluación de la condición del pavimento**

La primera etapa corresponde al trabajo de campo en el cual se identifican los daños teniendo en cuenta la clase, severidad y extensión de los mismos. Esta información se registra en formatos adecuados para tal fin, (tabla 02).

**Tabla 02:** Registro de recolección de datos en campo.

<b>Nombre de la vía:</b>				<b>Sección:</b>		<b>Unidad de muestra:</b>	
				<b>Fecha:</b>		<b>Área:</b>	
<b>Ejecutor:</b>				<b>Longitud del Tramo:</b>			
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo				7. Hundimiento			
2. Fisuras en bloque				8. Hinchamiento			
3. Fisura longitudinal				9. Baches			
4. Fisura transversal				10. Desintegración de borde			
5. Fisura de borde				11. Pérdida de agregado			
6. Ahuellamiento				12. Exudación de asfalto			
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>

**Fuente:** Elaboración propia

### **A. Unidades de Muestreo**

Se divide la vía en secciones o “unidades de muestreo”, cuyas dimensiones varían de acuerdo con los tipos de vía y de capa de rodadura:

- i. Carreteras con capa de rodadura asfáltica y ancho menor que 7.30 m:  
El área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0$  m<sup>2</sup>. En la tabla 03 se presentan algunas relaciones longitud – ancho de calzada pavimentada.

**Tabla 03:** Longitudes de unidades de muestreo asfálticas

<b>Ancho de calzada (m)</b>	<b>Longitud de la unidad de muestreo (m)</b>
5.0	46.0
5.5	41.8
6.0	38.3
6.5	35.4
7.3 (máximo)	31.5

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras (Vásquez, 2002).

### **B. Determinación de las Unidades de Muestreo para Evaluación**

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

- ✓ Identificar tramos en el pavimento con diferentes usos en el plano de distribución, tales como caminos y estacionamientos.
- ✓ Dividir cada tramo del pavimento en secciones basándose en criterios como; diseño del pavimento, historia de construcción, y tráfico.
- ✓ Dividir las secciones establecidas en unidades de muestra.
- ✓ Identificar las unidades de muestras a ser inspeccionadas de tal manera que permita localizarlas fácilmente sobre la superficie del pavimento. Además es necesario que las unidades de muestra sean fácilmente reubicables, a fin de que sea posible la verificación de la información de fallas existentes, la examinación de variaciones de la unidad de muestra con el tiempo y las inspecciones futuras de la misma unidad de muestra si fuera necesario.
- ✓ Seleccionar las unidades de muestra que serán inspeccionadas. El número de unidades de muestra a inspeccionar puede variar de la siguiente manera: considerando todas las unidades de muestra de la sección, considerando un número de unidades de muestras que nos garantice un nivel de confiabilidad del 95% o considerado un número menor de unidades de muestra.

- Todas las unidades de muestra de la sección pueden ser inspeccionadas para determinar el valor de PCI promedio en la sección, sin embargo no es una medida muy empleada debido a las limitaciones del tiempo, carencia de mano de obra y recursos económicos. Este tipo de análisis es ideal para una mejor estimación del mantenimiento y reparaciones necesarias.
- El número mínimo de unidades de muestra “n” a ser inspeccionadas en una sección dada, para obtener un valor estadísticamente adecuado (95% de confiabilidad), es calculado empleando la siguiente ecuación y redondeando el valor obtenido de “n” al próximo número entero mayor.

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

Donde:

n = Número mínimo de unidades de muestreo a evaluar.

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

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

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

Al realizar la inspección se asume que la desviación estándar es 10. Esta suposición debe ser comprobada de la forma como se describe a continuación después de haber determinado los valores del PCI. Para subsiguientes inspecciones, la desviación estándar de la inspección precedente debe ser utilizada para determinar el valor de “n”.

Cuando el número mínimo de unidades a ser evaluadas es menor que cinco ( $n < 5$ ), se recomienda evaluar todas las unidades.

- Si obtener el 95% de confiabilidad es crítico, la conveniencia del número de unidades inspeccionadas debe ser verificada. El número de unidades de muestra fue estimado en base a un valor de desviación

estándar asumido. Calcular el valor actual de la desviación estándar de la siguiente manera:

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

Dónde:

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

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

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

$s$  = Desviación estándar.

- Calcular el número mínimo revisado de unidades de muestra a ser inspeccionadas utilizando el valor actual de la desviación estándar. Si el número de unidades de muestra revisado a ser inspeccionadas es mayor que el número de muestras ya inspeccionadas, seleccionar e inspeccionar unidades de muestra adicionales al azar. Estas unidades de muestra deben ser espaciadas uniformemente a través de la sección. Repetir este proceso de chequeo del número de unidades de muestra revisado, e inspeccionar las unidades de muestra adicionales al azar hasta que el número total de unidades de muestra inspeccionadas sea igual o mayor al número mínimo requerido de unidades de muestra “ $n$ ”, usando la desviación estándar total de muestras reales.

### **C. Selección de las Unidades de Muestreo para Inspección**

Se recomienda que las unidades elegidas estén igualmente espaciadas a lo largo de la sección de pavimento y que la primera de ellas se elija al azar (aleatoriedad sistemática) de la siguiente manera:

- i. El intervalo de muestreo ( $i$ ) se expresa mediante la siguiente ecuación:

$$i = \frac{N}{n} \dots \text{(Ec. 3)}$$

Dónde:

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

$n$  = Número de unidades de muestra a ser inspeccionadas.

$i$  = Intervalo de muestreo, se redondea al número entero inferior (por ejemplo, 3.7 se redondea a 3).

La primera unidad de muestra a ser inspeccionada es seleccionada al azar entre las unidades de muestra 1 hasta “ $i$ ”. Las unidades de muestra en la sección que son incrementos sucesivos del intervalo “ $i$ ” después de la primera unidad seleccionada al azar también son inspeccionadas.

- ii. El inicio al azar se selecciona entre la unidad de muestreo 1 y el intervalo de muestreo  $i$ .

Así, si  $i = 3$ , la unidad inicial de muestreo a inspeccionar puede estar entre 1 y 3. Las unidades de muestreo para evaluación se identifican como  $(S)$ ,  $(S + 1)$ ,  $(S + 2)$ , etc.

Sin embargo, si se requieren cantidades de daño exactas para pliegos de licitación (rehabilitación), todas y cada una de las unidades de muestreo deberán ser inspeccionadas.

#### **D. Selección de Unidades de Muestreo Adicionales**

Uno de los mayores inconvenientes del método aleatorio es la exclusión del proceso de inspección y evaluación de algunas unidades de muestreo en muy mal estado. También puede suceder que unidades de muestreo que tienen daños que sólo se presentan una vez (por ejemplo, “cruce de línea férrea”) queden incluidas de forma inapropiada en un muestreo aleatorio.

Para evitar lo anterior, la inspección deberá establecer cualquier unidad de muestreo inusual e inspeccionarla como una “unidad adicional” en lugar de una “unidad representativa” o aleatoria. Cuando se incluyen unidades de muestreo adicionales, el cálculo del PCI es ligeramente modificado para prevenir la extrapolación de las condiciones inusuales en toda la sección.

## **E. Evaluación de la condición**

La evaluación de la condición incluye los siguientes aspectos:

### **i. Equipo**

- GPS
- Regla
- Wincha
- Manual de Daños del PCI con los formatos correspondientes y en cantidad suficiente para el desarrollo

### **ii. Procedimiento de inspección**

- Inspeccionar individualmente cada unidad de muestra elegida.
- Registrar el tramo y número de sección así como el número y tipo de unidad de muestra (aleatoria o adicional).
- Registrar el tamaño de unidad de muestra con una Wincha de 5 m.
- Realizar la inspección de cada unidad de muestra, caminando por ella y midiendo el grado de deterioro de cada una de las fallas presentes, registrando dicha información obtenida.
- El método de medición se encuentra detallado en la descripción de cada falla.
- Repetir este procedimiento para cada unidad de muestra a ser inspeccionada.

### **iii. Medidas de seguridad**

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

#### **3.2.1.4 Cálculo del PCI de las unidades de muestreo**

Ya culminada la inspección de campo y con la información recolectada sobre los daños existentes, se procede a calcular el PCI, el cual se basa en el término de “Valores Deducidos” de cada daño de acuerdo con la cantidad y severidad reportadas. El proceso de cálculo se divide en tres etapas, las cuales se detallan a continuación:

### **Etapas 1.** Cálculo de los Valores Deducidos (DV)

- ✓ Sumar la cantidad total de cada tipo de daño para cada nivel de severidad. El daño puede medirse en área, longitud o por número según su tipo.
- ✓ Dividir la cantidad total de cada tipo de daño según el nivel de severidad entre el área total de la unidad de muestra y multiplicar el resultado por 100 para obtener la densidad porcentual para cada tipo y severidad de daño.
- ✓ Determine el valor deducido para cada tipo de daño y su nivel de severidad mediante las curvas denominadas “Valor Deducido del Daño” para asfalto, las cuales se muestran en los anexos de la tesis propuesta por el tesista.

### **Etapas 2.** Cálculo del Número Máximo Admisible de Valores Deducidos (m)

- a) Si ninguno o tan solo uno de los “Valores Deducidos” es mayor que 2%, el valor deducido total es usado en lugar del máximo valor deducido corregido (CDV) para determinar el PCI; caso contrario, el máximo CDV debe ser determinado usando los pasos b y c.
- b) Crear una lista de los valores deducidos individuales deducidos de mayor a menor.
- c) Se determina el número máximo admisible de valores deducidos (m) utilizando la gráfica de ajuste del número de valores reducidos o la siguiente fórmula:

$$m_i = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - HDV_i) \dots (\text{Ec. 4})$$

Dónde:

$m_i$  = Número máximo admisible de valores deducidos, incluyendo fracción, para la unidad de muestreo  $i$

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

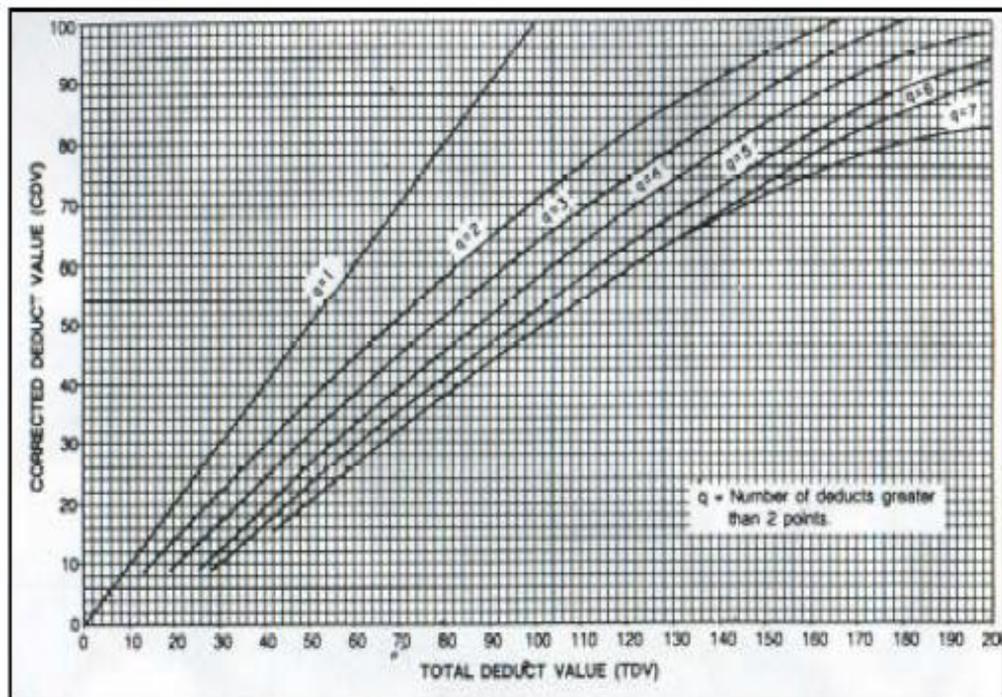
- d) El número de valores individuales deducidos se reduce a m, inclusive la parte fraccionaria. Si se dispone de menos valores deducidos que m se utilizan todos los que se tengan.

### **Etapas 3.** Cálculo del “Máximo Valor Deducido Corregido”, CDV.

- a) Determine el número de valores deducidos, q, mayores que 2.0.

- b) Determine el “Valor Deducido Total” sumando todos los valores deducidos individuales.
- c) Determine el CDV con q y el “Valor Deducido Total” en la curva de corrección pertinente al tipo de pavimento.

A continuación se muestra la gráfica de Corrección de los Valores Deducidos (figura 01).



**Figura 01:** Corrección de los valores deducidos

**Fuente:** Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras (Vásquez, 2002).

- d) Reduzca a 2.0 el menor de los “Valores Deducidos” individuales que sea mayor que 2.0 y repita las etapas 3.a. a 3.c. hasta que q sea igual a 1.
- e) El máximo CDV es el mayor de los CDV obtenidos en este proceso.

**Etapa 4.** Calcule el PCI de la unidad restando de 100 el máximo CDV obtenido en la Etapa 3.

$$PCI = 100 - CDV_{\text{máx}} \dots (\text{Ec. 5})$$

Dónde:

Máx. CDV = Máximo valor deducido corregido

PCI = Índice de condición de pavimento.

A continuación se muestra una hoja de registro de datos para el cálculo del máximo valor CDV y del PCI (tabla 04).

**Tabla 04:** Registro de cálculos de datos en gabinete

N°	Valor deducido					m =	Total	q	CDV	<b>Max CDV =</b> <b>PCI =</b> <b>Clasificación =</b>

Fuente: Elaboración propia

### 3.2.1.5 Cálculo del PCI de una sección de pavimento

Si todas las unidades de muestreo son inventariadas o si todas las unidades de muestra inspeccionadas son escogidas en forma aleatoria, entonces el PCI de la sección es calculado como el PCI ponderado del área en que se encuentran las unidades de muestra inspeccionadas.

$$PCI_s = PCI_r = \frac{\sum_{i=1}^n (PCI_{ri} \times A_{ri})}{\sum_{i=1}^n A_{ri}} \dots \text{(Ec. 6)}$$

Dónde:

PCI<sub>r</sub> = PCI ponderado del área de las unidades de muestra inspeccionadas en forma aleatoria.

PCI<sub>ri</sub> = PCI de la unidad de muestra aleatoria “i”.

A<sub>ri</sub> = área de la unidad de muestra aleatoria “i”.

n = número de unidades de muestra aleatoria inspeccionadas.

Si hay unidades de muestra adicionales que han sido inspeccionadas, el PCI ponderado de área de las unidades adicionales inspeccionadas es calculado empleando la siguiente ecuación:

$$PCI_a = \frac{\sum_{i=1}^m (PCI_{ai} \times A_{ai})}{\sum_{i=1}^m A_{ai}} \dots \text{(Ec. 7)}$$

El PCI de la sección de pavimento es calculado empleando la siguiente ecuación:

$$PCI_S = \frac{PCI_r(A - \sum_{i=1}^n A_{ai}) + PCI_a(\sum_{i=1}^m A_{ai})}{A} \dots \text{(Ec. 8)}$$

Dónde:

PCIa = PCI ponderado del área de las unidades de muestra adicionales.

PCIai = PCI de la unidad de muestra adicional “i”.

Aai = área de la unidad de muestra adicional “i”.

A = área de la sección.

m = número de unidades de muestra adicionales inspeccionadas.

PCIs = PCI ponderado del área de la sección de pavimento.

### 3.2.2. Clasificación de las fallas en pavimentos flexibles

A continuación se muestra los diferentes tipos de fallas presentes en dicha investigación (figura 02 a la figura 27).

#### 3.2.2.1 Fisuras y grietas

##### a) Fisuras piel de cocodrilo

Las grietas de fatiga o piel de cocodrilo son una serie de grietas interconectadas cuyo origen es la falla por fatiga de la capa de rodadura asfáltica bajo acción repetida de las cargas de tránsito. El agrietamiento se inicia en el fondo de la capa asfáltica (o base estabilizada) donde los esfuerzos y deformaciones unitarias de tensión son mayores bajo la carga de una rueda. Inicialmente, las grietas se propagan a la superficie como una serie de grietas longitudinales paralelas. Después de repetidas cargas de tránsito, las grietas se conectan formando polígonos con ángulos agudos que desarrollan un patrón que se asemeja a una malla de gallinero o a la piel de cocodrilo. Generalmente, el lado más grande de las piezas no supera los 0.60 m.

La piel de cocodrilo se considera como un daño estructural importante y usualmente se presenta acompañado por ahuellamiento.

**Posibles causas:** La causa más frecuente es la falla por fatiga de la estructura o de la carpeta asfáltica principalmente debido a:

- ✓ Espesor de estructura insuficiente.
- ✓ Deformaciones de la sub-rasante.
- ✓ Problemas de drenaje que afectan a los materiales granulares.

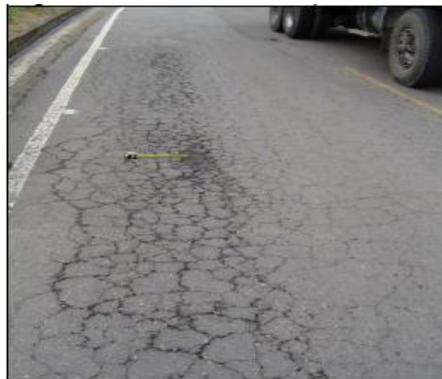
- ✓ Compactación deficiente de las capas granulares o asfálticas.
- ✓ Deficiencias en la elaboración de la mezcla asfáltica: exceso de mortero en la mezcla, uso de asfalto de alta penetración (hace deformable la mezcla), deficiencia de asfalto en la mezcla (reduce el módulo).
- ✓ Reparaciones mal ejecutadas, juntas mal elaboradas e implementación de reparaciones que no corrigen el daño.

**Severidad:**

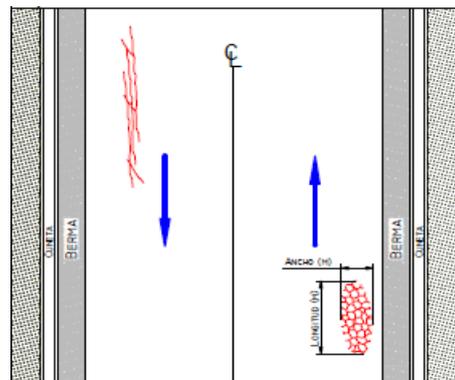
- ✓ **Baja:** Grietas finas capilares y longitudinales que se desarrollan de forma paralela con unas pocas o ninguna interconectadas. Las grietas no están descascaradas, es decir, no presentan rotura del material a lo largo de los lados de la grieta.
- ✓ **Media:** Desarrollo posterior de grietas piel de cocodrilo del nivel bajo, en un patrón o red de grietas que pueden estar ligeramente descascaradas.
- ✓ **Alta:** Red o patrón de grietas que ha evolucionado de tal forma que las piezas o pedazos están bien definidos y descascarados los bordes. Algunos pedazos pueden moverse bajo el tránsito.

**Unidad de medida:**

Se reporta el área afectada en metros cuadrados (m<sup>2</sup>). Cuando en un área se combinen varias severidades y no sea fácil diferenciar las áreas correspondientes a cada una, se reporta el área completa asignándole la mayor severidad que se presente.



**Figura 02:** Piel de Cocodrilo



**Figura 03:** Esquema de piel de cocodrilo

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

## **b) Fisuras en bloque**

Las grietas en bloque son grietas interconectadas que dividen el pavimento en pedazos aproximadamente rectangulares. Los bloques pueden variar en tamaño de 0.30 m x 0.3 m a 3.0 m x 3.0 m. Las grietas en bloque se originan principalmente por la contracción del concreto asfáltico y los ciclos de temperatura diarios (lo cual origina ciclos diarios de esfuerzo / deformación unitaria). Las grietas en bloque no están asociadas a cargas e indican que el asfalto se ha endurecido significativamente. Normalmente ocurre sobre una gran porción del pavimento, pero algunas veces aparecerá únicamente en áreas sin tránsito. Este tipo de daño difiere de la piel de cocodrilo en que este último forma pedazos más pequeños, de muchos lados y con ángulos agudos. También, a diferencia de los bloques, la piel de cocodrilo es originada por cargas repetidas de tránsito y, por lo tanto, se encuentra únicamente en áreas sometidas a cargas vehiculares (por lo menos en su primera etapa).

### **Posibles causas:**

- ✓ La fisuración en bloque es causada principalmente por la contracción del concreto asfáltico debido a la variación de la temperatura durante el día, lo cual se traduce en ciclos de esfuerzo – deformación sobre la mezcla.
- ✓ El asfalto se ha endurecido significativamente, debido al envejecimiento de la mezcla o al uso de un asfalto inadecuado.
- ✓ Reflejo de grietas de contracción provenientes de materiales estabilizados utilizados como base.
- ✓ Combinación del cambio volumétrico del agregado fino de la mezcla asfáltica con el uso de un asfalto de baja penetración.

### **Severidad:**

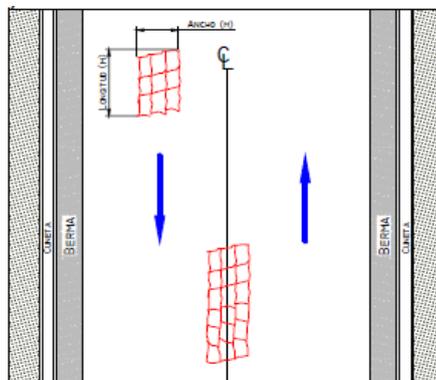
- ✓ **Baja:** Los bloques se han comenzado a formar, pero no están claramente definidos y están conformados por fisuras de abertura menor que 1 mm, cerradas o con sello, no presentan desportillamiento en los bordes.
- ✓ **Media:** Bloques definidos por fisuras de abertura entre 1 mm y 3 mm, o con sello fallado, que pueden o no presentar desportillamiento en los bordes.
- ✓ **Alta:** Bloques bien definidos por fisuras de abertura mayor que 3 mm, que pueden presentar un alto desportillamiento en los bordes.

### Unidad de medida:

Se registra el área de superficie de pavimento afectada en metros cuadrados ( $m^2$ ).



**Figura 04:** Fisura en bloque



**Figura 05:** Esquema de fisura en bloque

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

### c) Fisura longitudinal y transversal

Las grietas longitudinales son paralelas al eje del pavimento o a la dirección de construcción y pueden ser causadas por:

- ✓ Una junta de carril del pavimento pobremente construida.
- ✓ Contracción de la superficie de concreto asfáltico debido a bajas temperaturas o al endurecimiento del asfalto o al ciclo diario de temperatura.
- ✓ Una grieta de reflexión causada por el agrietamiento bajo la capa de base, incluidas las grietas en losas de concreto de cemento Pórtland, pero no las juntas de pavimento de concreto.

Las grietas transversales se extienden a través del pavimento en ángulos aproximadamente rectos al eje del mismo o a la dirección de construcción. Usualmente, este tipo de grietas no está asociado con carga.

**Posibles causas:** Las más comunes a ambos tipos de fisura, son:

- ✓ Regidización de la mezcla asfáltica por pérdida de flexibilidad debido a un exceso de filler, o al envejecimiento del asfalto, ocurre ante bajas temperaturas o gradientes térmicos altos (generalmente superiores a  $30^\circ$ ).

- ✓ Reflexión de grietas de las capas inferiores, generadas en materiales estabilizados o por grietas o juntas existentes en placas de concreto hidráulico subyacentes.

Otra causa para la conformación de fisuras longitudinales es:

- ✓ Fatiga de la estructura, usualmente se presenta en la huellas de tránsito.

Otras causas para la conformación de fisuras transversales son:

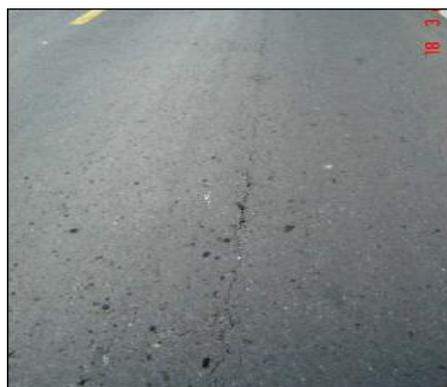
- ✓ Pueden corresponder a zonas de contacto entre corte y terraplén por la diferencia de rigidez de los materiales de la subrasante.
- ✓ Riego de liga insuficiente o ausencia total.
- ✓ Espesor insuficiente de la capa de rodadura.

#### **Severidad:**

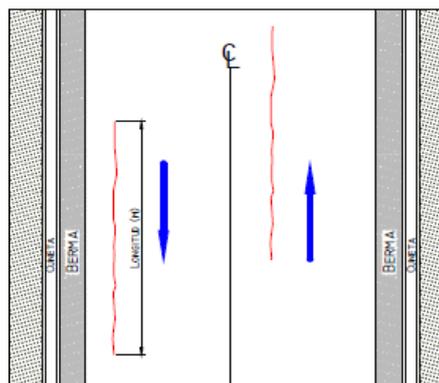
- ✓ **Baja:** Existe una de las siguientes condiciones:
  - Grieta sin relleno de ancho menor que 10.0 mm.
  - Grieta rellena de cualquier ancho (con condición satisfactoria del material llenante).
- ✓ **Media:** Existe una de las siguientes condiciones:
  - Grieta sin relleno de ancho entre 10.0 mm y 76.0 mm.
  - Grieta sin relleno de cualquier ancho hasta 76.0 mm, rodeada grietas aleatorias pequeñas.
  - Grieta rellena de cualquier ancho, rodeada de grietas aleatorias pequeñas.
- ✓ **Alta:** Existe una de las siguientes condiciones:
  - Cualquier grieta rellena o no, rodeada de grietas aleatorias pequeñas de severidad media o alta.
  - Grieta sin relleno de más de 76.0 mm de ancho.
  - Una grieta de cualquier ancho en la cual unas pocas pulgadas del pavimento alrededor de la misma están severamente fracturadas.

#### **Unidad de medida:**

Las grietas longitudinales y transversales se miden en metros lineales (m).



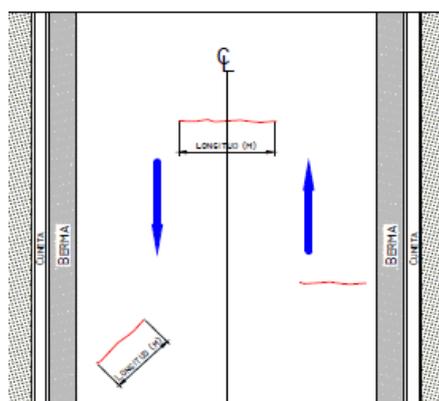
**Figura 06:** Fisura longitudinal



**Figura 07:** Esquema de fisura longitudinal



**Figura 08:** Fisura transversal



**Figura 09:** Esquema de fisura transversal

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

#### **d) Fisura de borde**

Las grietas de borde son paralelas y, generalmente, están a una distancia entre 0.30 y 0.60 m del borde exterior del pavimento. Este daño se acelera por las cargas de tránsito y puede originarse por debilitamiento, debido a condiciones climáticas, de la base o de la subrasante próximas al borde del pavimento. El área entre la grieta y el borde del pavimento se clasifica de acuerdo con la forma como se agrieta (a veces tanto que los pedazos pueden removerse).

**Posibles causas:** La principal causa de este daño es la falta de confinamiento lateral de la estructura debido a la carencia de bordillos, anchos de la berma insuficientes o sobrecarpetas que llegan hasta el borde del carril y quedan en desnivel con la berma; en estos casos la fisura es generada cuando el tránsito circula muy cerca del borde. Las fisuras que aparecen por esta causa

generalmente se encuentran a distancias entre 0.3 m a 0.6 m del borde de la calzada.

**Severidad:**

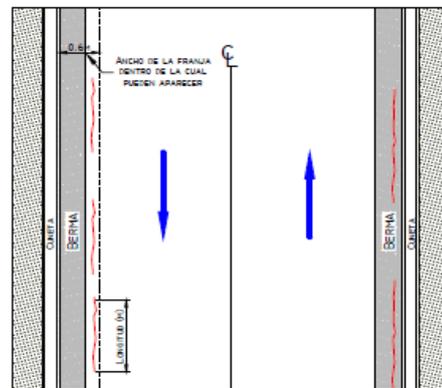
- ✓ **Baja:** Abertura de la fisura menor que 1 mm, cerrada o con sello en un buen estado.
- ✓ **Media:** Abertura de la fisura entre 1 mm y 3 mm, pueden existir algunas fisuras con patrones irregulares de severidad baja en los bordes o cerca de ellos y pueden presentar desportillamientos leves; existe una alta probabilidad de infiltración de agua a través de ellas.
- ✓ **Alta:** Abertura de la fisura mayor que 3 mm, pueden presentar desportillamientos considerables y fisuras con patrones irregulares de severidad media o alta en los bordes o cerca de ellos, pueden causar movimientos bruscos a los vehículos.

**Unidad de medida:**

Las grietas de borde se miden en metros lineales (m).



**Figura 10:** Fisura de borde



**Figura 11:** Esquema de fisura de borde

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

### 3.2.2.2 Deformaciones superficiales de pavimentos asfálticos

#### a) Ahuellamiento

Es una depresión en la superficie de las huellas de las ruedas. Puede presentarse el levantamiento del pavimento a lo largo de los lados del ahuellamiento, pero, en muchos casos, éste sólo es visible después de la lluvia, cuando las huellas estén llenas de agua. El ahuellamiento se deriva de una deformación permanente

en cualquiera de las capas del pavimento o la subrasante, usualmente producida por consolidación o movimiento lateral de los materiales debidos a la carga del tránsito. Un ahuellamiento importante puede conducir a una falla estructural considerable del pavimento.

**Posibles causas:** Las repeticiones de las cargas de tránsito conducen a deformaciones permanentes en cualquiera de las capas del pavimento o en la sub-rasante.

Cuando el radio de influencia de la zona ahuellada es pequeño, las deformaciones ocurren en las capas superiores del pavimento; cuando el radio de influencia es amplio, las deformaciones ocurren en la sub-rasante.

En algunos casos se hace más evidente cuando la mezcla asfáltica se desplaza formando un cordón a cada lado del área deprimida. Las causas posibles incluyen:

- ✓ Las capas estructurales pobremente compactadas.
- ✓ Inestabilidad en bases y sub-bases granulares, creada por la presión del agua o saturación de la misma.
- ✓ Mezcla asfáltica inestable.
- ✓ Falta de apoyo lateral por erosión del hombro.
- ✓ Capacidad estructural del pavimento con espesores deficientes de las capas que lo integran.
- ✓ Técnica de construcción pobre y un bajo control de calidad.
- ✓ Estacionamiento prolongado de vehículos pesados.
- ✓ Exceso de ligantes de riegos.

**Severidades:**

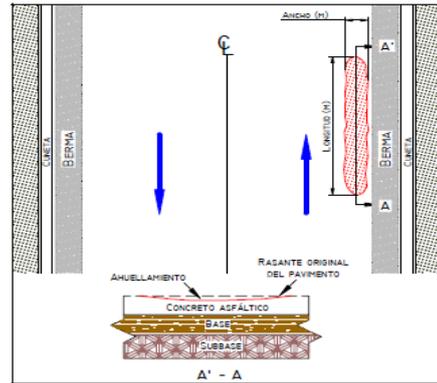
- ✓ **Baja:** Profundidades entre 6.0 a 13 mm.
- ✓ **Media:** Profundidad menor que 13 mm a 25 mm.
- ✓ **Alta:** Profundidad mayor que 25 mm.

**Unidad de medición:**

Se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada, asignando la severidad de acuerdo con la zona de mayor profundidad.



**Figura 12:** Ahuellamiento



**Figura 13:** Esquema de ahuellamiento

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

### b) Hinchamiento

Se caracteriza por un pandeo hacia arriba de la superficie del pavimento – una onda larga y gradual con una longitud mayor que 3.0 m. El hinchamiento puede estar acompañado de agrietamiento superficial. Usualmente, este daño es causado por el congelamiento en la subrasante o por suelos potencialmente expansivos.

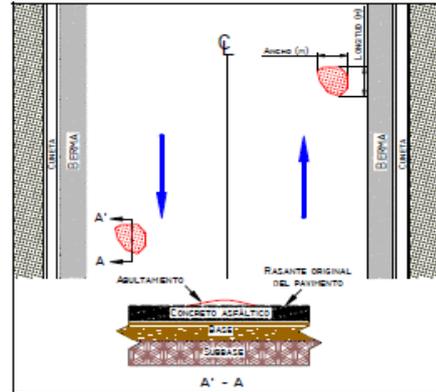
**Posibles causas:** Son causadas fundamentalmente por la expansión de los suelos de sub-rasante del tipo expansivo.

#### Severidades:

- ✓ **Baja:** Baja incidencia en la comodidad de manejo, apenas perceptible a la velocidad de operación promedio.
- ✓ **Media:** Moderada incidencia en la comodidad de manejo, genera incomodidad y obliga a disminuir la velocidad de circulación.
- ✓ **Alta:** Alta incidencia en la comodidad de manejo, condiciona la velocidad de circulación y produce una severa incomodidad con peligro para la circulación (el vehículo es proyectado por efecto del hinchamiento).

#### Unidad de medición:

Los hinchamientos se miden en metros cuadrados ( $m^2$ ) de la superficie afectada, registrando separadamente según el nivel de severidad.



**Figura 14:** Hinchamiento

**Figura 15:** Esquema de hinchamiento

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

### c) Hundimiento

Corresponden a depresiones localizadas en el pavimento con respecto al nivel de la rasante.

Este tipo de daño puede generar problemas de seguridad a los vehículos, especialmente cuando contienen agua pues se puede producir hidroplaneo.

**Posibles causas:** Existen diversas causas que producen hundimientos las cuales están asociadas con problemas que en general afectan toda la estructura del pavimento:

- ✓ Asentamiento de la subrasante.
- ✓ Deficiencia de compactación de las capas inferiores del pavimento, del terraplén o en las zonas de acceso a obras de arte o puentes.
- ✓ Deficiencias de drenaje que afecta a los materiales granulares.
- ✓ Circulación de tránsito muy pesado.
- ✓ Diferencia de rigidez de los materiales de la sub-rasante en los sectores de transición entre corte y terraplén.
- ✓ Deficiencias de compactación de rellenos en zanjas que atraviesan la calzada.
- ✓ Circulación de tránsito muy pesado.

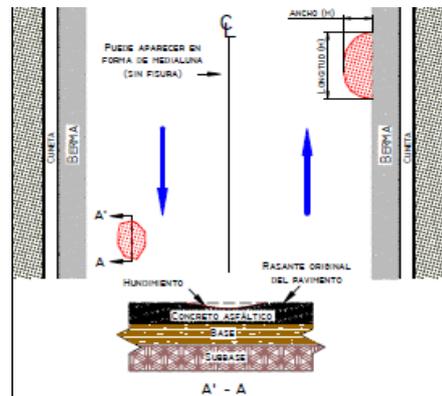
### Severidades:

- ✓ **Baja:** Profundidad menor que 20 mm, causa poca vibración al vehículo, sin generar incomodidad al conductor.

- ✓ **Media:** Profundidad entre 20 mm y 40 mm, causa mayor vibración al vehículo generando incomodidad al conductor.
- ✓ **Alta:** Profundidad mayor que 40 mm, causa vibración excesiva que puede generar un alto grado de incomodidad, haciendo necesario reducir la velocidad por seguridad.

### Unidad de medición:

Se cuantifica el área afectada en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).



**Figura 16:** Hundimiento

**Figura 17:** Esquema de hundimiento

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

### 3.2.2.3 Desintegración en los pavimentos asfálticos

#### a) Bache

Desintegración total de la carpeta asfáltica que deja expuestos los materiales granulares lo cual lleva al aumento del área afectada y al aumento de la profundidad debido a la acción del tránsito. Dentro de este tipo de deterioro se encuentra los ojos de pescado que corresponden a baches de forma redondeada y profundidad variable, con bordes de bien definidos que resultan de una deficiencia localizada en las capas estructurales.

**Posibles causas:** Los baches se producen por conjunción de varias causas:

- ✓ Fundaciones y capas inferiores inestables.
- ✓ Espesores insuficientes de la capa de rodadura asfáltica.
- ✓ Defectos constructivos.
- ✓ Mezcla asfáltica muy permeable.
- ✓ Retención de agua en zonas hundidas y/o fisuradas.

La acción abrasiva del tránsito sobre sectores localizados de mayor debilidad del pavimento y/o fundación, o sobre áreas en las que se han desarrollado fisuras tipo cuero de cocodrilo, que han alcanzado un alto nivel de severidad, provoca la desintegración y posterior remoción de parte de la superficie del pavimento, originando un bache, a continuación en el siguiente cuadro se muestra los niveles de severidad para baches (tabla 05).

**Severidades:**

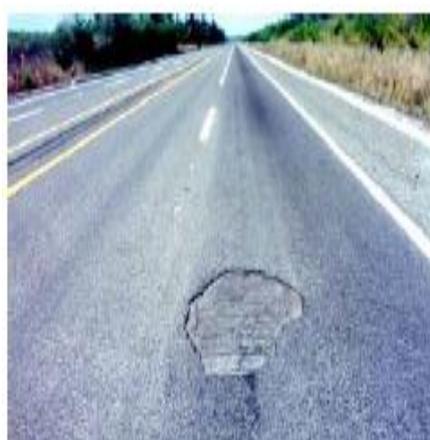
**Tabla 05:** Niveles de severidad para baches.

Profundidad máxima (cm)	Diámetro Promedio del Bache (cm)		
	Menor a 70	70 - 100	Mayor a 100
Menor de 2.5	B	B	M
De 2.5 - 5.0	B	M	A
Mayor de 5.0	M	M	A

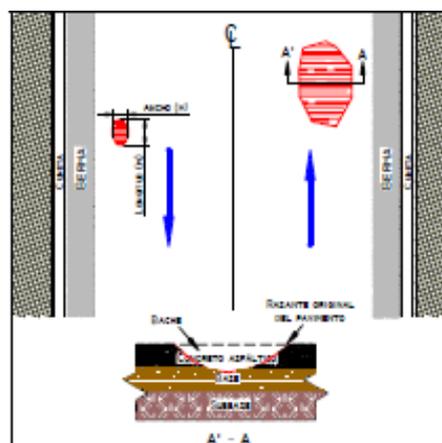
**Fuente:** Manual centroamericano de mantenimiento de carreteras – Tomo III, (Coronado, 2000).

**Unidad de medición:**

Se mide en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de área afectada, registrando la mayor severidad existente.



**Figura 18:** Bache



**Figura 19:** Esquema de bache

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

**b) Desintegración de borde**

Consiste en la progresiva destrucción de los bordes del pavimento por la acción del tránsito.

Común en pistas con bermas no pavimentadas y sin sardinel.

**Posibles causas:** La causa primaria es la acción localizada del tránsito, tanto por su efecto abrasivo como por el poder destructivo de las cargas, sobre el extremo del pavimento donde la debilidad de la estructura es mayor debido al menor confinamiento lateral, deficiente compactación del borde, etc.

La presencia de arenas angulosas sueltas, muy próximas a la pista, hace que aumente la abrasión de las llantas que ascienden y descienden del pavimento, provocando peladuras severas que pueden conducir a la desintegración.

**Severidades:**

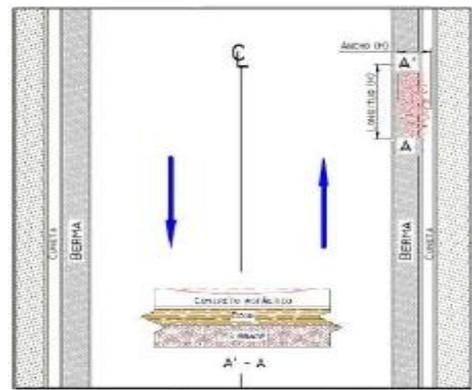
- ✓ **Baja:** Fisuras paralelas al borde. Pequeñas roturas (< 25 mm) desde el borde del pavimento. No hay pérdida de pedazos de pavimento, o se observa muy pocos pedazos faltantes.
- ✓ **Media:** Fisuras paralelas al borde de severidad alta, y/o peladuras de cualquier tipo sin llegar a la rotura o desintegración total de los mismos. Roturas entre 25 mm y 75 mm desde el borde. Los pedazos que faltan le dan al borde del pavimento una apariencia de sierra.
- ✓ **Alta:** Considerable desintegración de los bordes (> 75 mm del borde), con pedazos considerables removidos por el tránsito. El borde tiene una apariencia serpenteante, reduciendo el ancho de la calzada.

**Unidad de medición:**

Las desintegraciones de bordes se miden en metros cuadrados (m<sup>2</sup>), totalizados separadamente, de acuerdo a su severidad.



**Figura 20:** Desintegración de borde



**Figura 21:** Esquema desintegración borde

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

### **c) Pérdida de agregado**

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

#### **Posibles causas:**

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

#### **Severidades:**

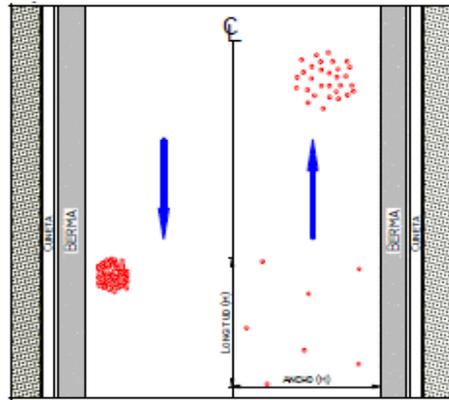
- ✓ **Baja:** Los agregados gruesos han comenzado a desprenderse y se observan pequeños huecos cuya separación es mayor a 0.15 m.
- ✓ **Media:** Existe un mayor desprendimiento de agregados, con separaciones entre 0.05 m y 0.15 m.
- ✓ **Alta:** Existe desprendimiento extensivo de agregados finos y gruesos con separaciones menores a 0.05 m, haciendo la superficie muy rugosa y se observan agregados sueltos.

#### **Unidad de medición:**

Se registra el área afectada de acuerdo con la severidad predominante, en metros cuadrados (m<sup>2</sup>).



**Figura 22:** Pérdida agregado



**Figura 23:** Esquema de pérdida agregado

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

### 3.2.2.4 Daños superficiales

#### a) Exudación de asfalto

Es una película de material bituminoso en la superficie del pavimento, la cual forma una superficie brillante, cristalina y reflectora que usualmente llega a ser pegajosa. La exudación es originada por exceso de asfalto en la mezcla, exceso de aplicación de un sellante asfáltico o un bajo contenido de vacíos de aire. Ocurre cuando el asfalto llena los vacíos de la mezcla en medio de altas temperaturas ambientales y entonces se expande en la superficie del pavimento. Debido a que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumulará en la superficie.

**Posibles causas:** La exudación es causada por un excesivo contenido de asfalto en las mezclas asfálticas y/o sellos bituminosos.

Ocurre en mezclas con un porcentaje de vacíos deficientes, durante épocas calurosas. El ligante dilata, llena los vacíos y aflora a la superficie, dejando una película de bitumen en la superficie. Dado que el proceso de exudación no es reversible durante el tiempo frío, el asfalto se acumula en la superficie.

Otras posibles causas son:

- ✓ Tránsito intenso.
- ✓ Excesiva compactación.

**Severidades:**

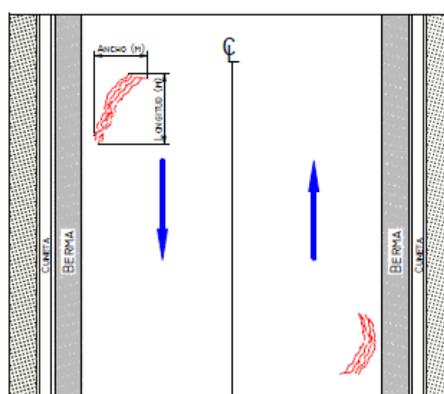
- ✓ **Baja:** La exudación se hace visible en la superficie, aunque en franjas aisladas y de espesor delgado que no cubre los agregados gruesos.
- ✓ **Media:** Apariencia característica, con exceso de asfalto libre que conforma una película que cubre parcialmente los agregados, con frecuencia localizada en la huellas del tránsito; se toma pegajoso en los climas cálidos.
- ✓ **Alta:** Presencia de una cantidad significativa de asfalto en la superficie cubriendo casi la totalidad de los agregados, lo que da un aspecto húmedo de intensa coloración negra y se toma pegajosa en los climas cálidos.

**Unidad de medición:**

Este tipo de daños es medido en metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de acuerdo a la severidad.



**Figura 24:** Exudación asfalto



**Figura 25:** Esquema de exudación asfalto

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

**3.2.2.5 Otros daños en los pavimentos asfálticos**

**a) Separación de la berma**

Este daño indica el incremento en la separación de la junta existente entre la calzada y la berma.

Este daño permite la infiltración de agua hacia el interior de la estructura del pavimento provocando su deterioro.

**Posibles causas:** Relacionada con el movimiento de la berma debido a la inestabilidad de taludes aledaños o la ausencia de liga entre calzada y berma cuando se construyen por separado.

### Severidades:

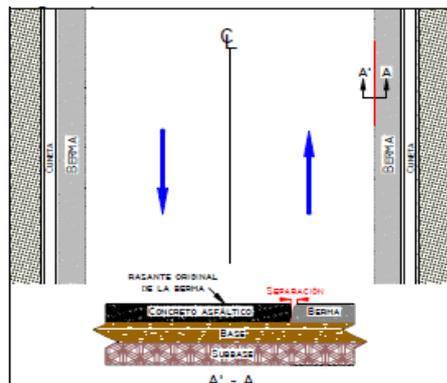
- ✓ **Baja:** Abertura menor que 3 mm.
- ✓ **Media:** Abertura entre 3 mm y 10 mm.
- ✓ **Alta:** Abertura mayor que 10 mm.

### Unidad de medición:

Este tipo de daño se cuantifica en longitud afectada (m).



**Figura 26:** Separación de berma



**Figura 27:** Esquema de separación de berma

**Fuente:** Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles, (Gutiérrez, 2006).

### Ciclo de vida de un pavimento flexible

Los pavimentos sufren un proceso de deterioro permanente debido a los diferentes agentes que actúan sobre ellos, tales como: el agua, el tráfico, la gravedad en taludes, etc.

Estos elementos afectan al pavimento, en mayor o menor medida, pero su acción es permanente y termina deteriorándolo convirtiéndolo en intransitable.

Por lo tanto, el mantenimiento no es una acción que puede efectuarse en cualquier momento, sino más bien es una acción sostenida en el tiempo, orientada a prevenir los efectos de los agentes que actúan sobre el pavimento (Menéndez, 2003).

El ciclo de vida de un pavimento consta de cuatro fases, las cuales se describen a continuación: (Menéndez, 2003).

- ✓ Fase A: Construcción

Un pavimento puede ser de construcción sólida o con algunos defectos constructivos. De todos modos entra en servicio apenas se termina la obra.

El pavimento se encuentra, en ese momento, en excelentes condiciones para satisfacer plenamente las necesidades de los usuarios. (Punto A de la figura 28).

✓ Fase B: Deterioro lento y poco visible

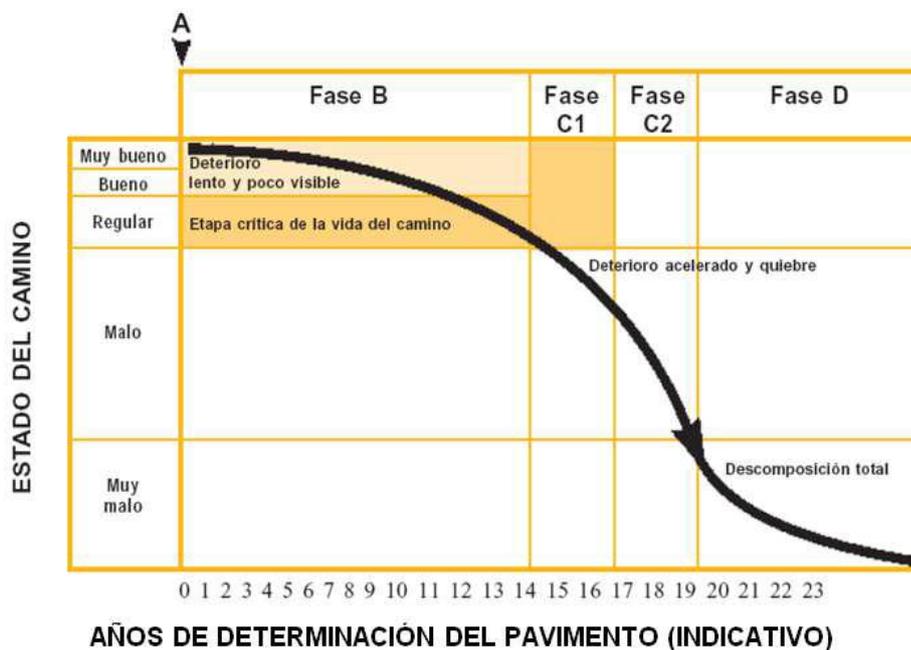
Durante cierto número de años el pavimento va experimentando un proceso de desgaste y debilitamiento lento, principalmente en la superficie de rodadura.

Este desgaste se produce en proporción al número de vehículos livianos y pesados que circulan por el pavimento, aunque también por la influencia del clima, del agua de las lluvias o aguas superficiales y otros factores.

Durante la fase B el pavimento se mantiene en aparente buen estado y el usuario no percibe el desgaste, a pesar del aumento gradual de fallas menores aisladas, (Punto B de la figura 28).

✓ Fase C: Deterioro acelerado

Después de varios años de uso, la superficie de rodadura y otros elementos del pavimento están cada vez más “agotados”; el pavimento entra en un período de deterioro acelerado y resiste cada vez menos el tránsito vehicular. Los daños comienzan siendo puntuales y poco a poco se van extendiendo hasta afectar la mayor parte de la estructura del pavimento, (Punto C de la figura 28).



**Figura 28:** Condición de la vía sin mantenimiento.

**Fuente:** Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas, (Menéndez, 2003).

### 3.3. Definición de términos básicos

**Red de pavimentos:** Conjunto de pavimentos a ser administrados, es una sola entidad y tiene una función específica. Por ejemplo, un aeropuerto o una avenida.

**Tramo de pavimento:** Tramo es una parte identificable de la red de pavimento. Por ejemplo, una calle, pista o plataforma.

**Sección de pavimento:** Área de pavimento contigua de construcción, mantenimiento, uso y condición uniforme. Debe tener mismo volumen de tráfico e intensidad de carga.

**Unidad de muestra del pavimento:** Es una subdivisión de una sección del pavimento, el tamaño varía de 230 m<sup>2</sup> +/- 93 m<sup>2</sup> para pavimentos flexibles.

**Muestra aleatoria:** Unidad de muestra de la sección de pavimento, seleccionada para la inspección mediante técnicas de muestreo aleatorio o representativo.

**Muestra adicional:** Aquella unidad de muestra inspeccionada adicionalmente, cuyo fin es incluir aquellas unidades de muestra no representativas. Si todas las unidades de muestra son inspeccionadas entonces no existen unidades de muestra adicionales.

**Evaluación superficial:** Existen varios métodos utilizados para la evaluación superficial de los pavimentos, estos métodos son sencillos de aplicar y no requieren equipos experimentados.

La inspección visual es una de las herramientas más importantes en la aplicación y evaluación de estos métodos, y forma parte esencial de toda la investigación.

La inspección visual se realiza generalmente en dos etapas, una inicial y otra detallada. Con la inspección visual inicial se pretende obtener una inspección general del proyecto. Esta tarea se realiza sobre un vehículo conduciendo a baja velocidad abarcando toda la longitud de la vía.

Por otro lado la inspección visual detallada consiste en inspeccionar la vía caminando sobre ella y tomando notas detalladas de las fallas encontradas en la superficie, en esta etapa de la inspección se realizarán también anotaciones de otras observaciones adicionales que se consideran necesarias, que puedan afectar a la superficie.

Los diferentes modos y tipos de falla se describen en función de su severidad, frecuencia y ubicación, de esta forma se tendrá una herramienta importante a la hora de fijar la estrategia de rehabilitación.

**Pavimento flexible:** Se denomina Pavimento flexible a aquel cuya estructura total se deflecta o flexiona dependiendo de las cargas que transitan sobre él. El uso de

Pavimentos flexibles se realiza fundamentalmente en zonas de abundante tráfico como puedan ser vías, aceras o parkings.

La construcción de pavimentos flexibles se realiza a base de varias capas de material. Cada una de las capas recibe cargas por encima de la capa. Cuando las supera la carga que puede sustentar traslada la carga restante a la capa inferior. De ese modo lo que se pretende es que poder soportar la carga total en el conjunto de capas.

Las capas de un pavimento flexible que conforman un suelo se colocan en orden descendente en capacidad de carga. La capa superior es la que mayor capacidad de soportar cargas tiene de todas las que se disponen. Por lo tanto la capa que menos carga puede soportar es la que se encuentra en la base. La durabilidad de un pavimento flexible no debe ser inferior a 8 años y normalmente suele tener una vida útil de 20 años.

Las capas de un pavimento flexible suelen ser: capa superficial o capa superior que es la que se encuentran en contacto con el tráfico rodado y que normalmente ha sido elaborada con varias capas asfálticas. La capa base es la capa que está debajo de la capa superficial y está, normalmente, construida a base de agregados y puede estar estabilizada o sin estabilizar. La capa sub – base es la capa o capas que se encuentra inmediatamente debajo de la capa base. En muchas ocasiones se prescinde de esa capa sub – base.

**Pavimento:** Un pavimento puede definirse como la capa o conjunto de capas de materiales apropiados, comprendida(s) entre el nivel superior de las terracerías y la superficie de rodamiento, cuyas principales funciones son las de proporcionar una superficie de rodamiento uniforme, de color y textura apropiados, resistente a la acción del tránsito, a la del intemperismo y otros agentes perjudiciales, así como transmitir adecuadamente a las terracerías los esfuerzos producidos por las cargas impuestas por el tránsito.

**Sub-rasante:** Es la capa de terreno de una carretera que soporta la estructura de pavimento y que se extiende hasta una profundidad que no afecte la carga de diseño que corresponde al tránsito previsto.

El espesor de pavimento dependerá en gran parte de la calidad de la sub-rasante, por lo que esta debe cumplir con los requisitos de resistencia, incompresibilidad e inmunidad a la expansión y contracción por efectos de la humedad.

**Sub-base:** Es la capa de la estructura de pavimento destinada fundamentalmente a soportar, transmitir y distribuir con uniformidad las cargas aplicadas a la superficie de

rodadura de pavimento, de tal manera que la capa de sub-rasante la pueda soportar absorbiendo las variaciones inherentes a dicho suelo que puedan afectar a la sub-base. La sub-base debe controlar los cambios de volumen y elasticidad que serían dañinos para el pavimento.

Se utiliza además como capa de drenaje y controlador de ascensión capilar de agua, protegiendo así a la estructura de pavimento, por lo que generalmente se usan materiales granulares.

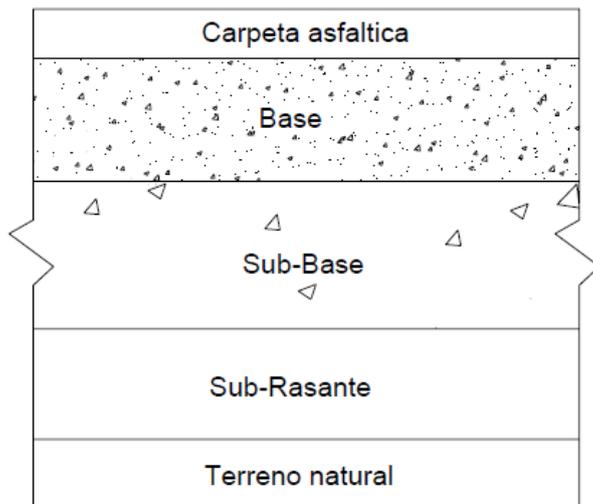
Al haber capilaridad en época de heladas, se produce un hinchamiento del agua, causado por el congelamiento, lo que produce fallas en el pavimento, si éste no dispone de una sub-rasante o sub-base adecuada.

**Base granular:** Es la capa de pavimento que tiene como función primordial distribuir y transmitir las cargas ocasionadas por el tránsito, a la sub-base y a través de ésta a la sub-rasante, y es la capa sobre la cual se coloca la capa de rodadura.

Esta base está constituida por piedra de buena calidad, triturada y mezclada con material de relleno o bien por una combinación de piedra o grava, con arena y suelo, en su estado natural. Su estabilidad dependerá de la graduación de las partículas, su forma, densidad relativa, fricción interna y cohesión, y todas estas propiedades dependerán de la proporción de finos con respecto al agregado grueso.

**Superficie de rodadura o carpeta asfáltica:** Es la capa que se coloca sobre la base. Su objetivo principal es proteger la estructura de pavimento, impermeabilizando la superficie, para evitar filtraciones de agua de lluvia que podrían saturar las capas inferiores. Evita la desintegración de las capas subyacentes a causa del tránsito de vehículos.

A continuación en la figura 29 se muestra la estructura de un pavimento flexible.



**Figura 29:** Estructura de un Pavimento Flexible

**Fuente:** Elaboración propia

**Deterioro:** Disminución de la vida útil de la autopista, por razones de uso y ambientales. Es aceptable que con el paso del tiempo, los efectos ambientales y el uso algunos elementos de la autopista comiencen a presentar malformaciones, desgastes en ellos, además de que es imposible evitarlos; estos generalmente se presentan solo en la superficie de rodamiento (deterioros superficiales) si se efectuara una conservación se evita que este deterioro se convierta en falla.

**Falla:** Pérdida de la capacidad operativa del elemento. Se trata de una discontinuidad en el material originado por las fuerzas que actúan sobre él y que logran superar la resistencia del mismo. Existe una rotura no superficial en el material y su conservación es mayor. Estos no solo se presentan en la superficie de rodamiento sino también en las diferentes capas que forman la autopista (deterioros estructurales).

## **IV. MATERIAL Y MÉTODOS**

### **4.1 Objeto de estudio**

Condición superficial del pavimento flexible de la carretera

### **4.2 Localización de la investigación**

La investigación se realizó en los tramos del Km 5 + 000 al Km 8 + 000 de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Amazonas, Perú.

### **4.3 Materiales, herramientas, y/o equipos**

#### **4.3.1 En campo**

##### **4.3.1.1 Materiales:**

- ✓ Libreta de campo
- ✓ Tablero
- ✓ Lapiceros
- ✓ Calculadora
- ✓ Estacas y Clavos

##### **4.3.1.2 Herramientas:**

- ✓ Wincha métrica de 5 m y 50 m
- ✓ Nivel de mano
- ✓ Martillo
- ✓ Machete
- ✓ Palo de escoba

##### **4.3.1.3 Equipos**

- ✓ GPS (Grado de precisión  $\pm 3$  m)
- ✓ Cámara Fotográfica

#### **4.3.2 En gabinete**

##### **4.3.2.1 Materiales:**

- ✓ Software Microsoft Excel 2016
- ✓ Software de Google Earth versión 7.1
- ✓ Software AutoCAD 2016

##### **4.3.2.2 Equipos:**

- ✓ Laptop
- ✓ USB

#### **4.4 Variables de estudio**

##### **Indicadores:**

Índice de falla del pavimento flexible.

- ✓ Fisuras piel de cocodrilo
- ✓ Fisuras en bloque
- ✓ Fisura longitudinal
- ✓ Fisura transversal
- ✓ Fisura de borde
- ✓ Ahuellamiento
- ✓ Hundimiento
- ✓ Hinchamiento
- ✓ Baches
- ✓ Desintegración de Borde
- ✓ Perdida de agregado
- ✓ Exudación de asfalto
- ✓ Separación de la berma

#### **4.5 Operacionalización de variables**

A continuación en la tabla 06 se muestra el cuadro de Operacionalización de Variables.

**Tabla 06:** Cuadro de Operacionalización de variables

OBJETIVOS	VARIABLE	DEFINICIÓN OPERACIONAL	INDICADORES	UNIDAD DE MEDIDA
Diagnosticar las probables causas que aportan al deterioro del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018.	Condición Superficial	El pavimento es la superficie destinada a soportar las cargas vehiculares uniformemente.	Fisura piel de cocodrilo	metros cuadrados
Identificar y describir las principales fallas del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018.			Fisuras en bloque	metros cuadrados
Analizar las principales fallas y proponer soluciones, que mejoren el pavimento flexible de la carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua, Km 5+000 al Km 8+000, Amazonas, 2018.			Fisuras longitudinal y transversal	metros lineales
			Fisuras de borde	metros lineales
			Ahuellamiento	metros cuadrados
			Hinchamiento	metros cuadrados
			Hundimiento	metros cuadrados
			Baches	metros cuadrados
			Desintegración de borde	metros cuadrados
			Pérdida de agregado	metros cuadrados
			Exudación de asfalto	metros cuadrados
Separación de la berma			metros lineales	

**Fuente:** Elaboración propia

## 4.6 Tipo de estudio

### 4.6.1 De acuerdo a la orientación

Básica

### 4.6.2 De acuerdo a la técnica de contrastación

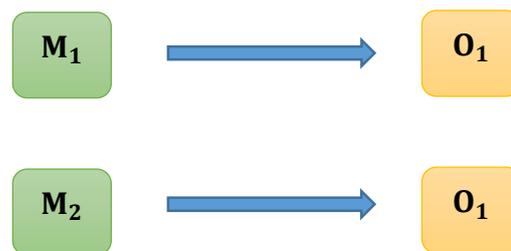
Descriptiva, no habrá manipulación de variables.

## 4.7 Marco Metodológico

### 4.7.1 Diseño de investigación

La investigación es de tipo descriptivo no experimental debido a que se estudiará los tipos de fallas que presenta dicho pavimento flexible en estudio, además la investigación se realizará sin manipular variable alguna, sino únicamente se observará los tipos de fallas tal y como están en su contexto natural.

#### Diagrama de estudio



**Donde:**

**M:** Muestra de estudio

**O:** Observación en el pavimento flexible de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua.

### 4.7.2 Población, muestra y muestreo

#### Población

La población está definida por el tramo Km 5 + 000 – Km 8 +000 de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, Amazonas, 2018, ya que este es el área en estudio.

#### Muestra

La unidad muestral son aquellos puntos inestables perjudicados por los diferentes tipos de fallas que presenta la carretera Bagua Grande – Cajaruro –

Bagua, se seleccionaron varios puntos de acuerdo a la visita de campo realizado por mi persona.

### **4.7.3 Metodología, técnicas e instrumentos de recolección de datos y procedimiento.**

#### **4.7.3.1 Metodología**

En la investigación se empleará la metodología basada en el procedimiento inductivo – analítico, en el nivel descriptivo, de las variables “Evaluación de condición superficial del pavimento flexible”, para evaluar y diagnosticar el manejo de la información de las etapas del desarrollo de la investigación, con relación a las variables de estudio.

**Inductivo:** Al aplicar las técnicas de observación e inspección de fallas en la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua mediante criterios respectivos, obtendremos los indicadores resultantes de la condición superficial.

**Analítico:** El análisis de cada uno de los indicadores es lo que principalmente se percibió en esta investigación. Se caracterizó cada técnica de inspección de fallas y posteriormente se aplicó a la carretera antes mencionada.

#### **4.7.3.2 Técnicas e instrumentos**

##### **Técnicas**

Observación directa.- Este tipo de información permite la observación en contacto directo con el objeto de estudio, y el acopio de testimonios que permitan confrontar la teoría con la práctica en la búsqueda de la verdad objetiva.

##### **Instrumentos**

Hoja de datos de campo y gabinete: Documento donde se registrará toda la información obtenida durante la inspección visual y el cálculo en gabinete, para lo cual se utilizaron las tablas 07, tabla 08, tabla 09 y la figura 30.

**Tabla 07:** Hoja de registro N° 01, recolección de datos en campo.

<b>Nombre de la vía:</b>		<b>Sección:</b>		<b>Unidad de muestra:</b>		
		<b>Fecha:</b>		<b>Área:</b>		
<b>Ejecutor:</b>			<b>Longitud del Tramo:</b>			
<b>Fallas o Daños</b>						
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento				
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento				
3. Fisura longitudinal		9. Baches				
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde				
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado				
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto				
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido

**Fuente:** Elaboración propia

UNIDAD DE MUESTRA	KM
	DERECHA
	IZQUIERDA

LEYENDA			
FISURAS PIEL DE COCODRILO	FISURAS DE BORDE	BACHE	NIVEL DE SEVERIDAD
FISURAS EN BLOQUE	AHUELLAMIENTO	DESINTEGRACIÓN DE BORDE	ALTO (A)
FISURAS LONGITUDINAL	HUNDIMIENTO	PÉRDIDA DE AGREGADO	MEDIO (M)
FISURAS TRANSVERSAL	HINCHAMIENTO	EXUDACIÓN DE ASFALTO	BAJO (B)
SEPARACIÓN DE LA BERMA			

UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	LÁMINA:
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	TEMA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE - CAJARURO - BAGUA, K.M 5+000 AL K.M 9+000, AMAZONAS, 2018	A-
	PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	
	ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINEZ PÉREZ	
	FECHA: ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS	
	ESCALA: COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ	

**Figura 30:** Hoja de registro N° 02, ubicación e identificación de fallas en campo

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 08:** Hoja de registro N° 03, cálculo de datos en gabinete

N°	Valor deducido						m =	Total	q	CDV	Max CDV = PCI = Clasificación =

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 09:** Hoja de registro N° 04 – Descripción y cálculo de las fallas en gabinete

<b>Nombre de la vía:</b> <b>Ejecutor:</b>			<b>Sección:</b> <b>Fecha:</b>		<b>Unidad de muestra:</b> <b>Área:</b>		
<b>Dirección del tránsito:</b>			<b>Longitud del Tramo:</b> <b>Ubicación de la falla:</b>				
<b>Fallas o Daños</b>			<b>Esquema o Imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo							
2. Fisuras en bloque							
3. Fisura longitudinal							
4. Fisura transversal							
5. Fisura de borde							
6. Ahuellamiento							
7. Hundimiento							
8. Hinchamiento							
9. Baches							
10. Desintegración de borde							
11. Pérdida de agregado							
12. Exudación de asfalto							
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>

**Fuente:** Elaboración propia

#### **4.7.3.3 Procedimiento**

La condición superficial del pavimento es de carácter observacional y de determinar el grado de severidad de las fallas, mediante la metodología del PCI (Pavement Condition Index). La evaluación se llevó a cabo con el mayor cuidado posible para calificar la vía de la manera más adecuada.

Para poner en acción y desarrollar el método del PCI, se siguieron las siguientes etapas:

En la primera etapa denominada campo, en el mes de abril, se realizó las inspecciones, en el cual se escogió las fallas más críticas presentes en la vía pavimentada donde se analizó según la técnica, según la técnica del PCI menciona que de acuerdo al ancho de calzada se logrará obtener la longitud de la unidad de muestreo. Para esta investigación se trabajó con un ancho de calzada de 6.50 m que es lo que la vía indicaba al momento de la inspección. Posteriormente, en el mes de mayo, se realizó en gabinete el análisis de datos respectivos de cada unidad de muestra. La siguiente etapa, se realizó en los dos últimos meses posteriores, consistió en la elaboración del informe del proyecto, dentro del cual se obtuvo resultados de la condición del pavimento por secciones, subsiguientemente se expuso en un cuadro de resumen.

#### **4.7.4 Análisis de datos**

- ✓ Estadística descriptiva: Se realizó tablas, gráficos de circunferencias porcentuales, para determinar las condiciones de mejor comportamiento e indicadores de los indicadores de estudio mediante el programa Excel 2016.

## **V. RESULTADOS**

### **5.1 Diagnóstico del pavimento flexible**

#### **5.1.1 Probables causas que aportan al deterioro del pavimento flexible de la carretera Bagua Grande - Cajaruro – Bagua.**

Durante la vida de servicio de un pavimento, causas de diverso origen afectan la condición de la superficie de rodamiento. Entre las causas de falla que afectan al pavimento de dicha investigación tenemos los siguientes:

- ✓ Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal, como en la calidad de los materiales empleados.
- ✓ Insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo.
- ✓ Diseño deficiente (errores en estimación del tránsito o en las propiedades de los materiales).
- ✓ Factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias).
- ✓ Insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos.

### **5.2 Recolección de información**

La investigación se realizó por etapas: reconocimiento de la vía, identificación de las principales fallas, descripción de cada una de las principales fallas y finalmente la aplicación del método PCI.

#### **5.2.1 Reconocimiento de la vía**

Mediante GPS y Wincha, se realizó dos veces el kilometraje dentro del cual se dividido en tres secciones de los 3.0 km en estudio, para que se reduzca el margen de error.

#### **5.2.2 Identificación de las principales fallas**

Las fallas identificadas en la carretera evaluada son las siguientes: Fisuras piel de cocodrilo, fisura en bloque, fisuras longitudinal, fisura transversal, fisura de borde, ahuellamiento, hinchamiento, hundimiento, bache, desintegración de borde, pérdida de agregados, exudación de asfalto y por ultimo separación de la berma.

#### **5.2.3 Descripción de cada una de las principales fallas**

La descripción de cada una de las principales fallas inspeccionadas en campo, se encuentran especificadas en el Anexo N° 4 de dicha investigación, tomando en cuenta las ya descritas en el marco teórico.

En las tabla 10, tabla 11 y tabla 12, que contienen información de manera resumida sobre los tipos de fallas que se identificaron en las tres secciones que conforman la

vía evaluada, así como los metrados totales por cada tipo de falla y nivel de severidad, con el fin de poder determinar que fallas se encuentran en mayor cantidad y que tipo de intervención aplicar.

**Tabla 10:** Cuadro de resumen de fallas en la sección 1

<b>Fallas en Sección 1</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Fisuras piel de cocodrilo	m2	0	34.65	0
Fisuras en bloque	m2	0	0	3.85
Fisura longitudinal	m	11.90	5.00	0
Ahuellamiento	m2	0	2.00	7.88
Hundimiento	m2	0	1.50	4.50
Hinchamiento	m2	1.00	0.48	0
Baches	m2	0.12	0.20	0
Desintegración de borde	m2	0	3.00	0
Pérdida de agregado	m2	0	0	30.00

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 11:** Cuadro de resumen de fallas en la sección 2

<b>Fallas en Sección 2</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
Fisuras piel de cocodrilo	m2	0	4.50	5.46
Ahuellamiento	m2	0	2.12	7.41
Hundimiento	m2	0	0	21.78
Hinchamiento	m2	1.50	1.00	0
Baches	m2	0.20	2.14	5.21
Exudación de asfalto	m2	0	50.00	0

**Fuente:** Elaboración propia

**Tabla 12:** Cuadro de resumen de fallas en la sección 3

<b>Fallas en Sección 3</b>	<b>Unidad de medida</b>	<b>Bajo</b>	<b>Medio</b>	<b>Alto</b>
1. Fisuras piel de cocodrilo	m2	0	2.76	0
4. Fisura transversal	m	1.00	0	0
5. Fisura de borde	m2	0	2.00	0
7. Hundimiento	m2	0	0	3.20
9. Baches	m2	0.20	0	0
13. Separación de la berma	m2	0	0	4.50

**Fuente:** Elaboración propia

#### **5.2.4 Aplicación de la técnica del PCI**

Esta técnica estipulada en Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras, menciona que el área de la unidad de muestreo debe estar en el rango  $230.0 \pm 93.0 \text{ m}^2$ .

El procedimiento de ejecución fue el siguiente: Primero, se midió el ancho de la calzada, de la cual su variación fue mínima. Luego se procedió a llevar el resultado obtenido del ancho de la calzada a la tabla 03 para luego saber la longitud de la unidad de muestreo a utilizar. Posterior se procedió a seguir los pasos propuestos en el ítems 3.2.1.3 (B, C, D Y E), seguidamente se procedió al cálculo del PCI de las unidades de muestreo mediante cálculos en gabinete. Finalmente se procedió al cálculo del PCI de una sección del pavimento. Las inspecciones realizadas utilizando esta técnica, se encuentran especificadas en el Anexo N° 2.

#### **5.3 Análisis de datos**

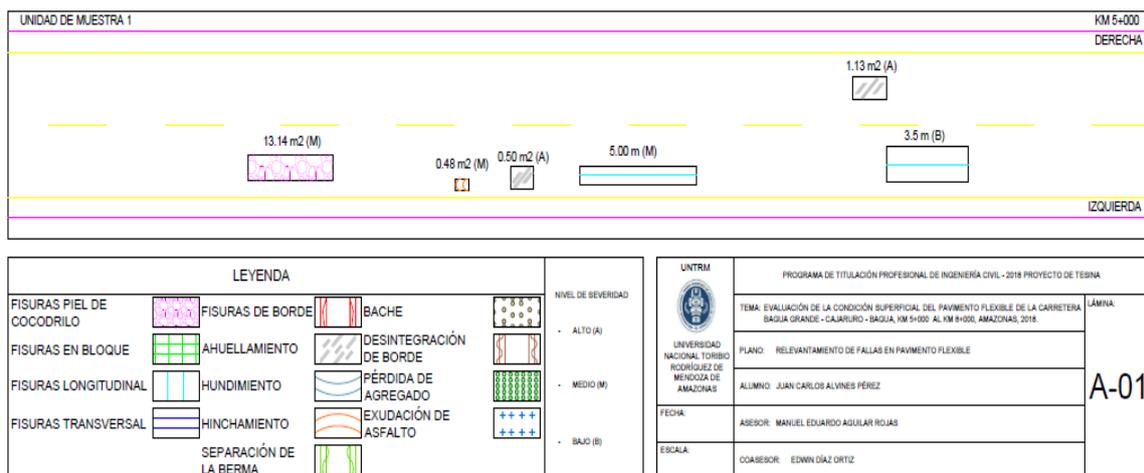
A manera de ejemplo analizaremos la UM N° 1 con el respectivo procedimiento del método del PCI, también se analizarán los datos obtenidos mediante cálculos en cada tabla de unidad de muestra.

**Tabla 13:** Hoja de registro 1, UM N° 1

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>						
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento				
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento				
3. Fisura longitudinal		9. Baches				
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde				
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado				
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto				
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
3	Bajo	3.50		3.50		
6	Alto	1.13		1.13		
8	Medio	0.48		0.48		
3	Medio	5.00		5.00		
6	Alto	0.50		0.50		
1	Medio	13.14		13.14		

**Fuente:** Elaboración propia

En la hoja de registro 1 (tabla 13), se llevó a cabo el cálculo de las columnas de densidad y valor deducido será realizado a manera de ejemplo en el siguiente ítem (Cálculo del PCI de la unidad de muestra y sección).



**Figura 31:** Hoja de registro 2, UM N° 1

**Fuente:** Elaboración propia

En la hoja de registro 2 (figura 31) se muestra los diferentes tipos de fallas encontradas en las unidades de muestras halladas en campos.

### Calculo del PCI de la unidad de muestra y sección

A manera de ejemplo realizaremos el cálculo del PCI de la unidad de muestra UM N° 1 perteneciente a la sección 1. A continuación mostramos nuevamente la tabla de la hoja registro 01 de la unidad de muestra UM N° 1 (tabla 14), donde se muestran los resultados de la densidad y el valor deducido para cada tipo de falla y nivel de severidad.

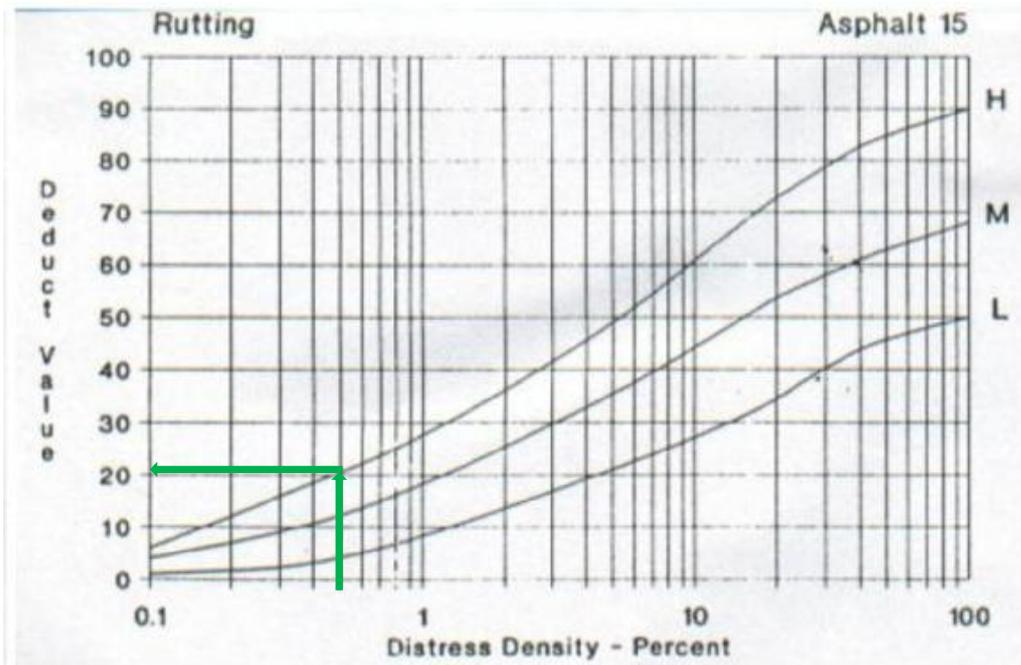
**Tabla 14:** Hoja de registro 1, cálculo de valor deducido, UM N° 1

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
3	Bajo	3.50			3.50	1.53%	0.00
6	Alto	1.13			1.13	0.49%	20.02
8	Medio	0.48			0.48	0.21%	0.00
3	Medio	5.00			5.00	2.18%	5.05
6	Alto	0.50			0.50	0.22%	12.50
1	Medio	13.14			13.14	5.73%	39.50

**Fuente:** Elaboración propia

Para poder hallar la densidad dividimos el metrado total por cada tipo de falla y severidad y la dividimos entre el total del área de la muestra. Por ejemplo para la segunda falla tenemos un total de metrado de 1.13 m<sup>2</sup> entre el área 229.41 m<sup>2</sup> de lo cual obtenemos 0.49%.

Para hallar el valor deducido de la segunda falla hacemos uso de la curva de valor deducido para asfalto correspondiente a la falla de ahuellamiento, la cual se encuentra anexada al final de esta tesis. Ingresamos a la gráfica con la densidad 0.49 % para el nivel de severidad alto obteniendo como valor deducido 20.02 (figura 32).



**Figura 32:** Cálculo del valor deducido para falla de ahuellamiento con un nivel de severidad alto y una densidad de 0.49%

**Fuente:** Elaboración propia

Y así sucesivamente repetimos el mismo procedimiento para el resto de fallas, en función a la información registrada. Luego procedemos a calcular el número de valores deducidos “m”, para lo cual podemos hacer uso de la fórmula o gráfica. Posteriormente se procede a seleccionar el máximo valor deducido, el cual para el ejemplo que se viene desarrollando tiene como valor “39.50” correspondiente a la falla fisuras piel de cocodrilo con un nivel de severidad medio. Por último hacemos uso de la fórmula mostrada en la ecuación 9 de lo cual obtenemos como resultado  $m = 6.56$ , tal como se muestra a continuación. Se recomienda hacer uso de la fórmula debido a que al hacer uso de la gráfica se corre el riesgo de obtener un resultado poco preciso.

$$m = 1.00 + \frac{9}{98} (100 - 39.5) = 6.56 \quad \dots \text{(Ec. 9)}$$

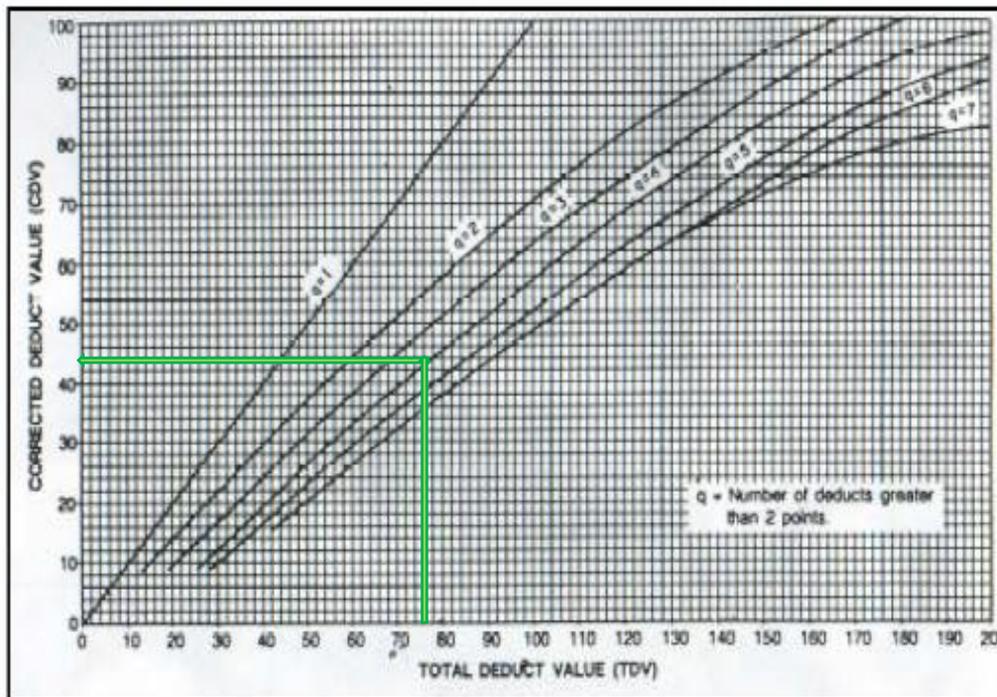
Se procede a ordenar de menor a mayor los 6.56 valores deducidos mayores. El ejemplo solo cuenta con cuatro valores deducidos por lo cual trabajaremos con todos. Si tuviéramos 7 o más se debe escoger 6.56, el séptimo valor deducido solo debe colocarse el 56%. A continuación se muestra el procedimiento del cálculo del Índice de Condición del Pavimento PCI (tabla 15).

**Tabla 15:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 1

N°	Valor deducido m = 6.56				Total	q	CDV	
	Mayor	menor						
1	39.50	20.02	12.50	5.05	77.07	4	44	<b>Max CDV = 48</b> <b>PCI = 52</b> <b>Clasificación = Regular</b>
2	39.50	20.02	12.50	2.00	74.02	3	48	
3	39.50	20.02	2.00	2.00	63.52	2	46	
4	39.50	2.00	2.00	2.00	45.50	1	45	
5								q disminuye en 1 hasta que sea igual a 1
6								

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de ordenar los cuatro primero valores deducidos se sumaran y se ingresaran en la gráfica valores deducidos corregidos para pavimentos asfálticos (figura 33), para el primer caso  $q = 4$ , ya que contamos con cuatro valores deducidos en un inicio, obteniendo como valor deducido corregido 44. Se repetirá lo mismo, reemplazando el último valor reducido por 2 y reduciendo el valor de “q” en una unidad, hasta que “q” sea igual a 1, hallando los valores deducidos corregidos para cada valor de “q”.



**Figura 33:** Valor deducido corregido para q = 4 y el total de valor deducido = 77.07

**Fuente:** Elaboración propia

Luego de calcular todos los valores deducidos corregidos se escoge el mayor para el cálculo del PCI de la unidad de muestra, haciendo uso de la fórmula descrita en la teoría, obteniendo como resultado para el ejemplo el siguiente:

$$PCI = 100 - 48 = 52.$$

La clasificación correspondiente para el PCI obtenido es Regular.

A continuación se muestra a manera de resumen el cálculo de cantidad y severidad de las fallas y el cálculo del índice de condición del pavimento PCI (tabla 16 a la tabla 59)

### Unidad de Muestra N° 2

**Tabla 16:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 2

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
6	Medio	2.00			2.00	0.87%	16.50
1	Medio	4.80			4.80	2.09%	29.00
2	Alto	3.85			3.85	1.68%	10.00

**Tabla 17:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 2

N°	Valor deducido			m = 7.52			Total	q	CDV	<b>Max CDV = 35</b> <b>PCI = 65</b> <b>Clasificación =</b> Bueno
1	29.00	16.50	10.00				55.50	3	34	
2	29.00	16.50	2.00				47.50	2	35	
3	29.00	2.00	2.00				33.00	1	33	
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 3**

**Tabla 18:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 3

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
8	Bajo	1.00			1.00	0.44%	0.00
3	Bajo	3.60			3.60	1.57%	0.00
1	Medio	9.87			9.87	3.30%	33.00

**Tabla 19:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 3

N°	Valor deducido			m = 6.15			Total	q	CDV	<b>Max CDV = 33</b> <b>PCI = 67</b> <b>Clasificación =</b> Bueno
1	33.00						33.00	1	33	
2										
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 4**

**Tabla 20:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 4

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Bajo	0.07			0.07	0.03%	1.50
9	Bajo	0.05			0.05	0.02%	1.48

**Tabla 21:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 4

N°	Valor deducido			m = 10.05			Total	q	CDV	<b>Max CDV = 3</b> <b>PCI = 97</b> <b>Clasificación =</b> <b>Excelente</b>
1	1.50	1.48					2.98	2	0	
2	1.50	2.00					3.50	1	3	
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 5**

**Tabla 22:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 5

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Medio	0.20			0.20	0.04	5.50

**Tabla 23:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 5

N°	Valor deducido						m = 9.68	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 5</b> <b>PCI = 95</b> <b>Clasificación =</b> Excelente
1	5.50						5.50	1	5		
2											
3											
4											
5											
6											

**Unidad de Muestra N° 6**

**Tabla 24:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 6

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
1	Medio	6.84			6.84	2.98%	31.50
6	Alto	2.15			2.15	0.94%	27.00
3	Bajo	4.80			4.80	2.09%	0.00

**Tabla 25:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 6

N°	Valor deducido						m = 7.29	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 44</b> <b>PCI = 56</b> <b>Clasificación =</b> Bueno
1	31.50	27.00					58.50	2	44		
2	31.50	2.00					33.50	1	33		
3											
4											
5											
6											

**Unidad de Muestra N° 7**

**Tabla 26:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 7

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
6	Alto	4.10			4.10	1.79%	34.00

**Tabla 27:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 7

N°	Valor deducido						m = 7.06	Total	q	CDV	Max CDV = 34 PCI = 66 Clasificación = Bueno
1	34.00						34.00	1	34		
2											
3											
4											
5											
6											

**Unidad de Muestra N° 8**

**Tabla 28:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 8

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
11	Alto	30.00			30.00	13.08%	10.00

**Tabla 29:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 8

N°	Valor deducido						Total	q	CDV	<b>Max CDV = 10</b> <b>PCI = 90</b> <b>Clasificación =</b> Excelente
	<b>m = 9.27</b>									
1	10.00						10.00	1	10	
2										
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 9**

**Tabla 30:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 9

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
7	Medio	1.50			1.50	0.65%	10.00

**Tabla 31:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 9

N°	Valor deducido						Total	q	CDV	<b>Max CDV = 10</b> <b>PCI = 90</b> <b>Clasificación =</b> Excelente
	<b>m = 9.27</b>									
1	10.00						10.00	1	10	
2										
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 10**

**Tabla 32:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 10

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
10	Medio	3.00			3.00	1.31%	9.00

**Tabla 33:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 10

N°	Valor deducido						Total	q	CDV	<b>Max CDV = 9</b> <b>PCI = 91</b> <b>Clasificación =</b> <b>Excelente</b>
	<b>m = 9.36</b>									
1	9.00						9.00	1	9	
2										
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 11**

**Tabla 34:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 11

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
7	Alto	4.50			4.50	1.96%	44.00

**Tabla 35:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 11

N°	Valor deducido						m = 6.14	Total	q	CDV
1	44.00						44.00	1	44	
2										
3										
4										
5										
6										

**Max CDV = 44**  
**PCI = 56**  
**Clasificación = Bueno**

**Unidad de Muestra N° 12**

**Tabla 36:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 12

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Medio	0.64			0.64	0.28%	14.00
6	Alto	1.65			1.65	0.72%	25.00

**Tabla 37:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 12

N°	Valor deducido						m = 7.89	Total	q	CDV
1	25.00	14.00					39.00	2	29	
2	25.00	2.00					27.00	1	27	
3										
4										
5										
6										

**Max CDV = 29**  
**PCI = 71**  
**Clasificación = Muy bueno**

**Unidad de Muestra N° 13**

**Tabla 38:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 13

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
8	Medio	1.00			1.00	0.44%	0.00
6	Medio	2.12			2.12	0.92%	18.00
7	Alto	2.00			2.00	0.87%	32.00
1	Alto	5.46			5.46	2.38%	41.00
6	Alto	3.36			3.36	1.46%	30.00
7	Alto	3.64			3.64	1.59%	40.00

**Tabla 39:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 13

N°	Valor deducido					m = 6.42	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 82</b> <b>PCI = 18</b> <b>Clasificación =</b> <b>Muy malo</b>
1	41.00	40.00	32.00	30.00	18.00		161.00	5	82	
2	41.00	40.00	32.00	30.00	2.00		145.00	4	81	
3	41.00	40.00	32.00	2.00	2.00		117.00	3	72	
4	41.00	40.00	2.00	2.00	2.00		87.00	2	62	
5	41.00	2.00	2.00	2.00	2.00		49.00	1	49	
6										

**Unidad de Muestra N° 14**

**Tabla 40:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 14

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
7	Alto	13.14			13.14	5.73%	61.00
9	Alto	2.54			2.54	1.11%	52.00

**Tabla 41:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 14

N°	Valor deducido					m = 4.58	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 78</b> <b>PCI = 22</b> <b>Clasificación =</b> <b>Muy malo</b>
1	61.00	52.00					113.00	2	78	
2	61.00	2.00					63.00	1	63	
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 15**

**Tabla 42:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 15

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
1	Medio	4.50			4.50	1.96%	29.00
7	Alto	3.00			3.00	1.31%	38.00
12	Medio	50.00			50.00	21.80%	20.00

**Tabla 43:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 15

N°	Valor deducido					m = 6.69	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 55</b> <b>PCI = 45</b> <b>Clasificación =</b> <b>Regular</b>
1	38.00	29.00	20.00				87.00	3	55	
2	38.00	29.00	2.00				69.00	2	50	
3	38.00	2.00	2.00				42.00	1	42	
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 16**

**Tabla 44:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 16

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Alto	1.13			1.13	0.49%	39.00

**Tabla 45:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 16

N°	Valor deducido m = 6.60						Total	q	CDV	Max CDV = 39 PCI = 61 Clasificación = Bueno
1	39.00						39.00	1	39	
2										
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 17**

**Tabla 46:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 17

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
6	Alto	2.40			2.40	1.05%	29.00
9	Medio	0.79			0.79	0.34%	17.00
8	Bajo	1.50			1.50	0.65%	0.00

**Tabla 47:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 17

N°	Valor deducido					m = 7.52	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 34</b> <b>PCI = 66</b> <b>Clasificación =</b> <b>Bueno</b>
1	29.00	17.00					46.00	2	34	
2	29.00	2.00					31.00	1	31	
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 18**

**Tabla 48:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 18

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Medio	0.33			0.33	0.14%	7.00
9	Medio	0.38			0.38	0.17%	9.00

**Tabla 49:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 18

N°	Valor deducido					m = 9.36	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 11</b> <b>PCI = 89</b> <b>Clasificación =</b> <b>Excelente</b>
1	9.00	7.00					16.00	2	11	
2	9.00	2.00					11.00	1	11	
3										
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 19**

**Tabla 50:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 19

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Bajo	0.20			0.20	0.09%	2.00

**Tabla 51:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 19

N°	Valor deducido						m = 10.00	Total	q	CDV	Max CDV = 2 PCI = 98 Clasificación = Excelente
1	2.00						2.00	1	2		
2											
3											
4											
5											
6											

**Unidad de Muestra N° 20**

**Tabla 52:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 20

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Alto	1.54			1.54	0.67%	21.00

**Tabla 53:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 20

N°	Valor deducido						m = 8.26	Total	q	CDV
1	21.00						21.00	1	21	
2										
3										
4										
5										
6										

Max CDV = 21  
 PCI = 79  
 Clasificación = Muy bueno

**Unidad de Muestra N° 21**

**Tabla 54:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 21

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
7	Alto	3.20			3.20	1.39%	38.00
1	Medio	2.76			2.76	1.20%	22.00

**Tabla 55:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 21

N°	Valor deducido						m = 6.69	Total	q	CDV
1	38.00	22.00					60.00	2	44	
2	38.00	2.00					40.00	1	40	
3										
4										
5										
6										

Max CDV = 44  
 PCI = 56  
 Clasificación = Bueno

**Unidad de Muestra N° 22**

**Tabla 56:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 22

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Bajo	0.20			0.20	0.09%	2.00
13	Alto	4.50			4.50	1.96%	7.00
5	Medio	2.00			2.00	0.87%	6.00

**Tabla 57:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 22

N°	Valor deducido			m = 9.54			Total	q	CDV	Max CDV = 10 PCI = 90 Clasificación = Excelente
1	7.00	6.00	2.00				15.00	3	0	
2	7.00	6.00	2.00				15.00	2	10	
3	7.00	2.00					9.00	1	9	
4										
5										
6										

**Unidad de Muestra N° 23**

**Tabla 58:** Cantidad y severidad de las fallas - UM N° 23

Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
4	Bajo	1.00			1.00	0.44%	0.00

**Tabla 59:** Cálculo del índice de condición del pavimento PCI - UM N° 23

N°	Valor deducido						Total	q	CDV	Max CDV = 0 PCI = 100 Clasificación = Excelente
1	0.00						0.00	1	0	
2										
3										
4										
5										
6										

A continuación a manera de ejemplo se mostrará como calcular el PCI de cada sección, para el ejemplo se aplicará a la sección 1, sección 2 y sección 3. En las siguientes tablas 60,61 y 62 se muestra de forma resumida el cálculo del PCI de cada sección.

El procedimiento es simple, debiéndose multiplicar el área de cada muestra por el PCI correspondiente. Luego estos resultados se suman para dividirse entre el área total de la sección.

**Tabla 60:** Cálculo del PCI de la sección 1

Sección	Unidad de muestra	Área de muestra (A)	PCI de la muestra (B)	A x B	D/C	Estado de la sección
1	U1	229.41	52	11929.32	75	Muy bueno
	U2	229.41	65	14911.65		
	U3	229.41	67	15370.47		
	U4	229.41	97	22252.77		
	U5	229.41	95	21793.95		
	U6	229.41	56	12846.96		
	U7	229.41	66	15141.06		
	U8	229.41	90	20646.9		
	U9	229.41	90	20646.9		
	U10	229.41	91	20876.31		
	U11	229.41	56	12846.96		
	<b>Sumatoria de A (C)</b>	2523.51	<b>Sumatoria de A x B (D)</b>	189263.25		

**Fuente:** Elaboración propia

El resultado del PCI es igual a 75 y para lo cual le corresponde una clasificación Muy bueno.

**Tabla 61:** Cálculo del PCI de la sección 2

Sección	Unidad de muestra	Área de muestra (A)	PCI de la muestra (B)	A x B	D/C	Estado de la sección
2	U12	229.41	71	16288.11	61	Bueno
	U13	229.41	18	4129.38		
	U14	229.41	22	5047.02		
	U15	229.41	45	10323.45		
	U16	229.41	61	13994.01		
	U17	229.41	66	15141.06		
	U18	229.41	89	20417.49		
	U19	229.41	98	22482.18		
	U20	229.41	79	18123.39		
	<b>Sumatoria de A ©</b>	2064.69	<b>Sumatoria de A x B (D)</b>	125946.09		

**Fuente:** Elaboración propia

El resultado del PCI es igual a 61 y para lo cual le corresponde una clasificación Bueno.

**Tabla 62:** Cálculo del PCI de la sección 3

Sección	Unidad de muestra	Área de muestra (A)	PCI de la muestra (B)	A x B	D/C	Estado de la sección
3	U21	229.41	56	12846.96	82	Muy bueno
	U22	229.41	90	20646.9		
	U23	229.41	100	22941		
	<b>Sumatoria de A ©</b>	688.23	<b>Sumatoria de A x B (D)</b>	56434.86		

**Fuente:** Elaboración propia

El resultado del PCI es igual a 82 y para lo cual le corresponde una clasificación Muy bueno.

#### 5.4 Resumen de resultados obtenidos

Una vez registrados todas las fallas e información de la vía, y obtenidos los índices de condición respectivos para cada unidad de muestra, se logró determinar el valor del PCI promedio de las tres secciones determinadas. Para tener una idea global de

cuál es el estado del pavimento de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, se ha elaborado una tabla donde se muestra a manera de resumen las secciones (tabla 63), las unidades de muestra, el área de cada una de ellas, el valor de PCI de cada unidad de muestra, el valor del PCI de la secciones identificadas y por ultimo las clasificación correspondiente a los valores de PCI.

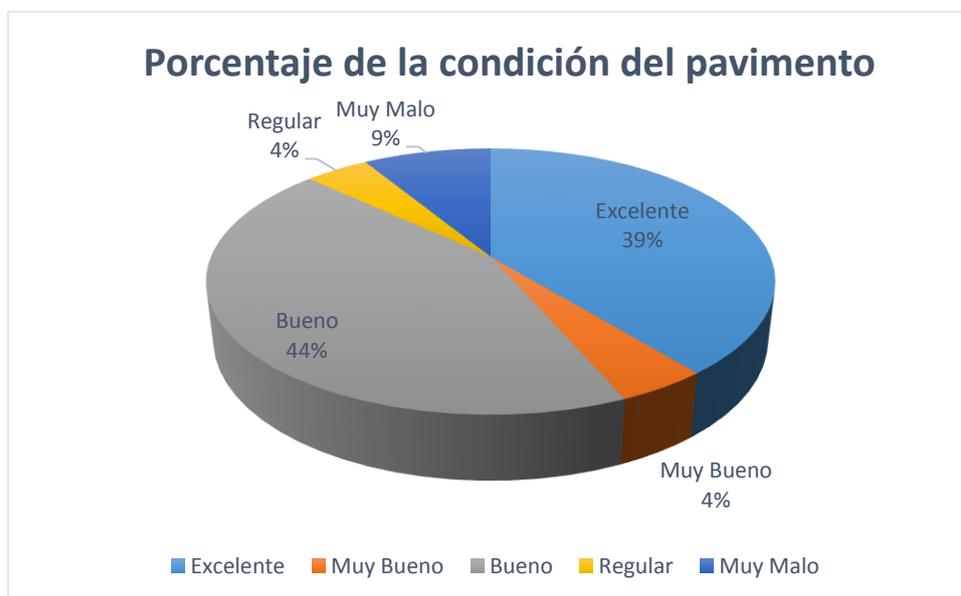
**Tabla 63:** Cálculo del resumen de resultados

Sección	Unidad de muestra	Área de muestra (A)	PCI de la muestra (B)	Estado de la muestra	PCI de la sección	Estado de la sección
1	U1	229.41	52	Bueno	75	Muy bueno
	U2	229.41	65	Bueno		
	U3	229.41	67	Bueno		
	U4	229.41	97	Excelente		
	U5	229.41	95	Excelente		
	U6	229.41	56	Bueno		
	U7	229.41	66	Bueno		
	U8	229.41	90	Excelente		
	U9	229.41	90	Excelente		
	U10	229.41	91	Excelente		
	U11	229.41	56	Bueno		
2	U12	229.41	71	Muy Bueno	61	Bueno
	U13	229.41	18	Muy Malo		
	U14	229.41	22	Muy Malo		
	U15	229.41	45	Regular		
	U16	229.41	61	Bueno		
	U17	229.41	66	Bueno		
	U18	229.41	89	Excelente		
	U19	229.41	98	Excelente		
	U20	229.41	79	Muy Bueno		
3	U21	229.41	56	Bueno	82	Muy bueno
	U22	229.41	90	Excelente		
	U23	229.41	100	Excelente		

**Fuente:** Elaboración propia

Se logra determinar que la vía evaluada en la sección 1 presenta una condición de pavimento muy bueno, en la sección 2 presenta una condición de pavimento bueno y en la sección 3 presenta una condición de pavimento muy bueno. Por lo tanto podemos decir que

la vía evaluada en las tres secciones presenta una condición de pavimento muy buena, con lo cual el pavimento brinda adecuadas condiciones a los usuarios. La siguiente figura muestra que índices de condición de pavimento se encuentra en mayor proporción en la vía evaluada (figura 34).



**Figura 34:** Porcentaje de la condición del pavimento de las unidades de muestra

**Fuente:** Elaboración propia

Podemos determinar las condiciones de pavimento bueno y excelente predominan en la vía. Siendo la condición buena la de mayor proporción con 44%, seguido con 39% el estado excelente. El resto de condiciones se presentan en proporciones menores o igual a 9%.

## 5.5 Propuesta de mantenimiento y rehabilitación del pavimento

En general el pavimento flexible analizado está en condiciones buenas y muy buenas. La mayoría de sus fallas está en un nivel medio y alto en menor cantidad bajo, siendo un buen momento para intervenir el pavimento. Los trabajos de mantenimiento y rehabilitación en su mayoría corresponden a cambiar la carpeta asfáltica habiendo en cantidades mínimas la reparación de la base y sellado de fisuras.

Las fallas de severidad media y alta se han optado por cambiar la carpeta asfáltica y sellada de fisuras según sea el caso. Solo las fallas de severidad media correspondiente

a la exudación de asfalto y fisuras piel de cocodrilo, los cuales se renovaran la carpeta asfáltica. Las fallas con severidad baja no requieren ningún tipo de mantenimiento debido a que aún es posible permitir su presencia en la vía, ya que no afectan de manera significativa en la comodidad de los usuarios. Salvo los baches en nivel bajo, lo cuales si se intervendrán.

La tabla 64 resume de acuerdo a lo relatado líneas arriba que tipo de trabajos se realizar según el tipo de falla y su nivel de severidad.

**Tabla 64:** Técnica de mantenimiento y rehabilitación a aplicar según tipo de falla y nivel de severidad.

Tipo de falla	Severidad	Demolición de Pavimento Asfáltico (m2)	Fresado de carpeta Asfáltica (m2)	Trazo y Replanteo (m2)	Excavación de Material Excedente (m3)	Eliminación de Material Excedente (m2)	Conformación de Subrasante para Bacheo de Pistas (m2)	Base Granular para Bacheo de Pistas E=0.15 mts	Imprimación (m2)	Carpeta Asfáltica en Caliente de 2" (m2)	Sello de Fisuras Medias (m)	Sello de Fisuras Altas (m)
Fisura piel de cocodrilo	Bajo											
	Medio		X	X		X			X	X		
	Alto		X	X		X			X	X		
Fisura en bloque	Bajo											
	Medio											
	Alto		X	X		X			X	X		
Fisura longitudinal	Bajo											
	Medio										X	
	Alto											
Fisura transversal	Bajo		X									
	Medio											
	Alto											
Fisura de borde	Bajo											
	Medio			X								
	Alto											
Ahuellamiento	Bajo											
	Medio		X	X		X			X	X		
	Alto		X	X		X			X	X		
Hundimiento	Bajo											
	Medio											
	Alto		X									
Hinchamiento	Bajo				X	X						
	Medio				X	X						
	Alto											
Bache	Bajo		X	X						X		
	Medio		X	X						X		
	Alto	X		X						X		
Desintegración de borde	Bajo											
	Medio			X								
	Alto											
Pérdida de agregado	Bajo											
	Medio											
	Alto		X	X		X			X	X		
Exudación de asfalto	Bajo											
	Medio		X							X		
	Alto											
Separación de la berma	Bajo											
	Medio			X								
	Alto											

Fuente: Elaboración propia

## **VI. DISCUSIÓN**

### **6.1 Evaluación de la condición superficial del pavimento flexible**

En la monografía “Diagnostico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía nueva mediante parámetros obtenidos del estudio en fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del café – vía la baldea”; indica que con relación al diagnóstico vial realizado mediante el procedimiento de Índice de Condición del Pavimento – PCI, a la zona en estudio se concluye que la vía presenta en la actualidad una excelente condición de su estructura de pavimento y en su superficie de rodadura de acuerdo con los criterios, rangos de clasificación planteados en este. Caso que en mi investigación y aplicando el procedimiento del método de Índice de Condición del Pavimento (PCI), se concluye que en la zona de estudio la vía presenta en la actualidad una condición muy buena de su estructura del pavimento y en su superficie de rodadura de acuerdo con los criterios, rangos de clasificación planteado en este.

Si comparamos el trabajo de investigación “Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI” (Medina y De la Cruz, 2015); indica que el estado del pavimento flexible del Jr. José Gálvez es regular para las secciones identificadas. El pavimento flexible del Jr. José Gálvez actualmente está apto para brindar adecuadas condiciones para los usuarios. Las condiciones de pavimento malo, regular y bueno predominan en el Jr. José Gálvez. Siendo la condición malo la de mayor proporción con 39%, seguido con 26% el estado regular y 22% el estado bueno. El resto de condiciones se presentan en proporciones menores o igual a 5%. No existiendo ningún unidades de muestra en condiciones de excelente. Caso que en mi investigación el estado del pavimento es muy bueno en dos de las secciones evaluadas y la que resta es bueno de la cual podemos decir que dicha carretera se encuentra en buenas condiciones para los usuarios. Las condiciones del pavimento que predominan en la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua, son bueno y excelente. Siendo la condición bueno de mayor proporción con 44%, seguido con 39% el estado excelente. El resto de las condiciones se presenta en proporciones menores o igual al 9%.

El trabajo de investigación “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla” (Rodríguez, 2009); indicas que las secciones 1 y 4, obtuvieron un PCI de 51 y 43 respectivamente, lo que corresponde a un estado regular. Las demás secciones alcanzaron un PCI de 60 (sección 2) y 56

(sección 3), que quiere decir un pavimento de condición buena. En cambio en mi investigación y teniendo tres secciones, en la sección 1 y 3, se obtuvo un PCI de 75 y 82 respectivamente, lo que corresponde a un estado muy bueno. La sección 2 alcanzó un PCI de 61, lo que quiere decir que el pavimento tiene una condición bueno.

En el trabajo de investigación “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau (huacho-huaura-lima)” (Leguía y Pacheco, 2016); indica que al aplicar el método Pavement Condition Index (PCI) se determinó que la Av. Cincuentenario tiene un PCI de 51.84 y se encuentra en un estado de conservación “Regular”; mientras que la Av. Colón y Miguel Grau tienen un PCI de 59.29 y presentan un estado de conservación “Bueno”. Caso que en mi investigación las secciones 1 y 3 tienen un PCI de 75 y 82, la cual corresponde a una clasificación “Muy bueno”, mientras que la sección 2 tiene un PCI de 61 y presenta una clasificación de “Bueno”.

## **6.2 Identificación de fallas en el pavimento flexible**

Si comparamos el trabajo de investigación “Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región Puno” (Humpiri, 2015); indica que las fallas encontradas en la zona de estudio de mayor incidencia son las fisuras longitudinales y transversales, seguidas de ahuellamiento, desgaste superficial y otras; estas se producen por deficiencias en el diseño, construcción y operación, las cuales influyen negativamente en el resultado final del proyecto. Caso que en mi investigación las fallas encontradas de mayor incidencia en la zona de estudio son los baches y ahuellamientos, seguidas de piel de cocodrilo, hundimiento, fisura longitudinal, hinchamiento y otras; estas se producen por la inadecuada forma de construir dicho pavimento.

El trabajo de investigación “Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI” (Medina y De la Cruz, 2015); indica que las fallas identificadas en la vía evaluada son las siguientes: Piel de cocodrilo, fisura en bloque, fisuras longitudinal y transversal, parches y corte utilitario, agregado pulido huecos o baches, ahuellamiento y por último peladura por interperismo y desprendimiento de agregados. En cambio en mi investigación las fallas encontradas en la carretera evaluada son las siguientes: Fisura piel de cocodrilo, fisuras en bloque, fisura longitudinal, fisura transversal, fisura de borde,

ahuellamiento, hundimiento, hinchamiento, baches, desintegración de borde, pérdida de agregado, exudación de asfalto y separación de la berma.

En el trabajo de investigación “Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla” (Rodríguez, 2009); indica que las fallas más frecuentes encontradas son la peladura y corrugación, ambas de nivel de severidad bajo. Todas las 32 unidades de muestra presentaron estos dos tipos de fallas, pero con densidades variables. Caso que en mi investigación las fallas más frecuentes encontradas son baches y ahuellamientos, la primera con una severidad medio y la segunda con una severidad alto. Las 23 unidades de muestra presentan diferentes tipos de fallas mencionadas anteriormente, pero con densidades variables. Si comparamos el trabajo de investigación “Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (pci) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau (huacho-huaura-lima)” (Leguía y Pacheco, 2016); indica que de la evaluación física – visual realizada a las Avenidas Cincuentenario, Colón y Miguel Grau se logró identificar 14 clases de fallas, dentro de las cuales se presentan 3 tipos de severidad: Baja, Media y Alta, con las cuales se realizó la evaluación superficial del pavimento flexible. Caso que en mi investigación se logró identificar 13 fallas, dentro de las cuales se presentan 3 tipos de severidad: Bajo, Medio y Alto, con las cuales se realizó la evaluación superficial del pavimento flexible.

## **VII. CONCLUSIONES**

- ✓ Las probables causas que aportan al deterioro del pavimento dentro de la investigación son las siguientes: Deficiencias en el proceso constructivo, bien en procesos como tal, como en la calidad de los materiales empleados; factores climáticos imprevistos (lluvias extraordinarias); insuficiencia de estructuras de drenaje superficial y/o subterráneo; insuficiencia o ausencia de mantenimiento y/o rehabilitación de pavimentos y diseño deficiente (errores en estimación del tránsito o en las propiedades de los materiales).
- ✓ Las fallas identificadas en la carretera evaluada son las siguientes: Fisuras piel de cocodrilo, fisura en bloque, fisuras longitudinal, fisura transversal, fisura de borde, ahuellamiento, hinchamiento, hundimiento, bache, desintegración de borde, pérdida de agregados, exudación de asfalto y por ultimo separación de la berma.
- ✓ Se obtuvo como resultado que el estado superficial del pavimento de la carretera Bagua Grande – Cajaruro – Bagua es muy bueno para las secciones 1 y 3, y bueno para sección 2. Por lo tanto la vía evaluada en las tres secciones presenta una condición de pavimento muy buena, con lo cual el pavimento brinda adecuadas condiciones a los usuarios.

## **VIII. RECOMENDACIONES**

- ✓ Se recomienda al MTC (Ministerio de Transportes y Comunicaciones), llevar a cabo un seguimiento de todos los proyectos en ejecución sobre todo lo relacionado a la construcción de carreteras que se dan a nivel nacional, para tener así una mejor infraestructura de las vías.
- ✓ Al gobierno local que se evalúe la carretera frecuentemente, estableciendo el grado de severidad de los deterioros, con el fin de implementar reparaciones técnicas adecuadas, garantizando así una mejor vida útil de la estructura del pavimento.
- ✓ Al gobierno local realizar trabajos de mantenimiento y rehabilitación para que el costo no sea mayor con el tiempo.

## IX. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

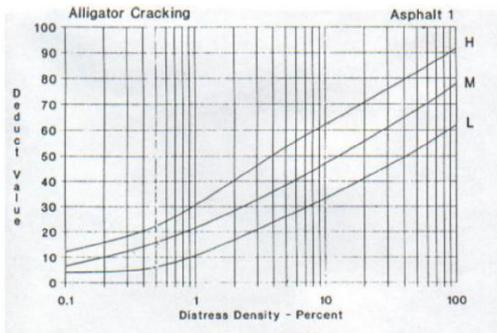
- Coronado, J (2000) en *Manual centro americano de mantenimiento de carreteras – Tomo III*, Guatemala.
- Gamboa, K. (2009) en *Cálculo del índice de condición aplicado en del pavimento flexible en la Av. Las Palmeras de Piura* – Tesis para optar el título de ingeniero civil - Universidad de Piura - Facultad de Ingeniería.
- Gutiérrez, F (2006) en *Manual para la inspección visual de pavimentos flexibles*, Bogotá.
- Humpiri, K. (2015). *Análisis superficial de pavimentos flexibles para el mantenimiento de vías en la región de puno, Juliaca, Perú*- Tesis de posgrado. Universidad andina “Néstor Cáceres Velásquez” - Facultad de Ingeniería Civil – Escuela de Ingeniería Civil.
- Leguía, P. y Pacheco, H. (2016) en *Evaluación superficial del pavimento flexible por el método pavement condition index (PCI) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y miguel grau (huacho-huaura-lima)*- Facultad de Ingeniería y Arquitectura- Escuela Profesional de Ingeniería.
- Mba, E. y Tabares, R. (2005) en *Diagnóstico de vía existente y diseño del pavimento flexible de la vía mediante parámetros obtenidos del estudio en Fase I de la vía acceso al barrio ciudadela del Café – vía la Badea, Manizales, Colombia* – Tesis de posgrado. Universidad Nacional de Colombia – Facultad de ingeniería y Arquitectura
- Medina, A. y De la Cruz, M. (2013) en *Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José Gálvez del distrito de Lince aplicando el método del PCI*- Tesis de pregrado. Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas.
- Menéndez, J. (2003) en *Mantenimiento rutinario de caminos con microempresas – Manual Técnico*, Lima – Perú.
- Rodríguez, E. (2009) en *Cálculo del índice de condición del pavimento flexible en la Av. Luis Montero, distrito de Castilla* - Tesis para optar el título de ingeniero civil - Universidad de Piura - Facultad de Ingeniería.
- Vásquez, R (2002) en *Pavement Condition Index (PCI) para pavimentos asfálticos y de concreto en carreteras*. Colombia, Ingepav.

## **ANEXOS**

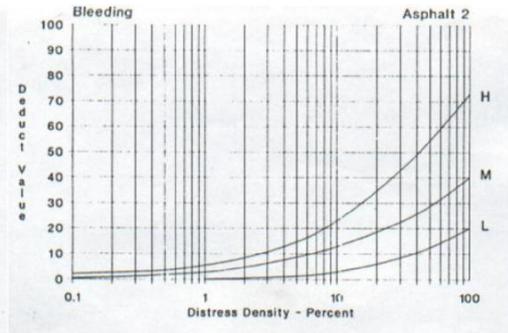
## **ANEXO N°1**

### **Curvas de valor deducido para pavimentos asfálticos**

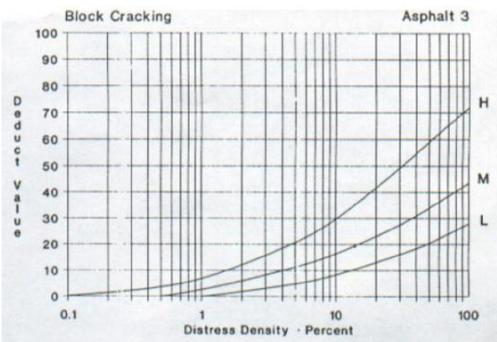
## Piel de cocodrilo



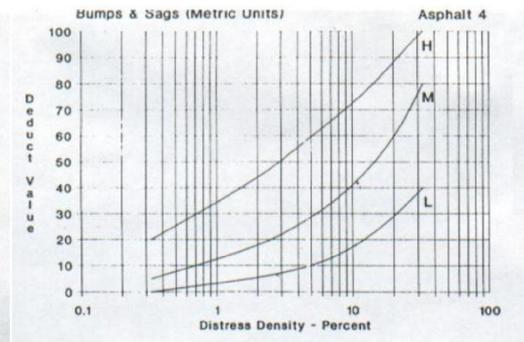
## Exudación



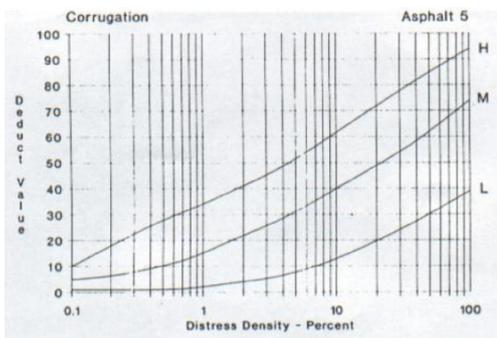
## Fisura en bloque



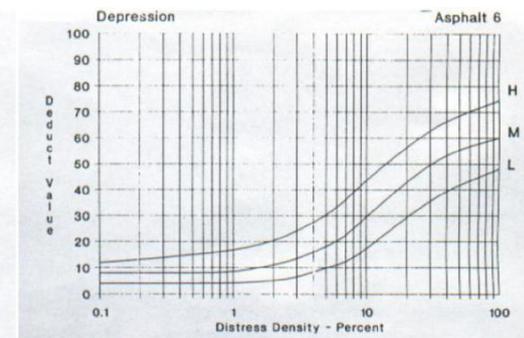
## Abultamientos y hundimientos



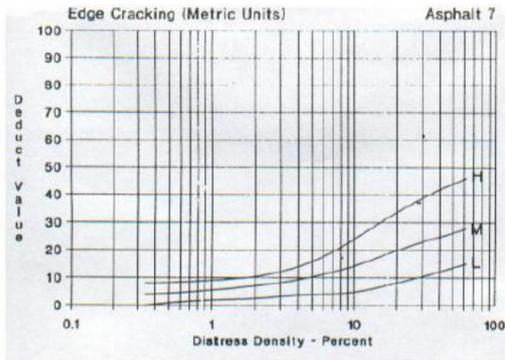
## Corrugación



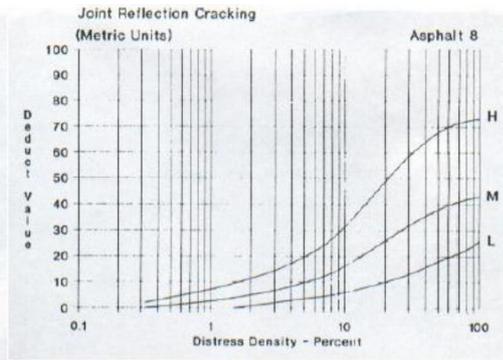
## Depresión



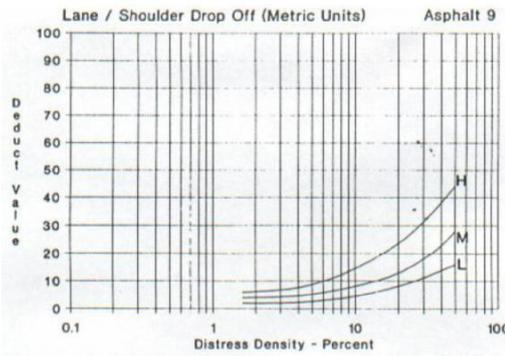
### Fisura de borde



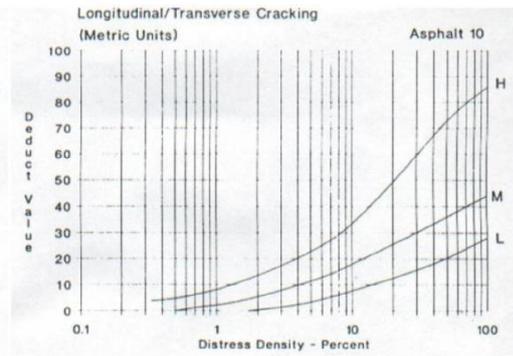
### Fisuras de reflexión de junta



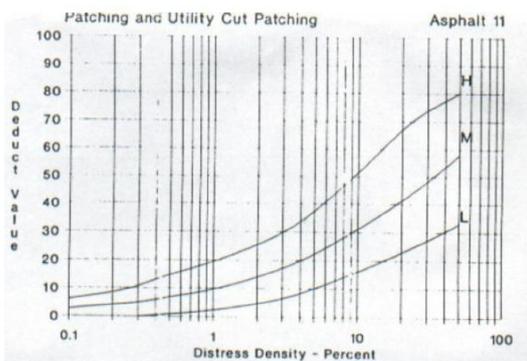
### Desnivel carril – berma



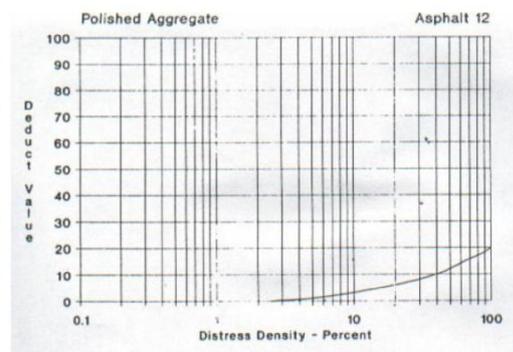
### Fisuras longitudinales y transversales



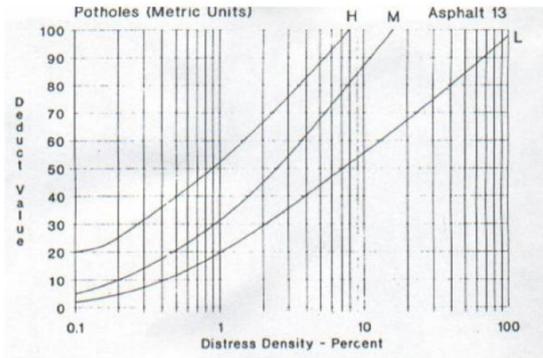
### Parches y parches de corte utilitario



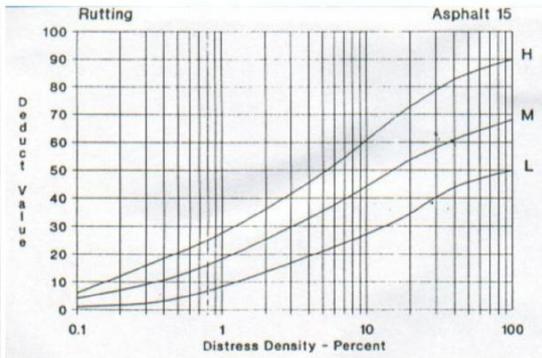
### Pulimento de agregados



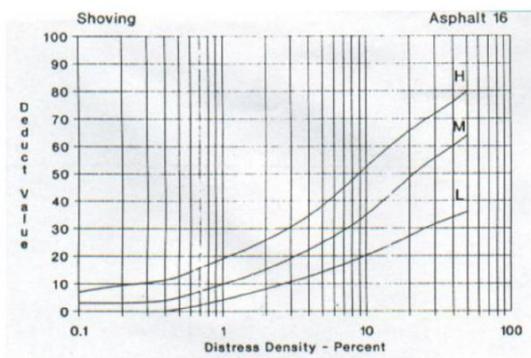
### Baches



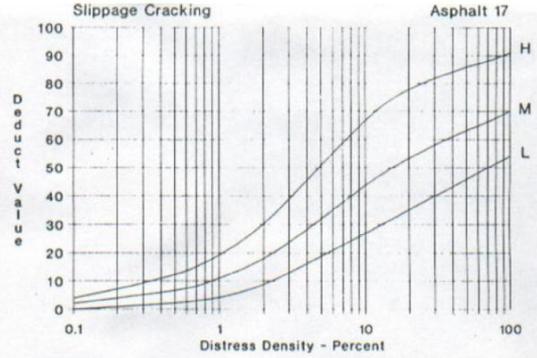
### Ahuellamiento



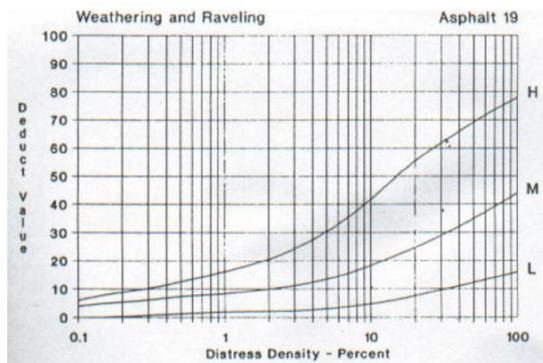
### Desplazamiento



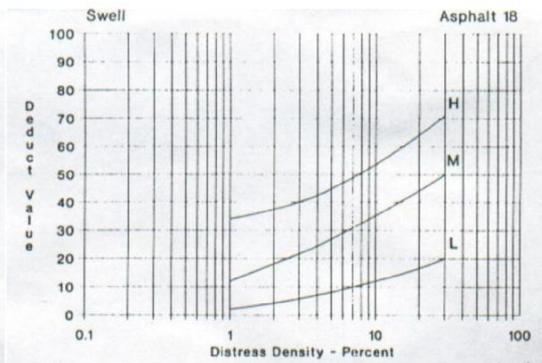
### Fisura parabólica



### Peladura y desprendimiento



### Hinchamiento



Fuente: Manual del PCI - Manizales, Febrero de 2002.

**ANEXO N° 2**

**Hoja de registro 1 y 3, cálculo del PCI para las unidades de muestra.**

### 1. Unidades de muestreo aleatorias o representativas – sección 1

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
3	Bajo	3.50			3.50	1.53%	0.00
6	Alto	1.13			1.13	0.49%	20.02
8	Medio	0.48			0.48	0.21%	0.00
3	Medio	5.00			5.00	2.18%	5.05
6	Alto	0.50			0.50	0.22%	12.50
1	Medio	13.14			13.14	5.73%	39.50

N°	Valor deducido					m = 6.56	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 48</b> <b>PCI = 52</b> <b>Clasificación = Regular</b>
1	39.50	20.02	12.50	5.05			77.07	4	44	
2	39.50	20.02	12.50	2.00			74.02	3	48	
3	39.50	20.02	2.00	2.00			63.52	2	46	
4	39.50	2.00	2.00	2.00			45.50	1	45	
5										
6										

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U2 Área: 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
6	Medio	2.00			2.00	0.87%	16.50
1	Medio	4.80			4.80	2.09%	29.00
2	Alto	3.85			3.85	1.68%	10.00

N°	Valor deducido			m = 7.52			Total	q	CDV	<b>Max CDV = 35</b> <b>PCI = 65</b> <b>Clasificación =</b> <b>Bueno</b>
1	29.00	16.50	10.00				55.50	3	34	
2	29.00	16.50	2.00				47.50	2	35	
3	29.00	2.00	2.00				33.00	1	33	
4										
5										
6										

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U3 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez			<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
8	Bajo	1.00			1.00	0.44%	0.00
3	Bajo	3.60			3.60	1.57%	0.00
1	Medio	9.87			9.87	3.30%	33.00

N°	Valor deducido	m = 6.15					Total	q	CDV
1	33.00						33.00	1	33
2									
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 33**  
**PCI = 67**  
**Clasificación = Bueno**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U4 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez			<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Bajo	0.07			0.07	0.03%	1.50
9	Bajo	0.05			0.05	0.02%	1.48

N°	Valor deducido		m = 10.05				Total	q	CDV	<b>Max CDV = 3</b> <b>PCI = 97</b> <b>Clasificación =</b> Excelente
1	1.50	1.48					2.98	2	0	
2	1.50	2.00					3.50	1	3	
3										
4										
5										
6										

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U5 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Medio	0.20			0.20	0.04	5.50

N°	Valor deducido						m = 9.68	Total	q	CDV
1	5.50						5.50	1	5	
2										
2										
4										
5										
6										

**Max CDV = 5**  
**PCI = 95**  
**Clasificación = Excelente**

## 2. Unidades de muestreo adicionales – sección 1

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U6 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
1	Medio	6.84			6.84	2.98%	31.50
6	Alto	2.15			2.15	0.94%	27.00
3	Bajo	4.80			4.80	2.09%	0.00

N°	Valor deducido					m = 7.29	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 44</b> <b>PCI = 56</b> <b>Clasificación =</b> <b>Bueno</b>
1	31.50	27.00				58.50	2	44		
2	31.50	2.00				33.50	1	33		
2										
4										
5										
6										

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U7 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez			<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
6	Alto	4.10			4.10	1.79%	34.00

N°	Valor deducido					m = 7.06	Total	q	CDV
1	34.00						34.00	1	34
2									
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 34**  
**PCI = 66**  
**Clasificación = Bueno**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U8 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
11	Alto	30.00			30.00	13.08%	10.00

<b>N°</b>	<b>Valor deducido</b>					<b>m = 9.27</b>	<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	10.00						10.00	1	10
2									
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 10**  
**PCI = 90**  
**Clasificación = Excelente**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U9 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez			<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
7	Medio	1.50			1.50	0.65%	10.00

N°	Valor deducido					m = 9.27	Total	q	CDV
1	10.00						10.00	1	10
2									
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 10**  
**PCI = 90**  
**Clasificación = Excelente**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U10 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
10	Medio	3.00			3.00	1.31%	9.00

N°	Valor deducido						m = 9.36	Total	q	CDV
1	9.00						9.00	1	9	
2										
2										
4										
5										
6										

**Max CDV = 9**  
**PCI = 91**  
**Clasificación = Excelente**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U11 Área: 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
7	Alto	4.50			4.50	1.96%	44.00

N°	Valor deducido					m = 6.14	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 44</b> <b>PCI = 56</b> <b>Clasificación =</b> <b>Bueno</b>
1	44.00					44.00	1	44		
2										
2										
4										
5										
6										

### 3. Unidades de muestreo aleatorias o representativas – sección 2

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U12 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Medio	0.64			0.64	0.28%	14.00
6	Alto	1.65			1.65	0.72%	25.00

N°	Valor deducido					m = 7.89	Total	q	CDV
1	25.00	14.00					39.00	2	29
2	25.00	2.00					27.00	1	27
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 29**  
**PCI = 71**  
**Clasificación = Muy bueno**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U13 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez			<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
8	Medio	1.00			1.00	0.44%	0.00
6	Medio	2.12			2.12	0.92%	18.00
7	Alto	2.00			2.00	0.87%	32.00
1	Alto	5.46			5.46	2.38%	41.00
6	Alto	3.36			3.36	1.46%	30.00
7	Alto	3.64			3.64	1.59%	40.00

<b>N°</b>	<b>Valor deducido</b>					<b>m = 6.42</b>	<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>	<b>Max CDV =</b> 82 <b>PCI =</b> 18 <b>Clasificación =</b> Muy Malo
1	41.00	40.00	32.00	30.00	18.00		161.00	5	82	
2	41.00	40.00	32.00	30.00	2.00		145.00	4	81	
3	41.00	40.00	32.00	2.00	2.00		117.00	3	72	
4	41.00	40.00	2.00	2.00	2.00		87.00	2	62	
5	41.00	2.00	2.00	2.00	2.00		49.00	1	49	
6										

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U14 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
7	Alto	13.14			13.14	5.73%	61.00
9	Alto	2.54			2.54	1.11%	52.00

N°	Valor deducido			m = 4.58	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 78</b> <b>PCI = 22</b> <b>Clasificación =</b> <b>Muy Malo</b>
1	61.00	52.00			113.00	2	78	
2	61.00	2.00			63.00	1	63	
2								
4								
5								
6								

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U15 Área: 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
1	Medio	4.50			4.50	1.96%	29.00
7	Alto	3.00			3.00	1.31%	38.00
12	Medio	50.00			50.00	21.80%	20.00

N°	Valor deducido				m = 6.69	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 55</b> <b>PCI = 45</b> <b>Clasificación = Regular</b>
1	38.00	29.00	20.00			87.00	3	55	
2	38.00	29.00	2.00			69.00	2	50	
2	38.00	2.00	2.00			42.00	1	42	
4									
5									
6									

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U16 Área: 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Alto	1.13			1.13	0.49%	39.00

N°	Valor deducido					m = 6.60	Total	q	CDV
1	39.00						39.00	1	39
2									
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 39**  
**PCI = 61**  
**Clasificación = Bueno**

#### 4. Unidades de muestreo adicionales – sección 2

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U17 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
6	Alto	2.40			2.40	1.05%	29.00
9	Medio	0.79			0.79	0.34%	17.00
8	Bajo	1.50			1.50	0.65%	0.00

N°	Valor deducido					m = 7.52	Total	q	CDV
1	29.00	17.00					46.00	2	34
2	29.00	2.00					31.00	1	31
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 34**  
**PCI = 66**  
**Clasificación =**  
 Bueno

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U18 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvinés Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Medio	0.33			0.33	0.14%	7.00
9	Medio	0.38			0.38	0.17%	9.00

N°	Valor deducido			m = 9.36	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 11</b> <b>PCI = 89</b> <b>Clasificación =</b> <b>Excelente</b>
1	9.00	7.00			16.00	2	11	
2	9.00	2.00			11.00	1	11	
2								
4								
5								
6								

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U19 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Bajo	0.20			0.20	0.09%	2.00

N°	Valor deducido					m = 10.00	Total	q	CDV
1	2.00						2.00	1	2
2									
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 2**  
**PCI = 98**  
**Clasificación = Excelente**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 2 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U20 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez			<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Alto	1.54			1.54	0.67%	21.00

N°	Valor deducido					m = 8.26	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 21</b> <b>PCI = 79</b> <b>Clasificación = Muy Bueno</b>
1	21.00					21.00	1	21		
2										
2										
4										
5										
6										

**5. Unidades de muestreo aleatorias o representativas – sección 3**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 3 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U21 Área: 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km					
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>			<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
7	Alto	3.20			3.20	1.39%	38.00
1	Medio	2.76			2.76	1.20%	22.00

<b>N°</b>	<b>Valor deducido</b>		<b>m = 6.69</b>				<b>Total</b>	<b>q</b>	<b>CDV</b>
1	38.00	22.00					60.00	2	44
2	38.00	2.00					40.00	1	40
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 44**  
**PCI = 56**  
**Clasificación = Bueno**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 3 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U22 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez			<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
9	Bajo	0.20			0.20	0.09%	2.00
13	Alto	4.50			4.50	1.96%	7.00
5	Medio	2.00			2.00	0.87%	6.00

N°	Valor deducido				m = 9.54	Total	q	CDV	<b>Max CDV = 10</b> <b>PCI = 90</b> <b>Clasificación =</b> <b>Excelente</b>
1	7.00	6.00	2.00			15.00	3	0	
2	7.00	6.00	2.00			15.00	2	10	
2	7.00	2.00				9.00	1	9	
4									
5									
6									

**6. Unidades de muestreo adicionales – sección 3**

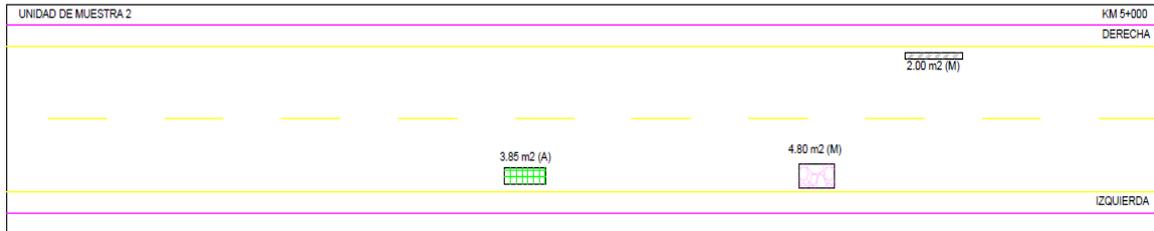
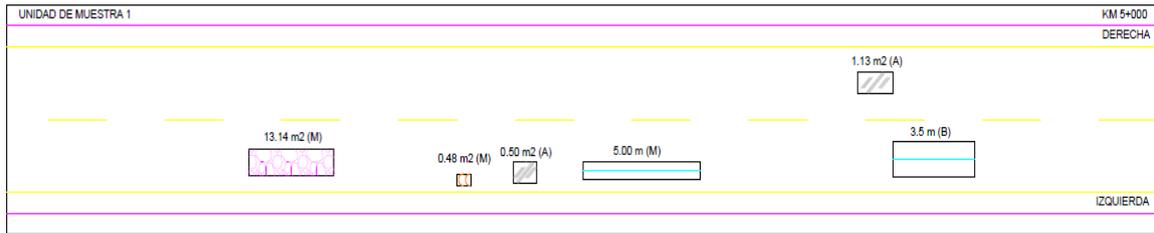
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial		<b>Sección:</b> 3 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U23 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez			<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km				
<b>Fallas o Daños</b>							
1. Fisuras piel de cocodrilo		7. Hundimiento					
2. Fisuras en bloque		8. Hinchamiento					
3. Fisura longitudinal		9. Baches					
4. Fisura transversal		10. Desintegración de borde					
5. Fisura de borde		11. Pérdida de agregado					
6. Ahuellamiento		12. Exudación de asfalto					
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales			Total	Densidad	Valor deducido
4	Bajo	1.00			1.00	0.44%	0.00

N°	Valor deducido	m = 10.18					Total	q	CDV
1	0.00					0.00	1	0	
2									
2									
4									
5									
6									

**Max CDV = 0**  
**PCI = 100**  
**Clasificación = Excelente**

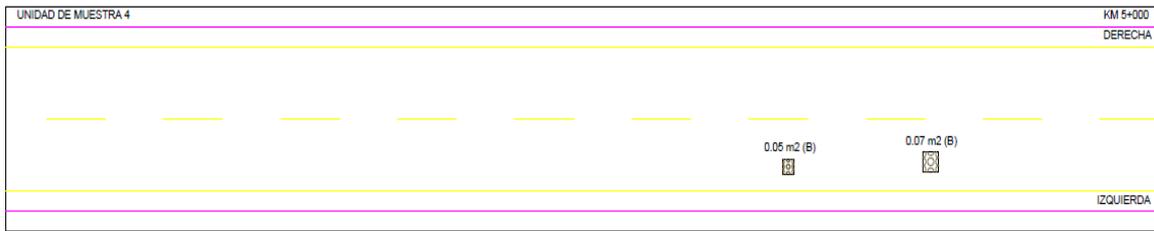
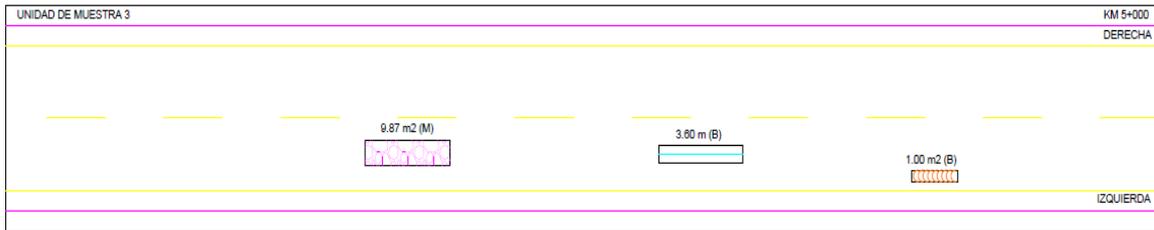
### **ANEXO 3**

**Hoja de registro N° 02, ubicación e identificación de fallas en campo**



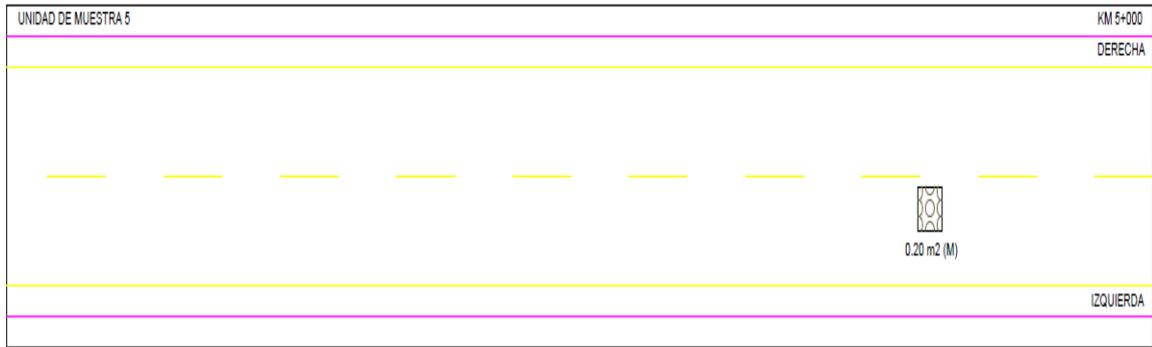
LEYENDA						NIVEL DE SEVERIDAD	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE					
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO		DESINTEGRACIÓN DE BORDE			
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO		PÉRDIDA DE AGREGADO			
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO		EXUDACIÓN DE ASFALTO			
		SEPARACIÓN DE LA BERMA					

UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
	UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	LÁMINA: <b>A-01</b>
TEMA:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE - CAJARIJO - BAGUA, KM 5+000 AL KM 6+000, AMAZONAS, 2018.	
PLANO:	RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	
ALUMNO:	JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ	
FECHA:	ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS	
ESCALA:	COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ	



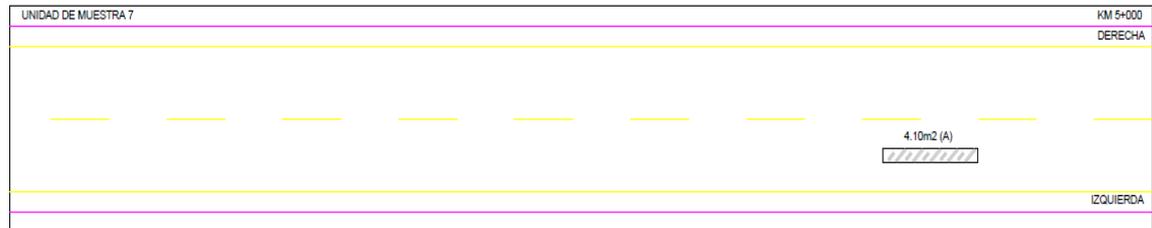
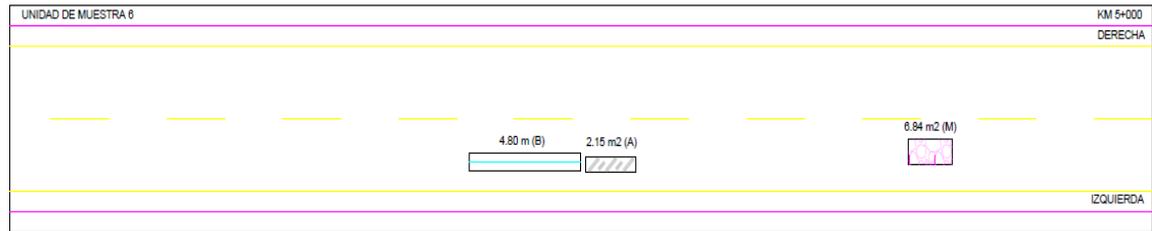
LEYENDA						NIVEL DE SEVERIDAD	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE					
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO		DESINTEGRACIÓN DE BORDE			
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO		PÉRDIDA DE AGREGADO			
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO		EXUDACIÓN DE ASFALTO			
		SEPARACIÓN DE LA BERMA					

UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
	UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	LÁMINA: <b>A-02</b>
TEMA:	EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE - CAJARIJO - BAGUA, KM 5+000 AL KM 6+000, AMAZONAS, 2018.	
PLANO:	RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	
ALUMNO:	JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ	
FECHA:	ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS	
ESCALA:	COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ	



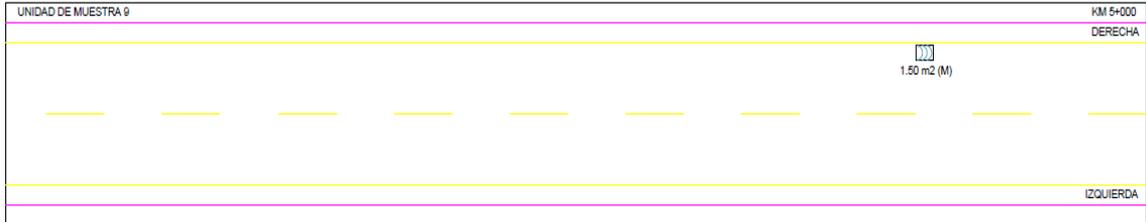
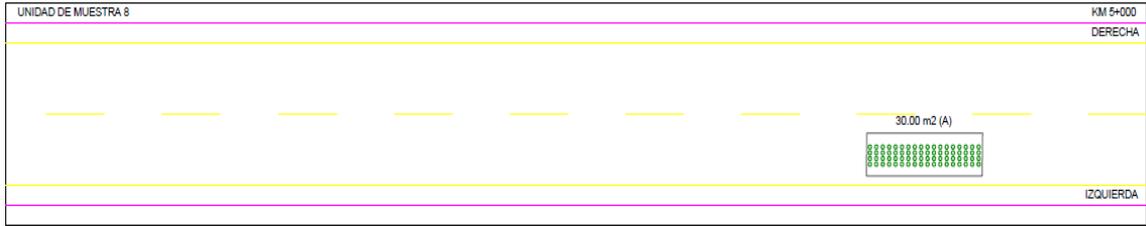
LEYENDA			
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE	
FISURAS EN BLOQUE		BACHE	
FISURAS LONGITUDINAL		DESINTEGRACIÓN DE BORDE	
FISURAS TRANSVERSAL		PÉRDIDA DE AGREGADO	
		EXUDACIÓN DE ASFALTO	
		SEPARACIÓN DE LA BERMA	
NIVEL DE SEVERIDAD			
- ALTO (A)			
- MEDIO (M)			
- BAJO (B)			

UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
	TEMA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE - CAJARURO - BAGUA, KM 5+000 AL KM 8+000, AMAZONAS, 2018.	LÁMINA
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-03
	ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINEZ PÉREZ	
FECHA:	ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS	
ESCALA:	COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ	

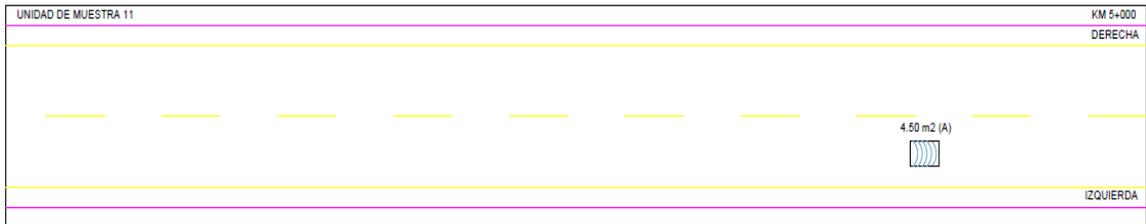
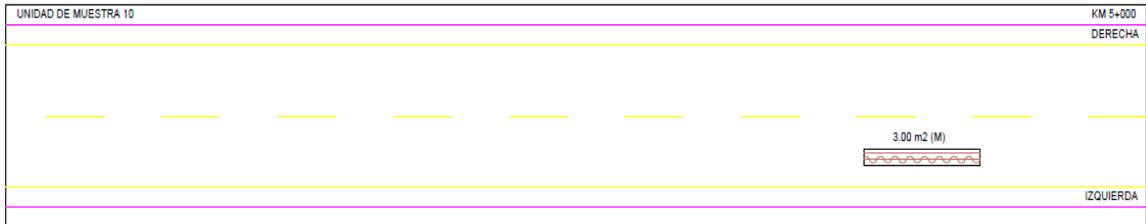


LEYENDA			
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE	
FISURAS EN BLOQUE		BACHE	
FISURAS LONGITUDINAL		DESINTEGRACIÓN DE BORDE	
FISURAS TRANSVERSAL		PÉRDIDA DE AGREGADO	
		EXUDACIÓN DE ASFALTO	
		SEPARACIÓN DE LA BERMA	
NIVEL DE SEVERIDAD			
- ALTO (A)			
- MEDIO (M)			
- BAJO (B)			

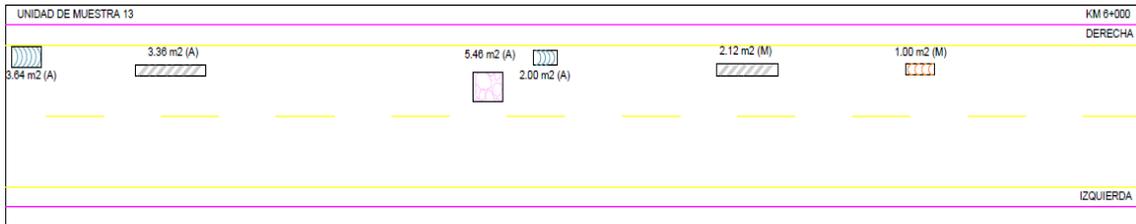
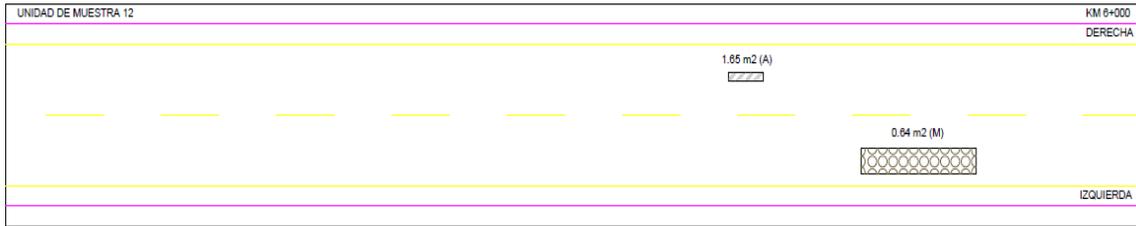
UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
	TEMA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE - CAJARURO - BAGUA, KM 5+000 AL KM 8+000, AMAZONAS, 2018.	LÁMINA
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-04
	ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINEZ PÉREZ	
FECHA:	ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS	
ESCALA:	COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ	



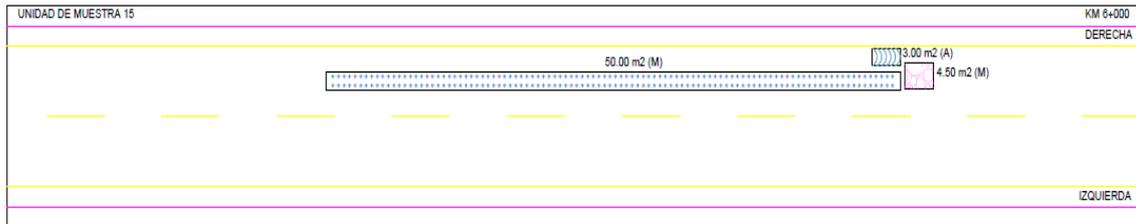
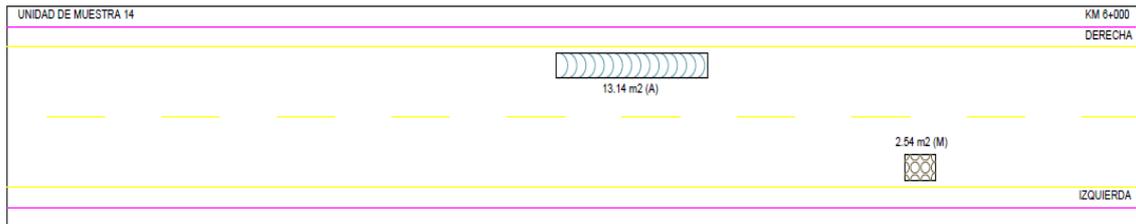
LEYENDA				NIVEL DE SEVERIDAD		 UNTRM PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESINA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS FECHA: ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS ESCALA: COASESOR: EDWIN DIAZ ORTIZ	LÁMINA:          <b>A-05</b>	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE		BACHE				- ALTO (A)
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO		DESINTEGRACIÓN DE BORDE				- MEDIO (M)
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO		PÉRDIDA DE AGREGADO				- BAJO (B)
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO		EXUDACIÓN DE ASFALTO				
		SEPARACIÓN DE LA BERMA						



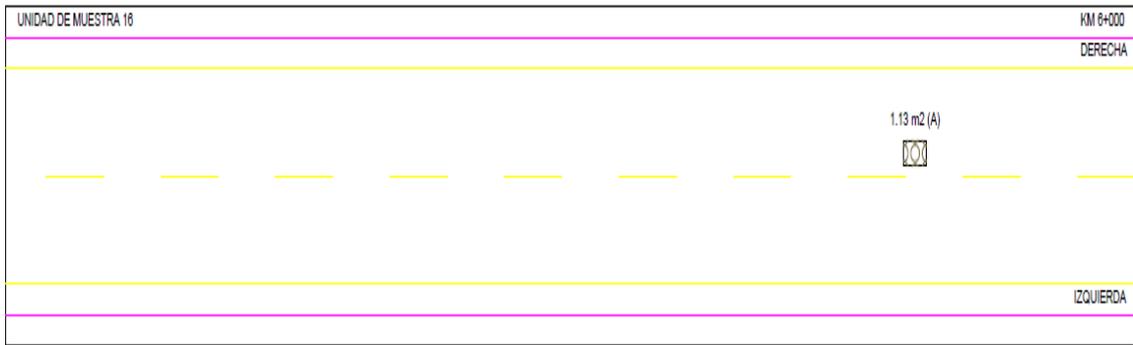
LEYENDA				NIVEL DE SEVERIDAD		 UNTRM PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESINA UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS FECHA: ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS ESCALA: COASESOR: EDWIN DIAZ ORTIZ	LÁMINA:          <b>A-06</b>	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE		BACHE				- ALTO (A)
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO		DESINTEGRACIÓN DE BORDE				- MEDIO (M)
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO		PÉRDIDA DE AGREGADO				- BAJO (B)
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO		EXUDACIÓN DE ASFALTO				
		SEPARACIÓN DE LA BERMA						



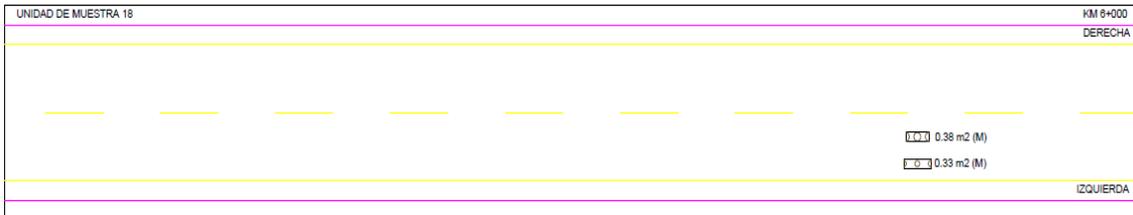
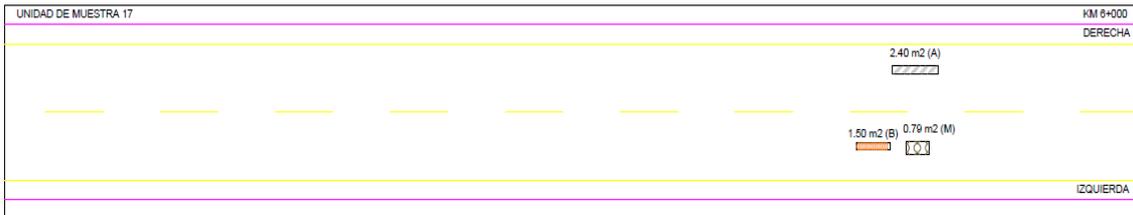
LEYENDA				NIVEL DE SEVERIDAD		 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS FECHA: ESCALA:	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE			- ALTO (A)		TEMA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE - CAJALURO - BAGUA, KM 5+000 AL KM 8+000, AMAZONAS, 2018.	LÍMITE:
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO			- MEDIO (M)		PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-07
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO			- BAJO (B)		ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINEZ PÉREZ	
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO				ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS		
SEPARACIÓN DE LA BERMA						COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ		



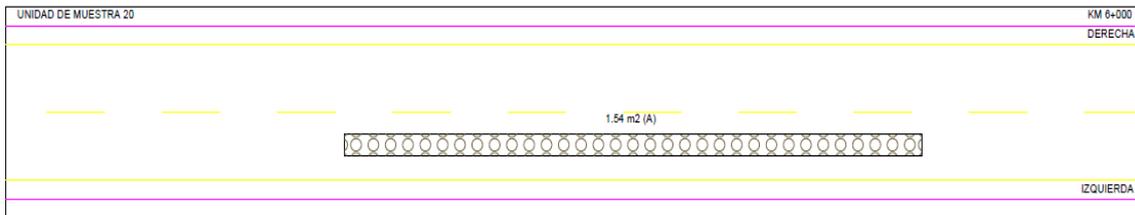
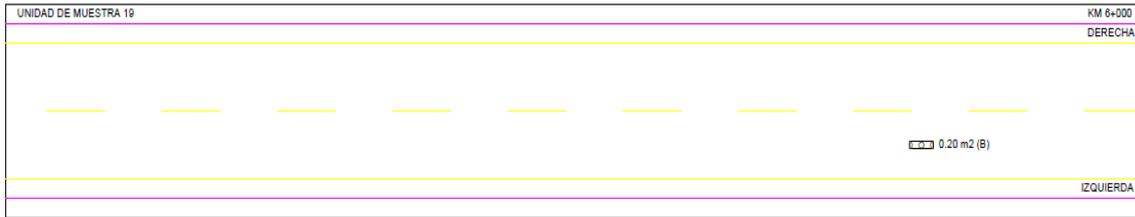
LEYENDA				NIVEL DE SEVERIDAD		 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS FECHA: ESCALA:	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE			- ALTO (A)		TEMA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAGUA GRANDE - CAJALURO - BAGUA, KM 5+000 AL KM 8+000, AMAZONAS, 2018.	LÍMITE:
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO			- MEDIO (M)		PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-08
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO			- BAJO (B)		ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINEZ PÉREZ	
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO				ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS		
SEPARACIÓN DE LA BERMA						COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ		



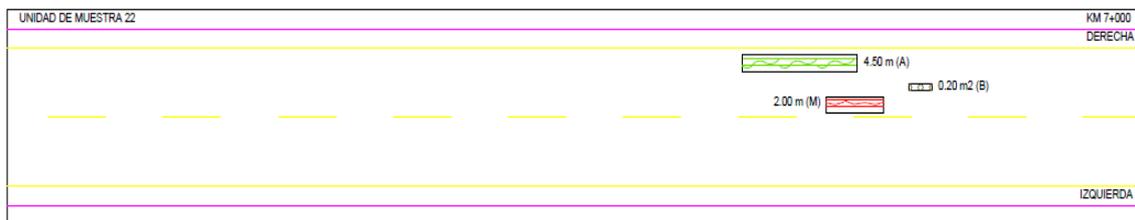
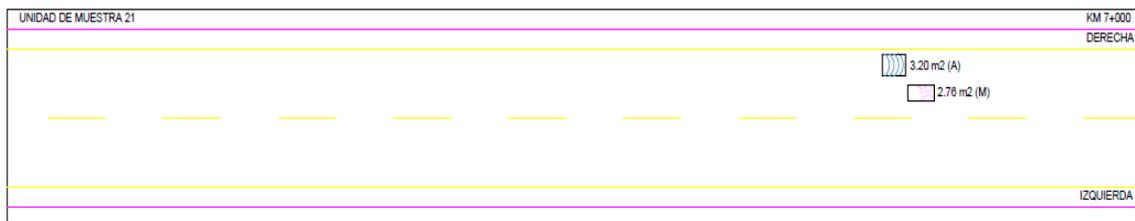
LEYENDA				NIVEL DE SEVERIDAD	UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE				- ALTO (A)	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO		- MEDIO (M)	PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-09	
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO		- BAJO (B)	ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINEZ PÉREZ		
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO		- BAJO (B)	FECHA: ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS		
		SEPARACIÓN DE LA BERMA			ESCALA: COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ		



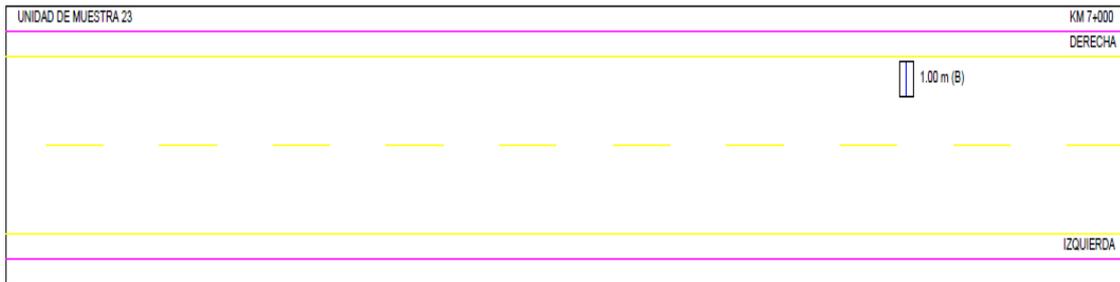
LEYENDA				NIVEL DE SEVERIDAD	UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE				- ALTO (A)	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRIGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO		- MEDIO (M)	PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-10	
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO		- BAJO (B)	ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINEZ PÉREZ		
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO		- BAJO (B)	FECHA: ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS		
		SEPARACIÓN DE LA BERMA			ESCALA: COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ		



LEYENDA				NIVEL DE SEVERIDAD	UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE				- ALTO (A)	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO		- MEDIO (M)	PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-11	
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO		- BAJO (B)	ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ		
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO			FECHA:		
		SEPARACIÓN DE LA BERMA				ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS	
						ESCALA:	
						COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ	



LEYENDA				NIVEL DE SEVERIDAD	UNTRM	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
FISURAS PIEL DE COCODRILO		FISURAS DE BORDE				- ALTO (A)	 UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO		- MEDIO (M)	PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-12	
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO		- BAJO (B)	ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ		
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO			FECHA:		
		SEPARACIÓN DE LA BERMA				ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS	
						ESCALA:	
						COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ	



LEYENDA			
FISURAS PIEL DE COCODRILLO		FISURAS DE BORDE	
FISURAS EN BLOQUE		AHUELLAMIENTO	
FISURAS LONGITUDINAL		HUNDIMIENTO	
FISURAS TRANSVERSAL		HINCHAMIENTO	
		SEPARACIÓN DE LA BERMA	
		BACHE	
		DESINTEGRACIÓN DE BORDE	
		PÉRDIDA DE AGREGADO	
		EXUDACIÓN DE ASFALTO	

NIVEL DE SEVERIDAD

- ALTO (A)

- MEDIO (M)

- BAJO (B)

	PROGRAMA DE TITULACIÓN PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - 2018 PROYECTO DE TESIS	
UNIVERSIDAD NACIONAL TORIBIO RODRÍGUEZ DE MENDOZA DE AMAZONAS	TEMA: EVALUACIÓN DE LA CONDICIÓN SUPERFICIAL DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA CARRETERA BAOJA GRANDE - CAJARURO - BAOJA, KM 5+000 AL KM 8+000, AMAZONAS, 2018.	LÁMINA
	PLANO: RELEVANTAMIENTO DE FALLAS EN PAVIMENTO FLEXIBLE	A-13
	ALUMNO: JUAN CARLOS ALVINES PÉREZ	
FECHA:	ASESOR: MANUEL EDUARDO AGUILAR ROJAS	
ESCALA:	COASESOR: EDWIN DÍAZ ORTIZ	

#### **ANEXO 4**

**Hoja de registro N° 04 – Descripción y cálculo de las fallas en gabinete**

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 045.21 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
3	Bajo	3.50		3.50	1.53%	0.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecho		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 047.07 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
6	Alto	1.13		1.13	0.49%	20.02

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 055.98 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
3	Medio	5.00		5.00	2.18%	5.05
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 059.46 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
6	Alto	0.50		0.50	0.22%	12.50

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 061.82 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
8	Medio	0.48		0.48	0.21%	0.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U1 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 067.9 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
1	Medio	13.14		13.14	5.73%	39.50

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U2 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 267.8 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
6	Medio	2.00		2.00	0.87%	16.50
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U2 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 271.74 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
1	Medio	4.80		4.80	2.09%	29.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U2 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 281.14 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
2	Alto	3.85		3.85	1.68%	10.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U3 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 500.08 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
8	Bajo	1.00		1.00	0.44%	0.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U3 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 518.91 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
1	Medio	9.87		9.87	3.30%	33.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U3 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 508.14 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
3	Bajo	3.60		3.60	1.57%	0.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U4 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 677 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Bajo	0.07		0.07	0.03%	1.50
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U4 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 682.83 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Bajo	0.05		0.05	0.02%	1.48

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U6 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 009.79 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
1	Medio	6.84		6.84	2.98%	31.50
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U5 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 913.74 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Medio	0.20		0.20	0.04%	5.50

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U6 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 021.95 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
6	Alto	2.15		2.15	0.94%	27.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U6 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 023.45 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
3	Bajo	4.80		4.80	2.09%	0.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U7 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 597.34 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
6	Alto	4.10		4.10	1.79%	34.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U8 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 738.27 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
11	Alto	30.00		30.00	13.08%	10.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U9 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 760.33 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
7	Medio	1.50		1.50	0.65%	10.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U10 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 861.35 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
10	Medio	3.00		3.00	1.31%	9.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U11 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 5 + 949.52 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
7	Alto	4.50		4.50	1.96%	44.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U12 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 141.17 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Medio	0.64		0.64	0.28%	14.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U12 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 147.25 km					
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>					
1. Fisuras piel de cocodrilo							
2. Fisuras en bloque							
3. Fisura longitudinal							
4. Fisura transversal							
5. Fisura de borde							
6. Ahuellamiento							
7. Hundimiento							
8. Hinchamiento							
9. Baches							
10. Desintegración de borde							
11. Pérdida de agregado							
12. Exudación de asfalto							
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>	
6	Alto	1.65		1.65	0.72%	25.00	
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U13 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 272.67 km					
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>					
1. Fisuras piel de cocodrilo							
2. Fisuras en bloque							
3. Fisura longitudinal							
4. Fisura transversal							
5. Fisura de borde							
6. Ahuellamiento							
7. Hundimiento							
8. Hinchamiento							
9. Baches							
10. Desintegración de borde							
11. Pérdida de agregado							
12. Exudación de asfalto							
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>	
8	Medio	1.00		1.00	0.44%	0.00	

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U13 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 278.06 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
6	Medio	2.12		2.12	0.92%	18.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U13 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 285.13 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
7	Alta	2.00		2.00	0.87%	32.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U13 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 287.05 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
1	Alto	5.46		5.46	2.38%	41.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U13 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 298.16 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
6	Alto	3.36		3.36	1.46%	30.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U13 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 303.26 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
7	Alto	3.64		3.64	1.59%	40.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U14 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 433.52 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
7	Alto	13.14		13.14	5.73%	61.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U14 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 423.44 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
9	Alto	2.54		2.54	1.11%	52
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U15 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 663.65 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
1	Medio	4.50		4.50	1.96%	29.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U15 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 665.55 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
7	Alto	3.00		3.00	1.31%	38.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U15 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 666.05 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
12	Medio	50.00		50.00	21.80%	20.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U16 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 819.97 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
9	Alto	1.13		1.13	0.49%	39.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U17 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 021.22 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
6	Alto	2.40		2.40	1.05%	29.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U17 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 021.22 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Medio	0.79		0.79	0.34%	17.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U17 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 022.42 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
8	Baja	1.50		1.50	0.65%	0.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U18 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 067.75 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Medio	0.33		0.33	0.14%	7.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U18 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 069.55 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
9	Medio	0.38		0.38	0.17%	9.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U19 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 170.78 km					
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>					
1. Fisuras piel de cocodrilo							
2. Fisuras en bloque							
3. Fisura longitudinal							
4. Fisura transversal							
5. Fisura de borde							
6. Ahuellamiento							
7. Hundimiento							
8. Hinchamiento							
9. Baches							
10. Desintegración de borde							
11. Pérdida de agregado							
12. Exudación de asfalto							
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>	
9	Bajo	0.20		0.20	0.09%	2.00	
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U20 <b>Área:</b> 229.41			
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 6 + 378.93 km					
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>					
1. Fisuras piel de cocodrilo							
2. Fisuras en bloque							
3. Fisura longitudinal							
4. Fisura transversal							
5. Fisura de borde							
6. Ahuellamiento							
7. Hundimiento							
8. Hinchamiento							
9. Baches							
10. Desintegración de borde							
11. Pérdida de agregado							
12. Exudación de asfalto							
13. Separación de la berma							
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>	
9	Alto	1.54		1.54	0.67%	21.00	

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U21 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 7 + 092.77 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
7	Alto	3.20		3.20	1.39%	38.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U21 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 7 + 094.47 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido
1	Medio	2.76		2.76	1.20%	22.00

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U22 <b>Área:</b> 229.41				
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 7 + 657.33 km					
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>					
1. Fisuras piel de cocodrilo							
2. Fisuras en bloque							
3. Fisura longitudinal							
4. Fisura transversal							
5. Fisura de borde							
6. Ahuellamiento							
7. Hundimiento							
8. Hinchamiento							
9. Baches							
10. Desintegración de borde							
11. Pérdida de agregado							
12. Exudación de asfalto							
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido	
9	Bajo	0.20		0.20	0.09%	2.00	
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018	<b>Unidad de muestra:</b> U22 <b>Área:</b> 229.41				
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 7 + 665.43 km					
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>					
1. Fisuras piel de cocodrilo							
2. Fisuras en bloque							
3. Fisura longitudinal							
4. Fisura transversal							
5. Fisura de borde							
6. Ahuellamiento							
7. Hundimiento							
8. Hinchamiento							
9. Baches							
10. Desintegración de borde							
11. Pérdida de agregado							
12. Exudación de asfalto							
13. Separación de la berma							
Falla	Severidad	Cantidades Parciales		Total	Densidad	Valor deducido	
13	Alto	4.50		4.50	1.96%	7.00	

<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U22 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Izquierdo		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 7 + 665.43 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
5	Medio	2.00		2.00	0.87%	6.00
<b>Nombre de la vía:</b> Carretera Bagua Grande - Cajaruro - Bagua - Cruce IV Eje Vial <b>Ejecutor:</b> Juan Carlos Alvines Pérez		<b>Sección:</b> 1 <b>Fecha:</b> 2018		<b>Unidad de muestra:</b> U23 <b>Área:</b> 229.41		
<b>Dirección del tránsito:</b> Margen Derecha		<b>Longitud del Tramo:</b> 3.00 km <b>Ubicación de la falla:</b> 7 + 749.12 km				
<b>Fallas o Daños</b>		<b>Esquema o imagen</b>				
1. Fisuras piel de cocodrilo						
2. Fisuras en bloque						
3. Fisura longitudinal						
4. Fisura transversal						
5. Fisura de borde						
6. Ahuellamiento						
7. Hundimiento						
8. Hinchamiento						
9. Baches						
10. Desintegración de borde						
11. Pérdida de agregado						
12. Exudación de asfalto						
13. Separación de la berma						
<b>Falla</b>	<b>Severidad</b>	<b>Cantidades Parciales</b>		<b>Total</b>	<b>Densidad</b>	<b>Valor deducido</b>
4	Bajo	1.00		1.00	0.44%	0..00