



**UNIVERSIDAD CÉSAR VALLEJO**

**FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

**Evaluación de la estructura del pavimento flexible con el método  
del PCI de la Av. Casma, localidad Yaután, Casma 2021**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:  
INGENIERO CIVIL**

**AUTORES:**

Chávez Valerio, Ray Erickson ([ORCID: 0000-0001-5804-6472](https://orcid.org/0000-0001-5804-6472))

Hurtado Chauca, Abraham Rigoberto ([ORCID: 0000-0003-1933-9621](https://orcid.org/0000-0003-1933-9621))

**ASESOR:**

Mg. Ing. Ramírez Rondan, Raúl Neil ([ORCID: 0000-0002-5788-472X](https://orcid.org/0000-0002-5788-472X))

**LÍNEA DE INVESTIGACIÓN:**

Diseño de Infraestructura Vial

HUARAZ - PERÚ

2021

## **Dedicatoria**

A Dios, mi padre y a toda la persona que me apoyaron, a mi asesor por sus oportunos consejos en la elaboración de esta tesis, con mucho respeto y agradecimiento.

Chávez Valerio, Ray Erickson

A mis padres a mi pequeño Alejandro y mi familia maravillosa; por todas sus palabras paciencia y confianza, por su gran amor por darme la vida, por su amor incondicional, por su comida que alimenta el alma, este logro también es tuyo y brindarme el tiempo necesario para realizarme profesionalmente para obtener el logro de mis objetivos, a ellos les dedico este gran logro es tan mío como de ustedes.

Hurtado Chauca, Abraham Rigoberto

## **Agradecimiento**

A nuestra Universidad César Vallejo, por su notable tarea como institución. A nuestros docentes de las diferentes materias de la especialidad, por su apoyo constante en el progreso de persona hacia concluir con mis objetivos de ser un experto integro. A nuestros familiares por su apoyo, paciencia y colaboración.

Los Autores.

## Índice de contenidos

Caratula.....	i
Dedicatoria .....	ii
Agradecimiento .....	iii
Índice de contenidos .....	iv
Índice de tablas .....	v
Índice de gráficos y figuras.....	vi
Resumen.....	viii
Abstract .....	ix
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. MARCO TEORICO .....	7
III. METODOLOGIA.....	26
3.1. Tipo y diseño de investigación .....	26
3.2. Variables y operacionalización.....	26
3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis .....	28
3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos .....	28
3.5. Procedimientos .....	29
3.6. Método de análisis de datos.....	29
3.7. Aspectos éticos .....	29
IV. RESULTADOS .....	31
V. DISCUSIÓN.....	50
VI. CONCLUSIONES.....	57
VII. RECOMENDACIONES .....	58
REFERENCIAS.....	59
ANEXOS .....	67

## Índice de tablas

<b>Tabla 1:</b> <i>Degradación</i> .....	18
<b>Tabla 2:</b> <i>Niveles de Gravedad de los daños tipo A</i> .....	18
<b>Tabla 3:</b> <i>Tipo de gravedad tipo B</i> .....	19
<b>Tabla 4:</b> <i>Matriz de operacionalización de variables</i> .....	27
<b>Tabla 5:</b> <i>Tipos de fallas para los pavimentos flexibles</i> .....	31
<b>Tabla 6:</b> <i>Consolidado por participación por tipo de fallas</i> .....	33
<b>Tabla 7:</b> <i>Calculo del Maximo Valor Deducido (Mx. Valor Q)</i> .....	34
<b>Tabla 8:</b> <i>Porcentajes que participan en la muestra N° 01</i> .....	35
<b>Tabla 09:</b> <i>Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M2</i> .....	36
<b>Tabla 10:</b> <i>Porcentajes que participan en la muestra N° 02</i> .....	37
<b>Tabla 11:</b> <i>Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M3</i> .....	38
<b>Tabla 12:</b> <i>Porcentajes que participan en la muestra N° 03</i> .....	39
<b>Tabla 13:</b> <i>Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M4</i> .....	40
<b>Tabla 14:</b> <i>Porcentajes que participan en la muestra N° 04</i> .....	41
<b>Tabla 15:</b> <i>Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M5</i> .....	42
<b>Tabla 16:</b> <i>Porcentajes que participan en la muestra N° 05</i> .....	43
<b>Tabla 17:</b> <i>Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M6</i> .....	44
<b>Tabla 18:</b> <i>Porcentajes que participan en la muestra N° 06</i> .....	45
<b>Tabla 19:</b> <i>Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M7</i> .....	46
<b>Tabla 20:</b> <i>Porcentajes que participan en la muestra N° 07</i> .....	47
<b>Tabla 21:</b> <i>Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M8</i> .....	48
<b>Tabla 22:</b> <i>Porcentajes que participan en la muestra N° 08</i> .....	49
<b>Tabla 23:</b> <i>Alternativas de solución para el tipo de patologías según su severidad</i> .....	60

## Índice de gráficos y figuras

<i>Figura 1:</i> Imagen de pavimento .....	13
<i>Figura 2:</i> Evolución del deterioro de una estructura de pavimento .....	16
<i>Figura 3:</i> Fallas de pavimentos.....	16
<i>Figura 4:</i> Nivel de severidad Bajo, Grietas finas capilares y longitudinales .....	17
<i>Figura 5:</i> Fallas de pavimentos comunes .....	17
<i>Figura 6:</i> Parchado Superficial.....	22
<i>Figura 7:</i> Parchado Asfáltico.....	23
<i>Figura 8:</i> Recapado Asfáltico 1.....	23
<i>Figura 9:</i> Recapado Asfáltico 2.....	24
<i>Figura 10:</i> Nivelación de berma con capa asfáltica .....	25
<i>Figura 11:</i> Consolidado por porcentaje participación por tipo de fallas.....	32
<i>Figura 12:</i> Consolidado por porcentaje participación por tipo de fallas.....	33
<i>Figura 13:</i> Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra 01.....	35
<i>Figura 14:</i> Tipos de Patologías que se evidencia en la muestra N° 01.....	36
<i>Figura 15:</i> Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 02.....	37
<i>Figura 16:</i> Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 02 .....	38
<i>Figura 17:</i> Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 03.....	39
<i>Figura 18:</i> Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 03 .....	40
<i>Figura 19:</i> Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 04.....	41
<i>Figura 20:</i> Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 04 .....	42
<i>Figura 21:</i> Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 05.....	43
<i>Figura 22:</i> Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 05 .....	44
<i>Figura 23:</i> Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 06.....	45
<i>Figura 24:</i> Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 06 .....	46

<i>Figura 25:</i> Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 07.....	47
<i>Figura 26:</i> Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 07 .....	48
<i>Figura 27:</i> Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 08.....	49
<i>Figura 28:</i> Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 08 .....	50
<i>Figura 29:</i> Consolidado de muestras PCI % de 8 muestras .....	50

## Resumen

En el presente informe de investigación denominado “Evaluación de la estructura del pavimento flexible con el método del PCI de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021, tuvo como objetivo evaluar el pavimento flexible aplicando el método (PCI), en la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021. La investigación fue de tipo cuantitativo, aplicada, de diseño no experimental; se trabajó con una muestra de 0.655 km de longitud. El instrumento de recolección de datos fue Pavement Condition Index (PCI). Se encontró un promedio PCI de 21.75 con la evaluación de 8 muestras siendo clasificado con falla promedio “MUY MALO”. Que las condiciones de la vía en las 8 muestras fueron: el PCI consolidado promedio es de 21.75 con PCI entre 25 – 10, cuya condición fue MUY MALO, esto significa que el pavimento flexible requiriere de una CONSTRUCCIÓN inmediata. Que la condición encontrada en la muestra N° 01 fue MALO con PCI 37.0, muestra N° 02 MUY MALO con PCI 22.0, muestra N° 03 MUY MALO, con PCI 15.0, muestra N° 04 FALLADO con PCI 9.0, muestra N° 05 FALLADO con PCI 8.0, muestra N° 06 MALO con PCI 32.0, muestra N° 07 MUY MALO con PCI 22.0, y la muestra N° 08 MALO, con PCI 29.0. Que se alcanzó una alternativa de solución para la intervención de la avenida estudiada, la cual va a permitir mejorar las condiciones de la vía.

**Palabras clave:** Índice, Pavimento flexible, Patología.

## Abstract

In this research report called "Evaluation of the structure of the flexible pavement with the PCI method of Av. Casma in the town of Yaután, Casma, 2021, it aimed to evaluate the flexible pavement applying the method (PCI), in Av. Casma in the town of Yaután, Casma, 2021. The research was quantitative, applied, with a non-experimental design; we worked with a sample of 0.655 km in length. The data collection instrument was the Pavement Condition Index (PCI). An average PCI of 21.75 was found with the evaluation of 8 samples being classified as "VERY BAD" average failure. That the conditions of the road in the 8 samples were: the average consolidated PCI is 21.75 with PCI between 25 – 10, whose condition was VERY BAD, this means that the flexible pavement requires immediate CONSTRUCTION. That the condition found in sample N° 01 was BAD with PCI 37.0, sample N° 02 VERY BAD with PCI 22.0, sample N° 03 VERY BAD, with PCI 15.0, sample N° 04 FAILED with PCI 9.0, sample N° 05 FAILED with PCI 8.0, shows #06 BAD with PCI 32.0, shows #07 VERY BAD with PCI 22.0, and shows #08 BAD with PCI 29.0. That an alternative solution was reached for the intervention of the studied avenue, which will allow improving the conditions of the road.

**Keywords:** Index, flexible pavement, Pathology.

## **I. INTRODUCCIÓN**

Desde que el hombre apareció en la tierra, siempre ha experimentado la necesidad de establecer comunicación con sus similares, Es por ello que, se considera en la actualidad, que los medios de comunicaciones son instrumentos de vital importancia para la convivencia humana, y a que en toda su historia este medio le ha permitido conectarse y comunicarse con personas que habitaban en diversas comunidades del planeta, la comunicación como medio de transporte es uno de los instrumentos de suma importancia a nivel global, no tal es así que en la actualidad, el progreso de la humanidad se refleja específicamente en el avance y progreso en la infraestructura de sus comunicaciones, es por ello que todos los países a nivel mundial han instalado sistemas de transporte con la finalidad de que puedan trasladarse de un punto a otro, para que puedan comunicarse y contribuir de esta manera en el bienestar y seguridad de cada uno de sus habitantes.

Cualquier comunidad en el mundo, si es que desea desarrollarse y progresar, debe disponer de una infraestructura de transporte bastante adecuada, ya que esto le va a permitir transportar todos los recursos que se requieren para construir una mejor sociedad, en ese sentido también es necesario, que esta infraestructura debe tener un plan de mantenimiento de tipo preventivo y correctivo para poder asegurar un tráfico de calidad y sostenido en el tiempo; preservar las vías de comunicación terrestre es de suma importancia para el transporte seguro de las personas quienes requieren el desplazamiento cotidiano y a un precio accesible, va a permitir que cualquier tipo de trabajador de la comunidad pueda realizar las tareas fundamentales que la sociedad le ha encomendado. Se puede evidenciar que a nivel internacional los sistemas de transporte de carretera, sobre todo en los países desarrollados, se encuentran en buen estado de funcionamiento, aunque es imposible evitar cualquier tipo de problema que se pueda presentar, tomando en cuenta esto es necesario y prioritario que la comunidad o un país disponga de un sistema de carreteras o vías de transporte que contribuyan y garanticen un tránsito adecuado, fiable y que permita una fluidez muy dinámica.

Por lo tanto, en concordancia con el Manual de Carreteras de Perú (2013: p.23) se conceptúa al pavimento como que es una estructura multicapa, esto significa que consta de muchas capas, esta es construida encima de la subrasante de la vía y tiene como función soportar y distribuir la fuerzas o pesos de las unidades vehiculares, así como perfeccionar los escenarios de seguridad y bienestar para el tránsito.” En este mismo acuerdo se señala que “el pavimento generalmente está conformados por las sucesivas capas: base, subbase y capa de rodadura. También se indican y conceptúan a las capas como:

La capa de rodadura: Hace referencia a la capa que se encuentra en la parte superior del pavimento, la capa de rodadura puede tener una característica bituminosa, es decir flexible, o también puede presentar una característica dura o rígida, en este caso la capa de rodadura es construida utilizando cemento Portland, así como también adoquines; la función de la capa de rodadura está en contacto directo con las llantas de los vehículos y se encarga de distribuir las cargas de forma proporcional a los demás elementos del pavimento.

La base: Se considera como base a la capa inferior de la capa de rodadura, su función consiste en sostener, soportar y transmitir las cargas a los demás elementos del pavimento. En su proceso constructivo se utiliza agregados granulares con CBR mayor al 80%, también puede ser construido utilizando asfalto, cemento o cal.

La subbase: Es un elemento del pavimento que se encuentra debajo de la base, es construido con un material con dimensiones correspondientes a un determinado diseño, transmiten las cargas provenientes de la capa de rodadura y de la base, suele usarse como capa de drenaje, así como también como controlador de la capilaridad del líquido elemento. En función al diseño y dimensiones del pavimento, esta capa en ciertos casos, es opcional, es decir, un pavimento puede no tener esta capa, y si se construye, se utiliza material granular con CBR mayor al 40% y se trata con cemento, cal o asfalto.

según Montejo (2012), Generalmente los pavimentos son clasificados en función a su estructura, estos pueden ser flexibles o rígidos. Se le conoce como pavimento rígido

en función a las características y atributos de la carpeta de concreto, la cual soporta y atenúa considerablemente las cargas vehiculares, comparativamente en relación al costo con el pavimento flexible, representan mayor gasto de construcción, no obstante, implica la realización de mantenimientos con gastos muy reducidos Montejo (2012). Por su parte, el pavimento flexible, es definido como una capa o carpeta de rodadura estructurado de asfalto, esta estructura se encuentra apoyado principalmente entre dos capas no rígidas conocidas como base y subbase.” Montejo (2012)

Leguía y Pacheco (2016: p.23), sostienen que es más barato construir pavimento flexible en la fase inicial, esta construcción tiene un período de vida entre 10 a 15 años, presenta los inconvenientes de que requieren mantenimientos muy frecuente y relativamente costosos para que cumpla con su vida útil. En función al diseño, los pavimentos de tipo flexible son estructurados por un conjunto secuencial de capas, En ese sentido las distintas capas estructura a los pavimentos de este tipo y permite que dispongan de características funcionales para operar como una sola estructura conformada por capa de rodadura, base y subbase.

El proceso de evaluar a los pavimentos implica el desarrollo de un determinado estudio, en donde se diagnostica y analiza el estado situacional en que se encuentra dicha estructura conjuntamente con las partes superficial del pavimento, esto se realiza con la finalidad de poder adoptar e implementar planes de conservación y mantenimiento de forma adecuada y planificada, con esta planificación se va a lograr la prolongación de la vida útil del pavimento, ello implica la elección y la realización de una evaluación reflexiva y objetiva, así como que esté en concordancia con el contexto en donde se encuentra (Leguía y Pacheco, 2016: p.35).

De acuerdo con Riveros y Gaitan (2019: p.16), la metodología PCI proviene de Estados Unidos; sirve para identificar el estado situacional actual, así como el nivel de deterioro de las vías terrestres de la manera cualitativa. El PCI es una razón numérica, la cual es computada con el objetivo de conocer el valor de la presencia cuantitativa de patologías o irregularidad presentes en la superficie del pavimento, así como la condición funcional u operática de dicho pavimento Leguía y Pacheco (2016: p.42).

Asi mismo, para Tacza y Rodríguez (2018: P.36) el método Pavement Condition Index (PCI) considera 19 clases de fallas más comunes en el deterioro progresivo del pavimento flexible, las cuales, son agrupadas en 4 categorías, a saber: Fisuras y grietas: Piel de Cocodrilo; Agrietamiento en bloque; Grieta de Borde; Grieta de Reflexión de Junta; Grietas Longitudinales y transversales; Cruce de vía férrea y Grietas parabólicas. Deformaciones superficiales: Abultamientos y Hundimientos; Corrugación; Depresión; Ahuellamiento; Desplazamiento e Hinchamiento. Desprendimientos: Huecos y Desprendimiento de Agregados y Otras fallas: Exudación; Pulimento de Agregados; Desnivel Carril / Berma y Parcheo y acometidas.

En concordancia con lo indicado anteriormente, el estado situacional de las vías es un elemento esencial en el desarrollo e incremento de los indicadores económicos un determinado país. En ese sentido se requiere que cualquier país que busque desarrollarse, debe construir un sistema de vías o carreteras adecuadas y que siempre se encuentren en estado adecuado si es que se desea lograr un desarrollo económico sostenible, y con ello se logre perfeccionar la calidad de vida de la ciudadanía, en ese sentido, se debe llevar a cabo mantenimientos y controles frecuentes de las carreteras, sean flexibles o rígidos, ello va a contribuir en prolongar o alargar la vida útil de dichas vías. En ese sentido, la metodología más utilizada y aplicada en el país consiste en analizar las carreteras con el método Índice de Condición del Pavimento (PCI) Leguía y Pacheco (2016: p.16).

El presente estudio de investigación denominado Evaluación de la estructura del pavimento flexible con el método Pavement Condition Index (PCI), de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021, Uno de los problemas que se presentan en la localidad de Yaután, es el pésimo estado de los pavimentos urbanos, es frecuente encontrar en ellos, depresiones, fisuras y baches que dificultan el tránsito normal de los vehículos que circulan por la localidad.

Se pudo observar que existen muchos trechos presentan patologías en el pavimento, estos tienden a incrementarse en función al tiempo, del total de 655 metros que presenta dicha avenida, damnifica el flujo normal del tránsito vehicular que transitan

por la localidad formando el desperfecto de los vehículos motorizados y el riesgo de las personas que viajan y de los peatones.

Luego de haber mencionado la realidad problemática se formuló la siguiente pregunta general ¿Cuál es la evaluación de la estructura del pavimento flexible con el método PCI de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?, como preguntas específicas: ¿Cuál es el Inventario de Condición según los componentes viales Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021? ¿Cuál es la Calificación del estado de condición avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021? ¿Cuál es propuesta para la intervención de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?

La justificación para esta investigación, se basa en los siguientes enfoques: socialmente, porque con la presente investigación, al determinar el estado situacional del pavimento de la avenida Casma, se van a tener los criterios para actuar sobre dicho estado situacional, y de esta manera se estaría contribuyendo al bienestar y comodidad de los conductores y peatones de la avenida.

Es de relevancia económicamente debido a que, con la determinación del estado situacional de la vía en estudio, se evitarían mayores deterioros, y la municipalidad, en ese sentido, ahorraría procesos más costosos de mantenimiento de elaboración total de la avenida, los conductores se beneficiarían económicamente debido a que sus unidades vehiculares no estarían sujetos a deterioros por el mal estado de la vía.

Es de manera metodológicamente, debido a que se va a alcanzar los procesos metodológicos y una propuesta de mantenimiento de la avenida en función de los resultados logrados con la aplicación del PCI.

El **objetivo general** que enmarcó la investigación es la siguiente: Evaluar la estructura del pavimento flexible con el método PCI de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021. Paralelamente se plantearon los siguientes **Objetivos Específicos**: 1. Realizar el Inventario de Condición según los componentes viales de avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021, seguidamente: 2. Calificar el estado de la condición avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021. Por ultimo: 3.

Elaborar una propuesta de solución, para la intervención de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.

La hipótesis que se formuló en la presente investigación es: Con la evaluación y análisis del Inventario de Condición del pavimento flexible mediante la aplicación del método PCI, avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021, se determinó el Inventario de Condición del pavimento flexible.

## II. MARCO TEÓRICO

El marco teórico que avala la investigación facilita al lector contar con una idea más concisa y clara sobre el estudio:

Baque (2020) en el artículo de investigación se planteó como objetivo diagnosticar el estado del pavimento flexible de la carretera del espacio en estudio en la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí” Concluyó que se determinó que la carretera presentó un PCI de 49, que indica estado regular. Se encontró la existencia de 12 tipos de fallas, apareciendo en proporción: Agregado colapsado 78.28%, Piel de cocodrilo .51%, Agregado pulido .11%, Grieta en bloque 3.96%, Grietas longitudinales y transversales 3.2 %, Grietas 2.27%, Grietas de borde 1.35%, subida y bajada 0,8 %, baches 0,65%, depresiones 0, 0%, ondulación 0,36%, hinchazón 0,03%. La ruptura de agregados se determinó con mayor frecuencia y con severidad baja y moderada. Se ha encontrado que se encuentran defectos de alta severidad en la abrasión del azúcar estudiado y que se manifiesta en las patologías antes indicadas. Cabe señalar que la totalidad de las 27 muestras tratadas presentaba estado de pavimento Muy Bueno, las muestras de las unidades de muestreo presentaban o demostraron estado de pavimento Regular, luego de la muestra 19 tuvo estado de pavimento NO FALLA, el modelo 15 presenta estado Muy Bueno. y 12% en Buen estado, durante el periodo de investigación se identificaron aceras CON FALLA.

Pallasco (2018), en su tesis, tiene como objetivo general evaluar, establecer conclusiones y alcanzar la propuesta de mantenimiento en el área de estudio en la av. Quevedo en santo domingo de los Tsáchilas. Concluyó que el Tráfico Promedio Diario Anual, ofreció una herramienta de aplicación para transportar de forma precisa y eficaz los recursos. Se identificaron ahuellamientos, pero no presentaron impactos negativos a la función estructural, al respecto, se recomendó realizar el proceso de fresado con la finalidad de retirar abultamientos a lo largo de la vía. Que la sostener en buen estado a la capa de rodadura dependió de la decisión tomado por parte de las Instituciones, así como de la participación directa y dinámica de los usuarios con fines de

conservación de la vía. Concluyo que no se debió rehabilitar todo o la integralidad de la vía, por el contrario, se debió dar el mantenimiento por medio de la programación de los procesos de bacheo, así como en todas las patologías encontradas, teniendo en cuenta los costos pertinentes para disminuir los costos de mantenimiento.

Hurtado (2016) en su tesis, se planteó como objetivo general la verificación del estado de la superficie del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, Cantón Quito, provincia de Pichincha” con la evaluación funcional y estructural establecidas por los desperfectos y los estados situacionales de la vía. Concluyó que se encontró en malas condiciones estructurales, en condiciones regulares y pobres, se tuvieron que realizar los mantenimientos para mejorar la serviciabilidad. Se pudo establecer que la rehabilitación y/o mantenimiento de la vía fue concretizada dar mantenimiento a toda la longitud de la vía. Que la conservación de la capa de rodadura dependió de los planes y programas elaborados, del aporte y compromiso de los usuarios para la conservación de la vía. Que, de acuerdo con el estado situacional encontrado, no se tuvo que restituir toda la vía, sino llevar a cabo procesos de mantenimiento a todas las patologías que sustente la realización del mantenimiento respectivo y que garanticen un gasto sostenible.

Con la finalidad de ampliar y reforzar el presente estudio, se presentaron las investigaciones antecedentes realizados en el país.

Cusi (2020) en su trabajo de investigación programó como objetivo general la determinación de la valoración de la superficie de pavimentos en la carretera: EMP.PE-3S (Puno) Vilque Mañazo-EMP.PE-34A Huataquita del departamento de Puno (KM 0+00 AL KM 10+00)”, con la finalidad de saber sobre el estado de preservación en la carretera en estudio. Concluyó que el IPC del pavimento fue de 8.63, la cual fue considerado como pavimento FALLADO según ASTM D6433-03. Que las patologías encontradas fueron Piel de cocodrilo, fisuras, grietas en bloque, grieta de borde, carril berma desnivelado, huecos, ahuellamientos, hinchamiento y desprendimiento de agregados o del asfalto.

Araujo y Carmen (2020) se planteó como investigar la evaluación de la superficie del pavimento flexible mediante la aplicación del método PC en el jirón Los Incas. Distrito de Piura. Piura. Concluyeron que se tomaron 27 muestras de acuerdo con las pautas de PCI; Las muestras analizadas están todas en muy buen estado, bueno, regular, malo y colapsado. Este hecho ayudó a determinar el tipo de intervención más óptimo. Lo que se encontró en cada estudio progresivo; diversas patologías, como el relleno de grietas y fisuras, baches o placas, repavimentación de superficies asfálticas, sustitución de soporte granular y betún. La evaluación superficial del pavimento revela varios tipos de fallas de gravedad alta, moderada y baja.

Ramos y Ramos (2018) se planteó como objetivo la determinación de la estimación superficial del pavimento flexible aplicando PCI con el propósito de saber del estado del objeto de estudio en la ruta: palca Laimina, Huancavelica". Concluyeron que el 30% de las vías estudiadas encontraron que el estado del pavimento fue regular con un PCI entre 40 y 55; que el 23% de unidades estuvieron en estado muy pobre con un PCI entre 10 y 25; un 20% estuvieron en estado FALLADO con un PCI entre 0 y 10, un 13% como pobre con PCI entre 25 y 40 y un 7% como bueno con PCI entre 55 y 70 y, por último, un 7% correspondió a unidades de muestra con un índice de condición del pavimento excelente con una clasificación que va de PCI entre 85 y 100. Que las patologías con mayor frecuencia identificadas en la carpeta asfáltica evaluada fueron Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grietas de borde, grietas longitudinal y transversal, exudación, parcheo, huecos, ahuellamientos y por último desmoronamiento de concreto.

Leguía y Pacheco (2016) en su investigación de grado se plantearon como objetivo la determinación de la valoración superficial de pavimentos haciendo uso del método PCI en las vías principales del objeto de estudio Concluyeron que se encontraron 14 tipos de fallas en el espacio estudiado, estos presentaron severidades Baja, Media y Alta. En función a estas severidades, se desarrolló el análisis y estudio de la superficie del pavimento flexible. Que la ejecución del método Pavement Condition Index, se encontró que la avenida analizada y estudiada, tuvo un PCI de 51.84 y de acuerdo con ello, se encontró en un estado situacional estructural regular; por otro lado, en la

avenida objeto de estudio tuvieron PCI de 59.29 y presentaron una realidad situacional estructural bueno. Que el uso de la herramienta PCI permitió la clasificación del estado situacional estructural de las muestras de los pavimentos flexibles, así mismo se identificaron las patologías presentadas en las vías analizadas y estudiadas, y con ello se pudo tomar las decisiones correspondientes.

Se tomaron los siguientes antecedentes locales

Contreras (2019), en su investigación se planteó como objetivo General, suscitar mejoras de alternativa en la género vial de la pavimento carretera AN-107 de Carhuaz-Chacas-San Luis, Tramo Carhuaz Shilla Km 0+00 al Km 10+000, asegurando un mejor grado de especie y entereza en los usuarios, que el resultado encontrado fue que de ocho fallas distintas, las fallas más frecuentes que se encontró el tramo en el cálculo fueron: el 57% fallas es de rendija longitudinal, 14% fue por decadencia y 9% fueron presencia de huecos, mientras que las fallas con baja cantidad fueron piel de cocodrilo el 5%, presencia de grietas en la cimentación con 5%, peladura y generosidad se presentó en un 5% y reparaciones o parchados y fisuras representó el 5%, para todos ellos se presentó plan de mantenimiento (p.53).

Silva (2019), en su tesis de grado objetivo general la observación presencial de la estructura de los pavimentos del pavimento flexible en el espacio en estudio, para ello se aplicó el método del PCI y la Madero Benkelman, despeñadero 2017, se consideró para el prospección 850 metros lineales, se encontró una gran cantidad de patologías en el pavimento, las patologías que más abundaron fueron los de categoría liberalidad de agregados de moderación rastrera, y adhesión en uno y otro en los tramos el 62.5% de la sección de pavimento analizado y que presentaron considerable porción del área desprendida y el 37.5% salvo de la mitad del área desgajada y, por otro lado, en los últimos tramos se encontró que el 76.5% de las área del pavimento estudiado se presentaron un total de 23.5% con presencia de patologías o fallas comunes del pavimento flexible.

Matta (2019), en su investigación tuvo como objeto de estudio en el tramo Avenida Arica, en el tramo Jr. Camino Real-Jirón Santa Lucia pueblo joven Dos de mayo distrito

de Chimbote, aplicó el CBR, El cual tuvo una largo de 1050m, el método de prospección de esta estudio diseño no empírico, clase descriptiva explicativa, se identificaron las patologías y propiedades físico mecánicas del revestimiento, se identificó vista de renombre y generosidad de adherido, melladura de filo, hundimientos, huecos y parches, así como otras patologías indicados en el expediente asfáltica de 1,5 cm, el CBR al 100% de MDS, fue 11.72, la cantidad óptima de humedad fue 8.8.%, el cálculo de la MDS fue 1.83g/cm<sup>3</sup>, la base y sub base presentaron un CBR al 100% de MDS fue 90.5%, la cantidad de agua en forma de humedad logrado fue de 6.8%, la MDS fue 2,24g/cm<sup>3</sup>, la clase de suelo encontrado y de acuerdo con SUCS Y AASHTO, fue LM hato A-4, el IP estuvo entre 3.46 y 6.77, la tierra fue de arrastradera con características de plasticidad, la cantidad porcentual de humedad fue sobresaliente, la documentación asfáltica presentó diversas patologías.

Los fundamentos teóricos que cimentan la presente investigación se muestran a continuación.

Según la literatura científica elaborada por El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, MTC (2014), como institución orgánica del Estado peruano está a cargo de la construcción o elaboración de los aspectos normativos en lo que se basa la asistencia del transporte en todo el país. El transporte hace referencia a la construcción y conservación de los caminos, puentes y ferrocarriles; de igual modo tiene la función fiscalizadora de controlar el flujo de las unidades que por ella transitan. El “prontuario de nutrición o Conservación vial” busca alcanzar los lineamientos de la construcción y mantenimiento de las vías de comunicación a nivel nacional, en el D.S. N° 034-2008-MTC, se constituye como un documento técnico de corte académico, el mismo que norma todos los aspectos en lo que a transportes y comunicaciones se refiere.

Los procesos de mantenimiento, así como de la conservación de las vías de comunicación, los presenta el Ministerio de Transportes, y constituye un instrumento y herramienta técnica que ayuda a todos los involucrados en este importante sector a actuar con bastante responsabilidad la proyección, los aspectos presupuestales, la

administración y la fiscalización de las actividades de conservación de todas las vías de comunicación a nivel nacional. Las vías de comunicación requieren con cierta periodicidad del cuidado y mantenimiento de los diversos elementos estructurales de dichas vías, alcanza los criterios que deben llevarse a cabo en los procesos de mantenimiento vial, que se ejecuten con la más alta calidad, ello incluye a las estructuras que forman parte de una vía, tales como los puentes, túneles, baden, cunetas, etc., para que estas estructuras mantengan sus niveles de servicios en las condiciones más óptimas (Woo, S. & Yeo, 2016; Magdi, 2015). Que el sostenimiento o mantenimiento de la estructura vial abarca a las Determinación Técnicas Generales para la Conservación vial, las misma que tienen que aplicarse con el más alto profesionalismo, los trabajos de mantenimiento deben realizarse de acuerdo con el cronograma, presupuesto y la metodología establecida previamente, en caso de que sea necesario incrementar la velocidad de las operaciones de mantenimiento o de trabajos no especificados o no tenidos en cuenta, se tratará de proponer ciertas especificaciones especiales, bajo una administración adecuada y aprobada previamente y que a la vez se reporte o informe al órgano normativo pertinente (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014). La situación de las vías de comunicación tiene por finalidad direccionar todas las actividades, metodologías, así como la participación del personal operativo y de ingeniería, técnicos y supervisores. Una de las metodologías más utilizadas en el estudio de los estados situaciones de las vías de comunicación es PCI, la misma que permite cuantificar y cualificar en función a la cantidad y nivel de las patologías encontradas (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2018. p.56).

La Norma AASHTO American Association of State Highway and Transportation Officials (1993. P. 142.), manifiesta que la tipología de pavimentos que existe para la edificación de las vías de comunicación son el pavimento flexible y el pavimento rígido. El pavimento flexible utiliza el asfalto, está estructurado de material agregado y brea, la cuales un sub producto del petróleo, tiene un costo inicial más barato que el rígido, su periodo de vida varía entre 20 y 40 vida, aunque está sujeto a la frecuencia de tránsito y, al cuidado y mantenimiento de la vía. Su periodo de mayor resistencia y

vitalidad fluctúa entre los 10 y 15 años. El pavimento rígido se construye con cemento y agregados, estas presentan capas que componen el pavimento. La subrasante es la parte interna en donde se apoya toda la armazón de la carretera, se sostiene que no forma accesoria de la estructura, no obstante, constituye un soporte de la subrasante es un tipo esencial que afecta a la elección de los espesores totales de las capas de la Subbase (Olarte, 2015; Gedafa, 2007). La carpeta asfáltica es la parte superior de la estructura de una vía, su espesor puede variar entre 5 y 10 centímetros, la parte superior se le denomina capa de rodadura, es la que soporta todo el peso de las unidades vehiculares, es la parte en donde va el asfalto o el cemento según sea el tipo de construcción. La carpeta asfáltica es el espacio en donde se encuentran las patologías o fallas, en ellas se aplica el método PCI para conocer su estado de conservación (Cantuarias & Watanabe, 2017; Becerra y Ugaz, 2015p.142).

AASHTO (2004), manifiesta que la Capa Base es el elemento vial que se encuentra entre la carpeta asfáltica y la subbase. Su función es apoyar en la distribución de la carga de los pesos efectuados por las unidades vehiculares, los materiales con los que se construye deben ser de mejor linaje que los de la subbase y su representación es la de tener el aguante estructural para admitir las presiones transmitidas por vehículos. (p.142).

Figura 1: Imagen de pavimento



Fuente: (AASHTO, 1993 "Guide for Design of Pavement Structures 1993")

El estado situacional de la carretera se puede evidenciar por la presencia de diversos tipos e patologías o fallas, las mismas que se pueden dar debido a fallados procesos constructivos, inadecuadas distribuciones de diseño de asfalto y agregados o cemento

y agregados (Choque, 2017; Gupta, A.; Kumar. O. & Rastogi, 2011). Las fallas o patologías se originan como consecuencia de las cargas que soporta, así como de cómo han sido construido y que materiales han utilizado, materiales, cimentación, tránsito vehicular, el entorno climático, el cuidado y el mantenimiento también influyen en la aparición de fallas y patologías en las vías de comunicación (Drakos, 2012). La combinación de varios factores causa las fallas y las patologías que se pueden encontrar en una determinada vía, situación que se empeora si no se dan el mantenimiento correcto a la vía; la continua frecuencia de soporte a cargas que exceden las cargas de diseño son otro de los factores por los que una vía puede presentar fallas prematuras. (Bacilio y Chávez, 2020)

Fallas superficiales: Se consideran como fallas superficiales a las fallas presente en la envoltura de rodadura, esto se debe a los deterioros en el estrato de rodadura y que no mantienen relación con la armazón de la calzada (Váldez y Alonso, 2017; Reddy, 2005). El mantenimiento de estas fallas se realiza mediante una planificación de trabajos en función de la evaluación realizada con el PCI. Fallas estructurales: Son fallas que abarca los defectos de la carpeta asfáltica, la capa de rodadura, es una falla en el cabestrillo de la tierra, en otras palabras, de una o más capas estructurales que deben cumplir las exigencias que son exigidos por el tránsito y los aspectos climáticos (Tello et al, 2021; Conza, 2016, p.149).

El Proceso constructivo. Este es uno de los factores a considerar en los estudios de la aparición de las fallas, los procesos de construcción de las vías tienen una metodología que deben de cumplirse rigurosamente, caso contrario, se tiene resultados y fallas prematuras en la estructura vial. Se ha observado la presencia de calles estructuralmente débiles, ocasionados por grosores erróneos de las capas, diseños de agregados inconvenientes, y con considerable frecuencia en la disposición y compactación de las capas (Taylor & Philip, 2015). Insuficiencias de programa. Los programas se refieren a los mantenimientos a llevarse a cabo, implica la realización de diseños mal hechos, investigación no concluida de algunos de los elementos estructurales de la vía, equivocaciones en el proceso de mantenimiento, falta de estudios de otros factores que pueden influenciar en el origen de fallas, futuros

imprevistos en los procesos de construcción, factores ambientales, inundaciones, lluvias, fríos extremos, heladas, entre otros factores (Sarsam, 2016; Gutiérrez, 1994. p.74).

Los Tipos de fallas Fisuras de bloque: son líneas que aparecen en la vía, se le denominan grietas que se desplazan sin una dirección aparente por toda la vía, el tamaño suele variar entre 30 m x. 30 m a 3. 0 m x 3. 0 m; resultan de la contracción del material, se origina por la pérdida de agua, el peso o soporte de las cargas, los cambios bruscos de la temperatura del medio ambiente. Piel de cocodrilo. Son fallas cuya forma son muy parecidas a las escamas del cocodrilo, se aparecen en forma de galletas secuenciales, estas fallas son ocasionadas por esfuerzos de la capa de laminación de asfalto debido a la presencia continua de los pesos del tráfico. Esta falla se mide en m<sup>2</sup> (Zhaoxiang, Xiao & Chad, 2017; Choque, 2017p.89).

Cantuarias, (2017) sostiene que las Fisuras que se presentan al filo de la vía son expresiones de asfalto agrietadas, su forma geométrica es longitudinal y semicircular, aparecen en el filo de la vía, generalmente son ocasionadas por la falta de berma, así como también, a la diferencia en el nivel de la Berma y la vía. Se debe a la ausencia de aislamiento. Manchas en las aceras (exudado): es la existencia de una membrana de característica bituminosa en la acera, aparece como una superficie radiante, traslúcida y reflectante que generalmente se vuelve pegajosa, proviene de una cantidad considerable de asfalto en la mezcla, esta falla se mide en metros lineales. Los niveles de gravedad presentan la escala de bajos, medios y altos (Hafizyar, 2018; Uglova & Tiraturyan, 2006). Otra de las fallas comunes en la vía es el hinchamiento de la carpeta asfáltica, esta falla distorsiona el perfil de la vía. Generalmente no son ocasionados por la inestabilidad de la acera, no obstante, puede ser ocasionado por varias causas, estos pueden ser: cuando en una losa de concreto de un pavimento rígido que pudo haber sido cubierto por una carpeta de asfalto. Esta falla se mide generalmente en metro cuadrado (Leiva et al, 2017. p.59; Kandil, 2001).

El ahuellamiento: Es una depresión longitudinal continua que se manifiesta en todo el desplazamiento de la unidad móvil, lo que causa un resultado de deformación

constante en una de las capas de la acera (Estrada, 2017; Adefemi & Ibrahim, 2015). Esta patología puede ser causado debido a una pésima compactación de envases estructurales. Se mide en M2. Los orificios son diminutas depresiones en la parte superior de la vía, comúnmente con diámetros de luz de 0,90 y en forma de un tazón. Generalmente, presentan bordes esperados y lados verticales en los alrededores de la superficie superior. Puede tener niveles bajos, medianos y altos de severidad (Das, 2015. p.79, Huang, 2004).

Figura 2: Evolución del deterioro de una estructura de pavimento



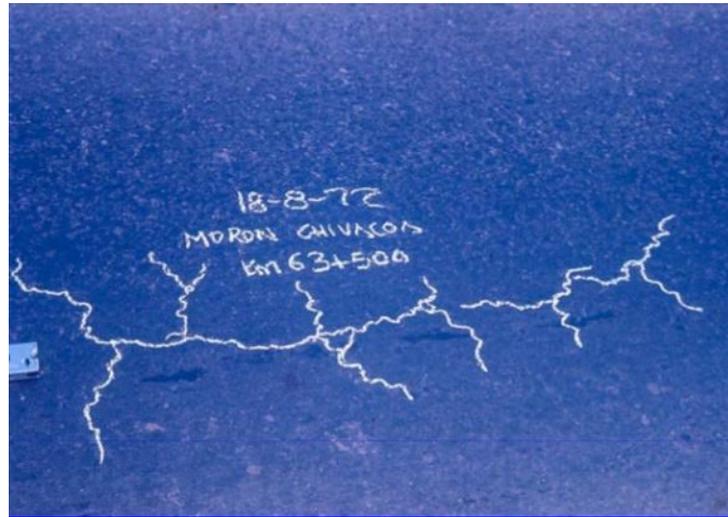
Fuente: bitafal (2018) Fallas más comunes en los pavimentos de la región. <https://bitafal.com.uy/deterioro-pavimentos/>

Figura 3: Fallas de pavimentos



Fuente: (AASHTO, 1993 "Guide for Design of Pavement Structures 1993").

Figura 4: Nivel de severidad Bajo, Grietas finas capilares y longitudinales



Fuente: fallas en pavimento flexible (18 de mayo de 2014). Tipos de Fallas en Pavimento Flexible. <http://fallasenpavimentoflexible.blogspot.com/>

Figura 5: Fallas de pavimentos comunes



Fuente: (AASHTO, 1993 "Guide for Design of Pavement Structures 1993")

**Tabla 1: Degradación.**

NOMBRE DE FALLAS	CODIGO	UNIDAD DE MEDIDA
Fisuras Longitudinales De Juntas De Construcción	FIJ	m
Fisuras Transversales De Juntas De Construcción	FTJ	m
Fisuras De Contracción Térmica	FCT	m
Fisuras Parabólicas	FP	m
Fisuras De Borde	FB	m
Ojo De Pescado	O	m
Desplazamiento O Abultamiento O Ahuellamiento de La Mezcla	DM	m
Perdida De La Película <u>Ligante</u>	PL	m
Perdida De Agregados	PA	m
Descascaramiento	D	m <sup>2</sup>
Pulimento De Agregados	PU	m
Exudación	EX	m
Afloramiento De Mortero	AM	m
Afloramiento De Agua	AA	m
Desintegración De Los Bordos Del Pavimento	DB	m
Escalonamiento Entre Calzadas Y Berma	ECB	m
Erosión De Las Bermas	EB	m

Fuente: (AASHTO, 1993 “Guide for Design of Pavement Structures 1993”)

**Tabla 2: Niveles de Gravedad de los daños tipo A.**

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD		
	1	2	3
Ahuellamiento y otras deformaciones estructurales	Sensible al usuario, pero poco importante flecha < 20mm	Deformaciones importantes 20mm flecha ≤ 40mm	deformación que afecta de manera importante flecha > 40mm
Fisuras longitudinales por fatiga	Fisuras finas en la banda rodamiento	Fisuras abiertas y a menudo ramificadas	Fisuras muy ramificadas y/o muy abiertas (grietas), bordees de fisuras ocasionalmente degradados
Fisuras longitudinales por fatiga	Piel de cocodrilo formada por mallas grandes > de 500mm con figuración fina	Mallas más densas de 500mm	Mallas muy abiertas y con fragmentos separados
Baches y parches	Intervención de superficie ligada a deterioros del tipo B.	Comportamiento satisfactorio de la reparación	Ocurrencias de falla en la zona reparada

Fuente: Guía metodológica para el diseño de obras de rehabilitación de pavimentos asfáltico de carretas 2013

**Tabla 3: Tipo de gravedad tipo B**

DETERIORO	NIVEL DE GRAVEDAD					
	1	2		3		
Fisura longitudinal de junta de construcción	Fina y única	Ancha (10mm o más) sin desprendimiento o fina ramificación		Ancha con desprendimientos o ramificada		
Fisura de concentración térmica	Fisuras finas	Anchas sin desprendimientos, o finas con desprendimientos o fisuras ramificadas		Anchas con desprendimientos		
Fisuras parabólicas	Fisuras finas	Anchos sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos		
Fisura de borde	Fisuras finas	Anchos sin desprendimientos		Anchas con desprendimientos		
Abultamiento	F < 20mm	20mm ≤ F ≤ 40mm		F > 40mm		
Ojos de pescado *(por cada 100m.)	Cantidad	< 5mm	≤ a 10	< 5	> 10	≤ a 10
	Diámetro (mm)	≤ 300mm	≤ 300	≤ 1000	≤ 300	≤ 1000
Desprendimientos: Pérdida de películas de ligante Pérdida de agregado	Perdidas aisladas	Perdidas continuas		Pérdidas generalizadas y muy marcadas		
Descascaramiento	Prof. (mm)	≤ 25	≤ 25	> 25	> 25	
	Área (m2)	≤ 0.8	> 0.8	≤ 0.8	> 0.8	
Pulimentos agregados	No se define niveles de gravedad					
Exudación	Puntual	Continua sobre la banda de rodadura		Continua y muy marcadas		
Afloramientos: De mortero De agua	Localizados e identificados perceptibles	Intensos		Muy intensos		
Desintegración de los bordes del pavimento	Inicio de la desintegración	La calzada ha sido afectada en un ancho de 500 mm o mas		Erosión extrema que conduce a la desaparición de revestimiento asfáltico		
Escalonamiento entre calzada y berma	Desnivel de 10 a 50 mm	Desnivel entre 50 y 100 mm		Desnivel superior a 100 mm		
Erosión de las bermas	erosión incipiente	Erosión pronunciada		La rocón pone en peligro la estabilidad de la calzada y la seguridad de los usuarios.		

Fuente: (AASHTO, 1993 "Guide for Design of Pavement Structures 1993")

El Mantenimiento periódico: Hace referencia a las reparaciones y mantenimiento parcial que se lleva a cabo de acuerdo a un cronograma debidamente planificado por el profesional pertinente, sirve para evitar las averías que impactan negativamente a la estructura superficial de las vías. El ciclo de vida de una vía es el tiempo de uso en condiciones adecuadas, el ciclo de vida es afectado por el deterioro debido al tiempo, debido a la acción de la variabilidad del tráfico en general (Gharaibeh, Zou & Saliminead, 2010; Freeman & Harr, 2004). La función del mantenimiento periódico es la protección de las estructuras primordiales y la parte superior de las vías, para ello primero se determina las condiciones reales de la vía mediante el método PCI, luego se cronograma el mantenimiento, la cual es ejecutado mediante las actividades periódicas, entre ellos los tratamientos de la carpeta asfáltica y la renovación de la capa de rodadura (Leguía y Pacheco, 2016. p.86; Ordinola, 2015).

La Rehabilitación: Consiste en la reparación primordial y selectiva de la carpeta asfáltica o del pavimento en general. Es necesario que previamente afecten el trabajo de mantenimiento, como grietas, fisuras, etc., en distribuciones presentes, así como las mejoras de los procesos cuando sea la necesidad (Thenoux, Guillermo y Gaete, 2015; Hoffman, 2000). Presenta como objetivo o finalidad el restablecimiento de la capacidad estructural y el valor original de la superficie del cojinete de la carretera, considerando también el volumen planeado de tráfico para el número de reproducciones de 5, 10, 15 y hasta 20 años (Rodríguez, 2016. p.46).

La Reconstrucción: Hace referencia a la renovación estructural de la vía, en este caso, se hace necesario demoler todo o parcialmente a la vía en reconstrucción. La reconstrucción consiste en la construcción específica de las áreas de mayor afectación, se quita todos los elementos estructurales para construirlos nuevamente. Reconstruir es el proceso de rehabilitar todas las fallas de mayor nivel, se repara todo el deterioro causado con la finalidad de garantizar la operatividad constante de la vía, a un costo mínimo viable (Vera et al, 2010; Bexabith & Chandra, 2009). Construcción (nuevo trabajo): construcción de un camino o pavimentado (flexible y flexible), caminos de grava o carretera con un nuevo golpe, aumento de nuevos carriles; Actividad de almacenamiento del sellado de rutina de grietas y grietas. Descripción: El sello de la

ranura (incluso las aberturas o menos de 3 mm) y las grietas (aberturas superiores a 3 mm). Reside en el posicionamiento de recursos de construcción específicos por encima o dentro de las grietas o en el relleno con recursos de construcción adecuados en las grietas (Andrade, Castillo y Chacater, 2021). El objetivo de las ranuras y el sello de grietas es evitar el ingreso de agua, así como de los materiales que no se pueden comprimir, estos pueden ser piedras, materiales con gran dureza y, con el objetivo de reducir significativamente la aparición de grietas con índice de severidad más grave, como la piel de cocodrilo y la aparición futura de orificios (Solis y Vallejo, 2019; Estrada, 2017. p.42).

De acuerdo con el MTC (2014) y Díaz (2017), el Procedimiento de Ejecución, consiste en instalar señales de prevención y mecanismos de seguridad. Se identifican las grietas con la finalidad de llevar a cabo el sellamiento y debida marcación. Las marcas señalan el principio y el extremo de la grieta marcada. Se realiza la limpieza superficial con un cepillo y fluido a presión de aire (mínimo de 120 psi presión). La zona formada por la grieta y el espacio siguiente tiene que estar libre de suciedad, específicamente polvo o cualquier tipo de suciedad. Se debe aplicar el sello con especial cuidado para producir un agarre efectivo de la riega de la liga con las paredes de la grieta y/o la fisura (Nodrat & Kan, 2017; Yesquen, 2016).

Parchado Superficial: Consiste en rellenar la zona afectada con material especial que asegure la durabilidad del parchado, la placa superficial incluye el proceso de reparar los baches y la sustitución de superficies de losas deterioradas, en función a que solo afecte la carpeta de asfalto. Este proceso es programado y realizado por operarios expertos en estos tipos de trabajo, implica el uso de herramientas adecuadas (Cote, 2017; Conza, 2016). Procedimiento de ejecución. Las señales preventivas de las vías deben ser construidas de acuerdo a los expedientes técnicos y que guarden relación con lo estipulado en la normatividad vigente. Los colores, las dimensiones y la visibilidad son variables importantes en su construcción. Parche mecanizado: hace referencia a las actividades de cocción en la superficie realizadas por un equipo, especialmente seleccionado, implica realizar una limpieza secuencial en el área afectada, luego se pone la imprimación a presión (Díaz, 2017). El trabajo debe

completarse en un período de un día. La longitud máxima de las secciones en un carril de autopista y el mantenimiento del tránsito de una sola vía en el otro carril, será de 2500 metros (Gómez, 2014, p.85).

Los procesos de mantenimiento implican toda una planificación, la misma que los trabajos son seleccionados en función de los resultados de la evaluación de la vía en función de la aplicación del PCI. (Díaz, 2017).

*Figura 6:* Parchado Superficial.



Fuente: Manual de carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (MTC 2014).

Procesos de conservación periódica. Hacen referencia a los sellos asfálticos. Las articulaciones de asfalto residen en recubrimientos en aceras flexibles con riego de asfalto, solo o combinados con un agregado. La finalidad de la aplicación de los sellos de asfalto es el cuidado y mantenimiento pertinente de las fisuras o rajaduras pequeñas, que generalmente es precursor de daños graves (Cárdenas, 2012). Las técnicas de establecimiento de la densidad de asfalto tienen que implementar decisiones operativas a modo de prevención, o tipo correctivas o ambas. Las aplicaciones primordiales de los métodos de sellado de asfalto son los siguientes: Juntas de emulsión de asfalto utilizadas para rejuvenecer las superficies con un nivel de envejecimiento (oxidación) para fijar grietas y pequeñas grietas. Los enlaces de asfalto correspondientes a una función similar que se conecta con la emulsión y

también contiene un desgaste de la superficie y mejora la fricción entre parches y neumáticos (Medina & De la Cruz, 2017). Las articulaciones de arena-asfalto y el tratamiento de la superficie única, tales como las articulaciones anteriores, el rejuvenecimiento, el sellado, el sellado de la superficie, el desgaste de la superficie del desgaste y mejora la fricción entre parches y los neumáticos (MTC, 2014. p.56).

*Figura 7: Parchado Asfaltico*



Fuente: Manual de carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (MTC 2014)

Recapados Asfálticos: La acción reside en el ajuste del diseño de la mezcla de asfalto caliente en el pavimento flexible existente, antes de que esté presente el tratamiento de los daños de los puntos. La distribución de los relicks tiene que hacerse en el momento en que el pavimento flexible está en un estado regular (MTC, 2014. p.88).

*Figura 8: Recapado Asfaltico 1*



Fuente: Manual de carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (MTC 2014).

Figura 9: Recapado Asfáltico 2



Fuente: Recapado asfáltico Cno C A López.

Para el MTC (2014), la nivelación de bermas con mezcla asfáltica: Es un proceso en donde se restablece el nivel inicial y el estado de la marca de concreto de asfalto dañado o desgastado con la finalidad de impedir que se formen nuevas patologías y se constituya como un evento peligroso para los usuarios y proteger la acera. Proceso de elaboración. Consiste en colocar las señales preventivas regulatorias. Debe cerrarse un camino a la circulación y la longitud de la placa no debe ser mayor a 1000 metros. Las piezas dañadas se demolerán utilizando el martillo neumático entre otras herramientas pertinentes. El hormigón asfalto se eliminará a nivel básico. Se busca verificar el perfil cruzado de la base con la finalidad de ejecutar las correspondientes correcciones. Posteriormente, se procede en la realización de la compactación de la base con 3 aplicaciones de rodillos. El área de la base que ha sido compactada debe limpiarse con pinceles con el fin de separar el polvo y luego regar la zona. Se realizará la irrigación de riesgos si las situaciones meteorológicas lo permitirán, se tiene que aplicar el riego mecánico. El volumen de material de asfalto tendrá que ser alrededor de 0,9 litros por m<sup>2</sup>. El hormigón asfalto se colocará manualmente en la campana. La inclinación transversal de la berma es verificada y se deben llevar a cabo las

correcciones requeridas. La compactación del asfalto se debe realizar por lo menos con 10 aplicaciones de rodillos. La consistencia de la mezcla después del proceso de compactado debe ser superior o igual al 98% de la densidad de Marshall. Si la imprimación está con asfalto diluido, la berma debe cerrarse el tránsito durante dos días. Llevar a cabo la limpieza total de la zona de trabajo (MTC, 2014. p.152).

*Figura 10:* Nivelación de berma con capa asfáltica



Fuente: Manual de carreteras: Mantenimiento o Conservación Vial (MTC 2014)

### III. METODOLOGÍA

#### 3.1. Tipo y diseño de investigación

**Tipo de investigación:** Para la presente investigación se consideró el tipo de investigación aplicada debido a que con esta se trata de resolver los problemas planteados mediante los conocimientos ya existentes en las fundamentaciones teóricas, en las investigaciones denominadas básicas (Hernández, Fernández y Baptista, 2014; Hernández, Fernández y Baptista, 2010)

**Diseño de investigación:** El diseño hace referencia al aspecto estratégico que se aplica en el desarrollo de la investigación, la estrategia es diseñada con el propósito de dar respuesta a las preguntas generales y específicas previamente planteadas (Christensen, 1980).

**Diseño no experimental,** hace referencia al tipo de investigación en donde los investigadores no manipularán la variable independiente para medir el comportamiento de la variable dependiente, en este caso solo se limitarán en la observación de los fenómenos en la forma como se manifiestan en la naturaleza (Hernández, Fernández y Baptista, 2010).

#### Esquema:



Donde:

- m: Es el espacio de estudio, Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2020.
- x: Observación: 655 metros de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2020.

#### 3.2. Variables y operacionalización

Se ha identificado una Variable denominada Evaluación de la estructura del pavimento flexible con el método del PCI.

**Definición conceptual:** El Pavement Condition Index PCI es un método para la evaluación de pavimentos y clasificación de vías dentro de los modelos de gestión vial.

**Definición operacional:** Indica cómo se va a medir la variable, es decir, señala que se debe medir en función de la medición de los indicadores y las dimensiones. La definición operacional de la presente investigación consiste en recopilar datos e información de los defectos, los cuales son 19 de ellos, también se les considera como patologías presentes en los pavimentos. Se usa curvas gráficas ASTM, los cuales son agrupados en 07 categorías para posteriormente calcularlo en un proceso repetitivo.

### Matriz de operacionalización:

**Tabla 4:** Matriz de operacionalización de variables

Variables	Dimensiones	Definición conceptual	Definición operacional	Indicadores	Escala de medición
<i>Variable Independiente</i> Evaluación de la estructura del pavimento flexible con el método del PCI	El Índice de condición del pavimento FLEXIBLE	Según Provías (2010, p.10). Es la calificación asociada a la condición del pavimento mediante el rango de 0 a 100.	Será determinado mediante el método de PCI	1. Excelente 2. Muy bueno 3. Bueno 4. Regular 5. Malo 6. Muy malo 7. Fallado	Ordinal

Fuente: El equipo de trabajo

### Matriz de consistencia

Problema principal	Objetivo principal	Hipótesis	Metodología
¿Cuál es la evaluación de la estructura del pavimento flexible con el método PCI de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?	Evaluar la estructura del pavimento flexible con el método PCI de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021	Con la evaluación y análisis del Inventario de Condición del pavimento flexible mediante la aplicación del método	Enfoque: cuantitativo  Tipo: aplicada
Problema específico	Objetivo específico		Diseño: No experimental
¿Cuál es el Inventario de Condición según los componentes viales Av.	i) Realizar el Inventario de Condición según los componentes viales de avenida Casma de la		

Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?	localidad de Yaután, Casma, 2021	PCI, avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021	Población 655 metros
¿Cuál es la Calificación del estado de condición avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?	ii) Calificar el estado de la condición avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.		Muestra: 655 metros.
¿Cuál es propuesta para la intervención de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?	iii) Elaborar una propuesta de solución, para la intervención de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021		Muestreo: no probabilístico.

### 3.3. Población, muestra, muestreo, unidad de análisis

**Población:** Según Rojas (2011), manifiesta que la población del estudio de investigación está conformada por la Todas las avenidas, calles, pasajes, pavimentadas con pavimento flexible, que conectan esta avenida a evaluar.

**Muestra:** está conformada por la Av. Casma, ubicada entre la Av. Huaraz y la carretera EMP. PE-14. de la localidad de Yaután, Casma, 2021, el cual contempla una longitud de 655.00 metros de largo y un ancho de 6.00 metros.

**Muestreo:** No probabilístico a criterio de los autores

**Unidad de análisis:** Está conformada por 08 unidades de muestreo de 240 m<sup>2</sup> dentro de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.

### 3.4. Técnica e instrumentos de recolección de datos

**Técnica:** Para el desarrollo de la presente tesis se tuvo que utilizar la técnica de la revisión bibliográfica y de documentos.

**Instrumento:** Se aplicaron un conjunto de instrumentos: Las fichas de observación de datos del PCI, para ello se aplicó la Evaluación de Intervención, la misma que estuvo estandarizado por ASTM D6433 y ASTM D5340.5, y que fueron medidos en el tramo determinado de la vía, consecutivamente tuvieron que ser procesados con el uso de

la hoja de cálculo Excel, con la cual se logró resultados en tablas y gráficos, según Norma AASHTO (1993). Ficha de Registro de Datos y Resultados: estas fichas estuvieron estructuradas por un conjunto de datos importantes del espacio de estudio y cálculos hidráulicos, que fueron logrados en campo y de una serie de procesos propios de las metodologías aplicadas y de la investigación científica.

**Protocolos:** Establece una serie de datos que legitiman la calidad de los estudios realizados para el desarrollo del proyecto.

### **3.5. Procedimientos**

Este proyecto de tesis se completa con la guía de análisis de documentos y la tabla de registro de datos y logros, el uso de estos los instrumentos, al mismo tiempo se ingresaron toda la información a la hoja de cálculo denominada Microsoft Excel, la cual contribuyó en la realización de los cálculos de manera efectiva y correcta. Asimismo, las herramientas estuvieron absolutamente elaboradas por los autores de la presente investigación.

Posteriormente, la comprobación consistió en una revisión experimental, en ello se realizaron las actividades e verificación y valoración por parte del experto metodólogo, y por dos ingenieros civiles, quienes presentaron las observaciones y sugerencias principales con la finalidad de que sean utilizadas posteriormente.

### **3.6. Método de análisis de datos**

En la actual tesis, manejó el análisis descriptivo y se desplegaron diferentes gráficos y tablas para mostrar los diferentes resultados conseguidos. El desarrollo de la tesis incluyó cuatro etapas principales: la exploración del área de la unidad de análisis, el estudio de la calidad del pavimento, el levantamiento del terreno, el estudio de la mecánica del suelo y el trabajo de gabinete final, para el análisis de datos se manejó la Norma ASTM.

### **3.7. Aspectos éticos**

La presente tesis se basó en diversos aspectos éticos, que controlaron la relación entre el investigador, la sociedad y el campo de investigación, y crean un entorno equilibrado

para obtener resultados satisfactorios, por lo que se consideraron los siguientes aspectos:

Respeto por la propiedad intelectual: Esta investigación al ser descriptiva, se vio como una realidad problemática, escritos y teorías previas relacionadas con el tema, diferentes libros, revistas científicas, artículos, etc. Ser citado apropiadamente y respetar los derechos de autor y propiedad intelectual de otros.

**Responsabilidad Social:** Los autores dejan expresa constancia de que han actuado con responsabilidad social, buscaron en todo momento el beneficio de la población que vienen en la Av. Casma distrito de Yaután, Provincia de Casma-Ancash, quienes después de la implementación de la investigación van a disponer de mejor calidad de vida debido a la contribución de la presente investigación.

**Honestidad:** La data e información emanados en esta investigación son verídicos y son productos de los resultados de este estudio.

#### IV. RESULTADOS

A continuación, los resultados se presentaron a nivel de objetivos:

##### Objetivo General:

Determinar el Inventario de Condición del pavimento flexible mediante la aplicación del método PCI, Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021, aplicando “Evaluación de Intervención” y está estandarizado por ASTM D6433 y ASTM D5340.5

**Tabla 5:** Tipos de fallas para los pavimentos flexibles.

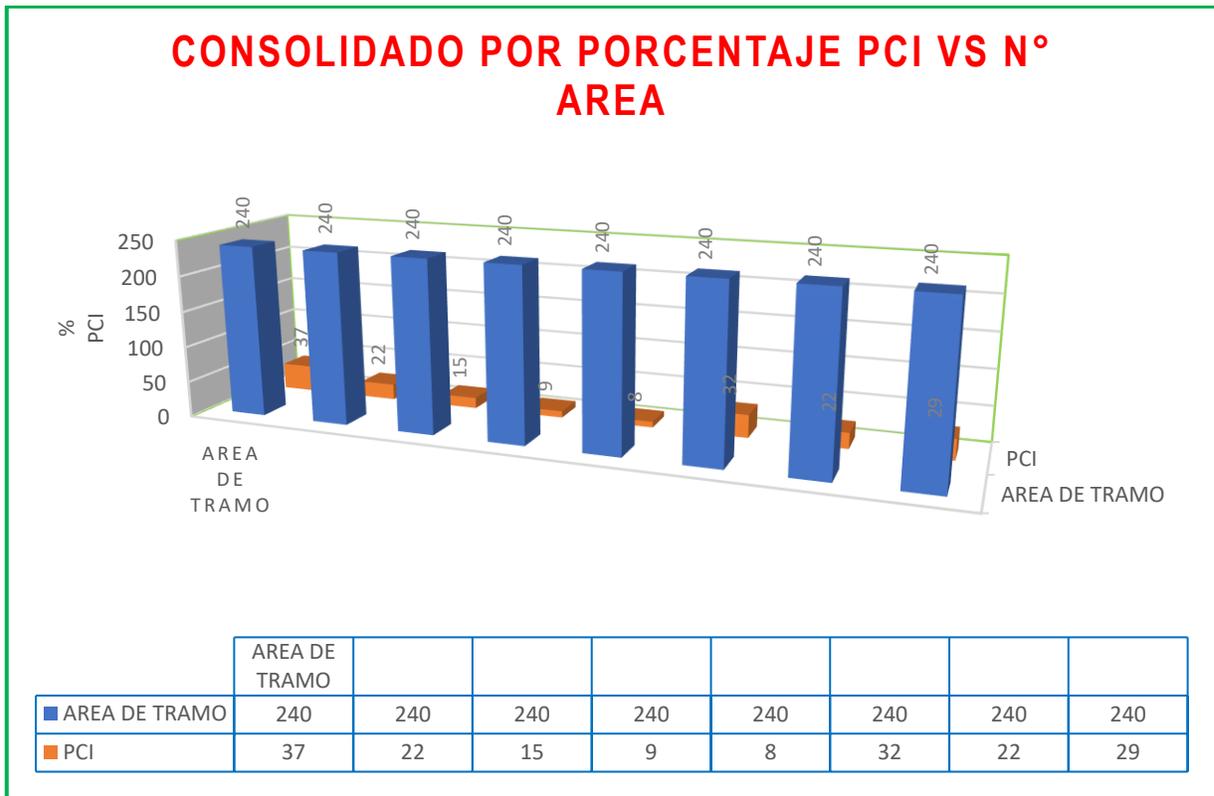
MX	PCI	CLASIFICACIÓN	PCI PROMEDIO %	CLASIFICACION DE FALLA PROMEDIO
MUESTRA 1	37	MALO	21.75	MUY MALO
MUESTRA 2	22	MUY MALO		
MUESTRA 3	15	MUY MALO		
MUESTRA 4	9	FALLADO		
MUESTRA 5	8	FALLADO		
MUESTRA 6	32	MALO		
MUESTRA 7	22	MUY MALO		
MUESTRA 8	29	MALO		

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

**Se describe:** Se evaluó el pavimento FLEXIBLE aplicando el método (PCI), en la Av. Casma distrito de Yaután, Casma - Ancash. En donde se estudió los 655 metros en 8 muestras.

**Se interpreta que:** Se determinó el PCI medio de las 8 muestras, totalizando un 21.75 y obteniendo un calificativo MUY MALO. De igual forma obtuvimos los valores del PCI, de las demás muestras; las muestras 02, 03, 07 obtuvieron un calificativo de MUY MALO, la muestra 04 y 05, obtuvieron un calificativo de FALLADO y las muestras 01, 06 y 08, obtuvo un calificativo de MALO.

Figura 11: Consolidado por porcentaje participación por tipo de fallas.



Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

**Se describe:** Se desprende del cuadro anterior que, en orden ascendente, desde la primera muestra hasta la octava, ocurrió que los estudios realizados en la Av. Casma, Distrito de Yaután, Provincia de Casma-Ancash.

**Interpretación:** Se puede observar que la muestra número 01, 06 y 08 tienen un PCI de 37, 32 y 29 y se clasifican como MALO, así mismo la muestra número 2 y 07, tiene un índice de PCI de 22, y se clasifica como MUY MALO, la muestra número 04 y 05, con un índice de PCI de 9 y 8 respectivamente catalogándose como FALLADO siendo el valor máximo obtenido en PCI. Entonces podemos decir que su construcción es necesario respectivamente.

**Tabla 6:** Consolidado por participación por tipo de fallas.

TRAMO	ABS INICIAL	ABS FINAL	FALLAS PRINCIPALES.	PCI	CALIFICACIÓN	
AV. CASMA. DISTRITO DE YAUTAN, CASMA, ANCASH.	0+000	0+040	Piel de cocodrilo, grietas de borde, huecos, desprendimiento de agregados	37	MALO	
	0+040	0+080	Grietas de borde, parcheo, desprendimiento de agregados	22	MUY MALO	
	0+120	0+160	Parcheo y desprendimiento de agregados	15	MUY MALO	
	0+320	0+360	Parcheo, huecos y desprendimiento de agregados	9	FALLADO	
	0+360	0+400	Grietas de borde, Parcheo, huecos y desprendimiento de agregados	8	FALLADO	
	0+400	0+440	Grietas long. y transversales, Parcheo, huecos y desprendimiento de agregados	32	MALO	
	0+520	0+560	Grietas long. y transversales, Parcheo, huecos y desprendimiento de agregados	22	MUY MALO	
	0+560	0+600	Grietas de borde, Parcheo, huecos y desprendimiento de agregados	29	MALO	

Fuente: Los Investigadores abril 2021.

**Se describe:** Se aprecian las diferentes patologías que afectan a los diversos tramos de intervención, dando lugar a piel de cocodrilo, grietas de borde, grietas long. y transversales, Parcheo y Acometidas de Servicios, huecos, Desprendimiento de agregados.

**Figura 12:** Consolidado por porcentaje participación por tipo de fallas.

MX	AREA DE TRAMO	PCI	CLASIFICACIÓN	PCI PROMEDIO %	CLASIFICACION DE FALLA PROMEDIO
MUESTRA 1	240	37	MALO	21.75	MUY MALO
MUESTRA 2	240	22	MUY MALO		
MUESTRA 3	240	15	MUY MALO		
MUESTRA 4	240	9	FALLADO		
MUESTRA 5	240	8	FALLADO		
MUESTRA 6	240	32	MALO		
MUESTRA 7	240	22	MUY MALO		
MUESTRA 8	240	29	MALO		

Fuente: Los Investigadores abril 2021.

### Resultados de los objetivos específicos.

A. Realizar un inventario global de los componentes viales de la Avenida Casma de la ciudad de Yaután, Casma, en el año 2021, aplicando la metodología recomendada por el manual de conservación o mantenimiento vial del Ministerio de Transporte, utilizando las normas ASTM D6 33 y ASTM D53 0.5

B. Se clasificó el estado de condición Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021, aplicando la metodología estandarizada por ASTM D6433 y ASTM D5340.5.

C. Se elaboro la propuesta de solución, para la intervención de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.

Así mismo, se han determinado los objetivos, aplicando los cálculos de (PCI), por lo que se determinan los valores de inferencia corregidos (VDC) y finalmente se obtienen las fallas provocadas por pavimento hidráulico, esto es función de las muestras tratadas, es decir, los de las muestras n°01 a n°8

**Unidad de Muestreo 01:** Estado del pavimento flexible Av. Casma, distrito de Yaután, Casma-Ancash.

**Tabla 7:** *Calculo del Maximo Valor Deducido (Mx. Valor Q)*

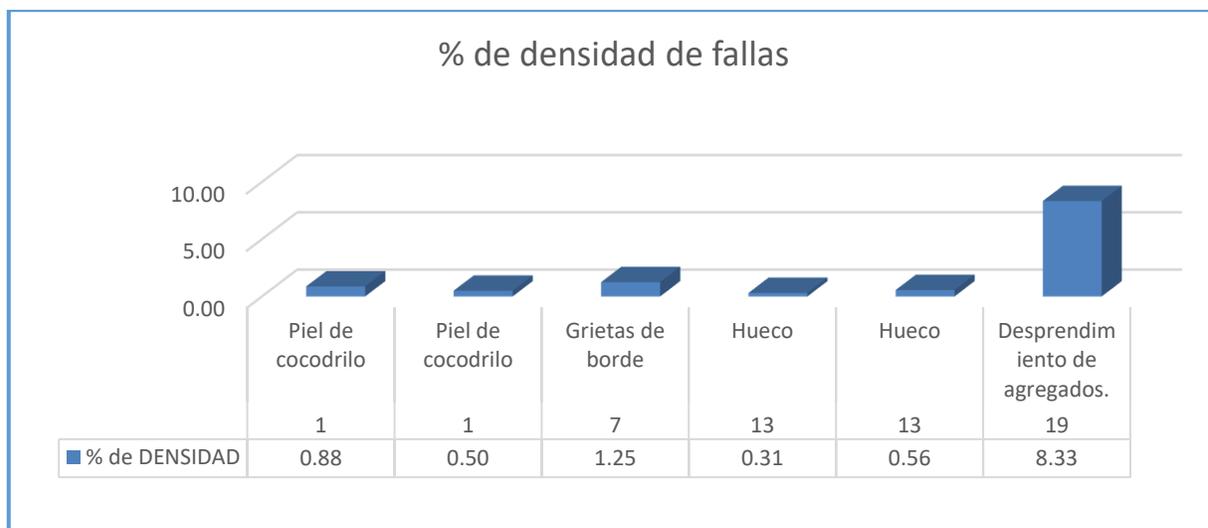
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									TDV	Q	CDV
1	42	22	19	18	17	8			126	6	62
2	42	22	19	18	17	2			120	5	63
3	42	22	19	18	2	2			105	4	60
4	42	22	19	2	2	2			89	3	57
5	42	22	2	2	2	2			72	2	52
6	42	2	2	3	2	2			53	1	54

HDV	63
PCI	37
CLASIFICACIÓN MALO.	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021

Figura 13: Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra 1



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Se describe:** En base al objetivo planteado en el estudio se logró el PCI de la muestra número 01, representativa de la avenida Casma, distrito de Yaután, Casma Ancash.

**Se interpreta que:** Se evidencia el valor del PCI es de 37, la cual da lugar a una calificación MALO.

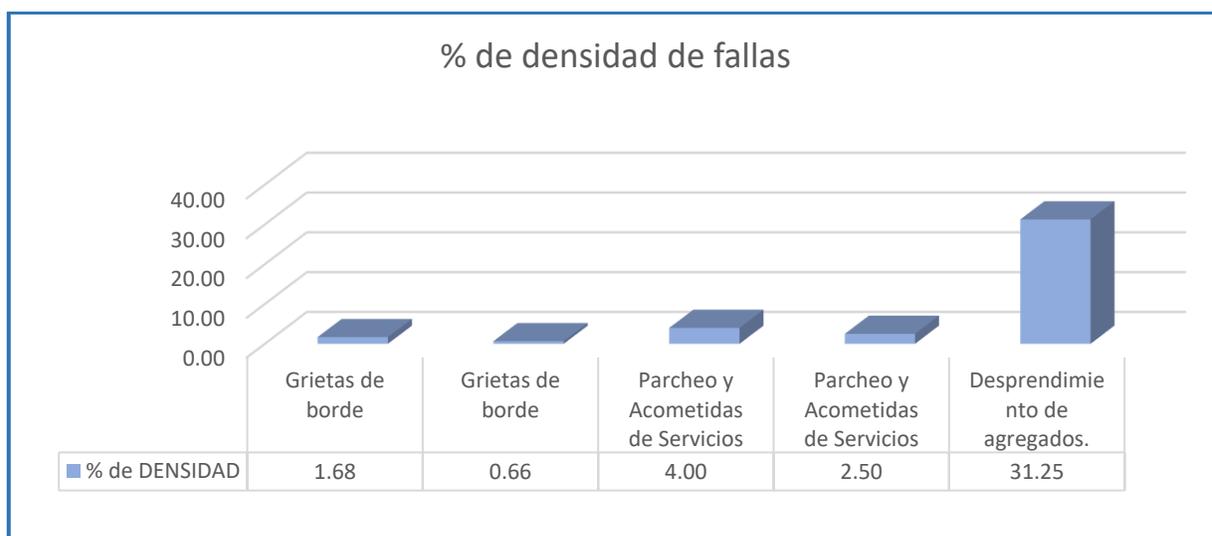
Tabla 8: Porcentajes que participan en la muestra N° 01

TIPOS DE FALLAS		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
1	Piel de cocodrilo	M2	M	2.10	0.88	18	126
1	Piel de cocodrilo	M2	L	1.20	0.50	22	
7	Grietas de borde	M	M	3.00	1.25	8	
13	Hueco	Nº	M	0.74	0.31	19	
13	Hueco	Nº	H	1.34	0.56	42	
19	Desprendimiento de agregados.	M2	M	20.00	8.33	17	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.



Figura 15: Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 2



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Se describe:** En base al objetivo planteado en el estudio se obtuvo el PCI de la muestra número 02, representativa de la avenida Casma, distrito de Yaután, Casma, Ancash.

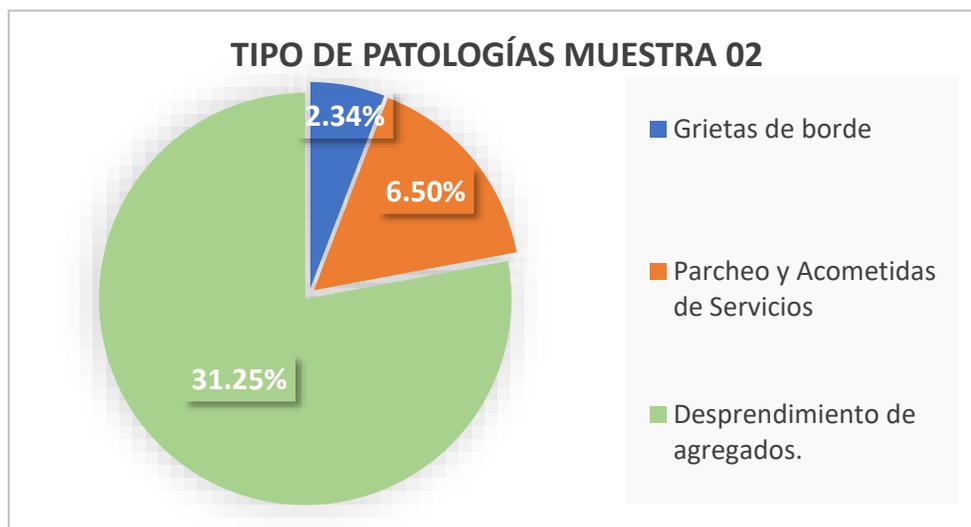
**Se interpreta que:** Se resalta un valor de PCI de 22, lo que da como resultado una calificación de MUY MALO.

Tabla 10: Porcentajes que participan en la muestra N° 02

TIPOS DE FALLAS		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
7	Grietas de borde	m2	M	4.02	1.68	9	127
7	Grietas de borde	m2	H	1.575	0.66	8	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	M	9.6	4.00	20	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	H	6	2.50	28	
19	Desprendimiento de agregados.	m2	M	75	31.25	62	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021

Figura 16: Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 02



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Interpretación:** Se puede visualizar claramente en el denominador 02 cada patología que manifiesta, de la siguiente manera: Grieta borde 2,34%, Parcheo y acometidas de servicios 6.50%, desprendimiento de agregados 31.25%.

**Unidad de Muestreo 03:** Estado del pavimento flexible la Av. Casma distrito de Yaután, Provincia de Casma-Ancash

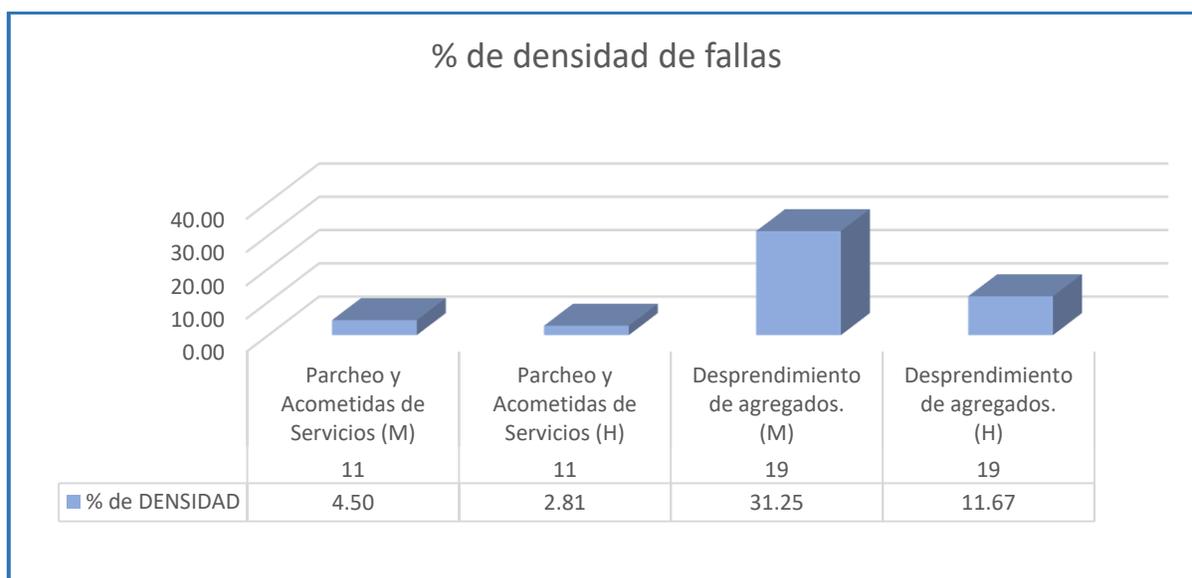
Tabla 11: Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M3.

VALORES DEDUCIDOS								TDV	Q	CDV
1	59	30	28	21	16.8			155.8	5	79
2	59	30	28	21	2			142	4	84
3	59	30	28	2	2			124	3	85
4	59	30	2	2	2			99	2	70
5	59	2	2	2	2			72	1	72

HDV	85
PCI	15
CLASIFICACIÓN MUY MALO.	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021

Figura 17: Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 03



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Interpretación:**

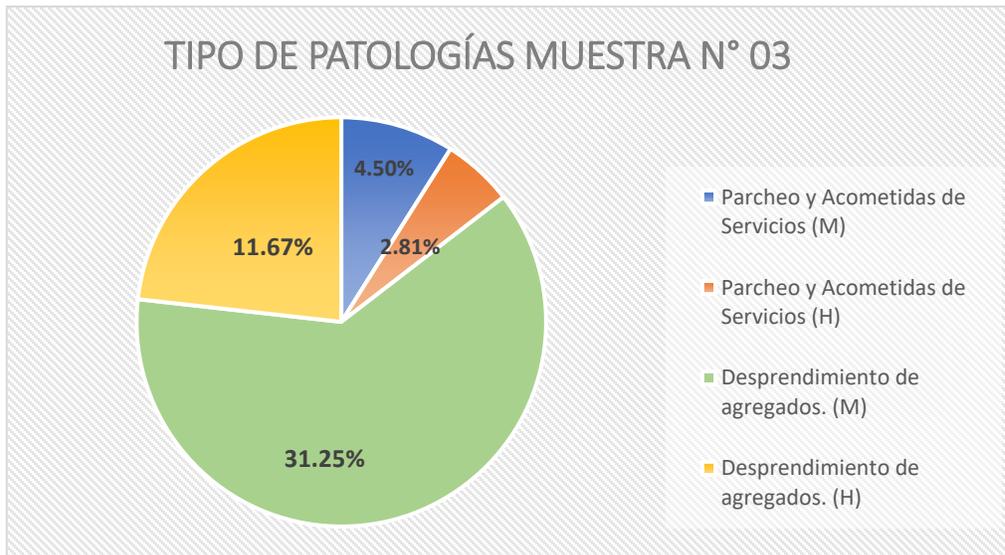
Se evidencia el valor del PCI de 15, la cual da lugar a una calificación MUY MALO.

Tabla 12: Porcentajes que participan en la muestra N° 03

TIPOS DE FALLAS		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	10.80	4.50	21	138
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	6.75	2.81	23	
19	Desprendimiento de agregados. (M)	m2	M	75	31.25	30	
19	Desprendimiento de agregados. (H)	m2	H	28	11.67	59	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

Figura 18: Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 03



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Interpretación:** Se puede visualizar claramente en el denominador 03 cada patología que manifiesta, la mezcla asfáltica: parcheo y acometidas de servicio 7.33%, desprendimiento de agregados 42.92%.

**Unidad de Muestreo 04:** estado del pavimento flexible la Av. Casma, distrito de Yaután, Provincia de Casma-Ancash.

Tabla 13: Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M4

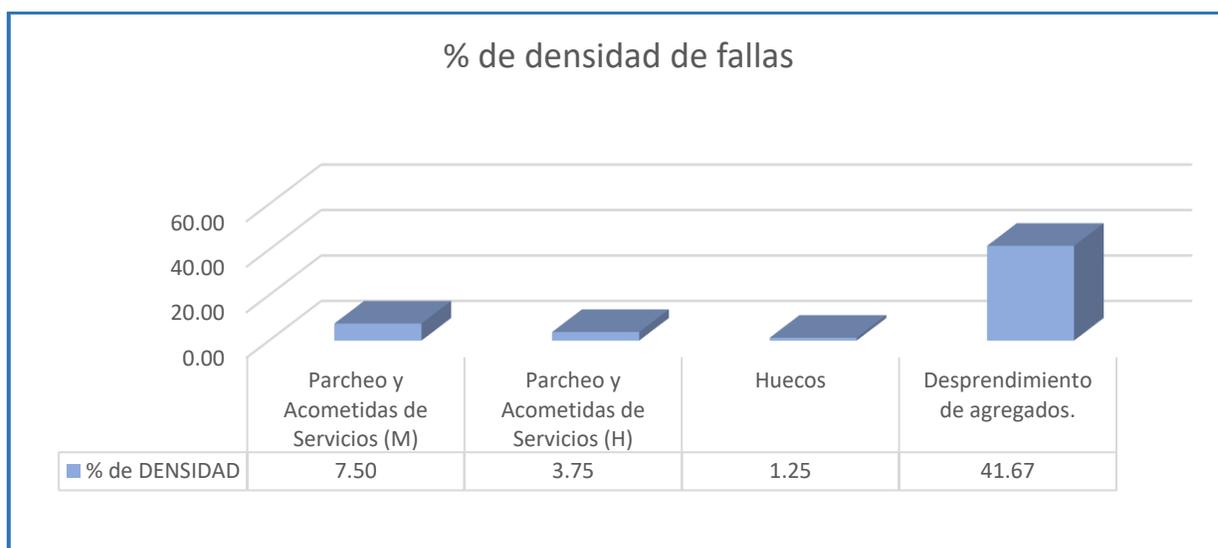
CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							TDV	Q	CDV
1	58	34	32	28	22.4		174.4	5	91
2	58	34	32	28	2		154	4	86
3	58	34	32	2	2		128	3	72
4	58	34	2	2	2		98	2	70
5	58	2	2	2	2		66	1	68

HDV	91
PCI	9
CLASIFICACIÓN FALLADO.	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

Figura 19: Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 04



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Se describe:** Con base en el objetivo realizado en el estudio, se obtuvo el PCI de la muestra número N° 04, que representa un tramo de Av. Casma, Yaután, Casma Ancash.

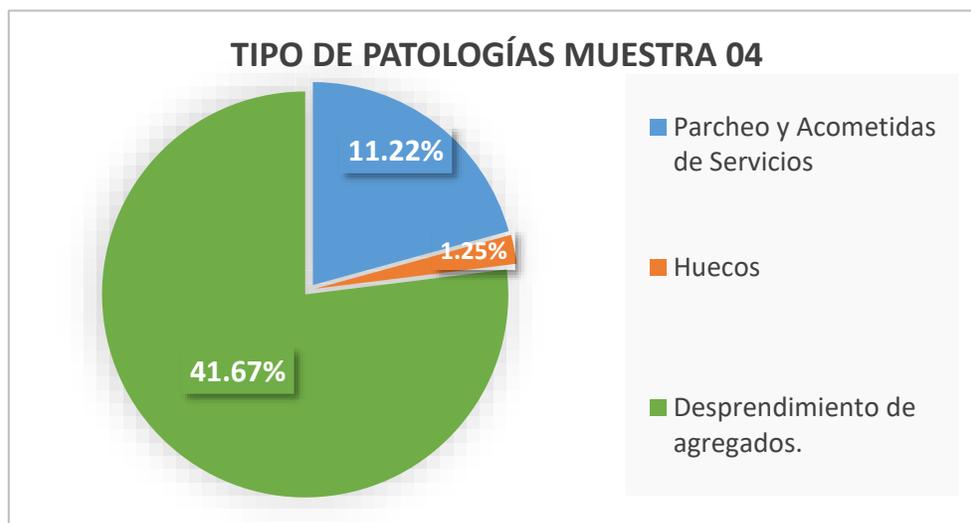
**Se interpreta que:** Se evidencia el valor del PCI de 9, la cual da lugar a una calificación FALLADO.

Tabla 14: Porcentajes que participan en la muestra N° 04

TIPOS DE FALLAS		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	18	7.50	28	152
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	9	3.75	32	
13	Huecos	Nº	H	3	1.25	58	
19	Desprendimiento de agregados.	m2	M	100	41.67	34	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

Figura 20: Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 04



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Interpretación:** Se puede visualizar claramente en la figura 20 que cada patología que manifiesta, a saber: Parcheo y acometida de servicios 11.22%, huecos 1.25%, desprendimiento de agregados 41.67%.

**Unidad de Muestreo 05:** Estado del pavimento flexible en la Av. Casma, distrito de Yaután, Provincia de Casma-Ancash

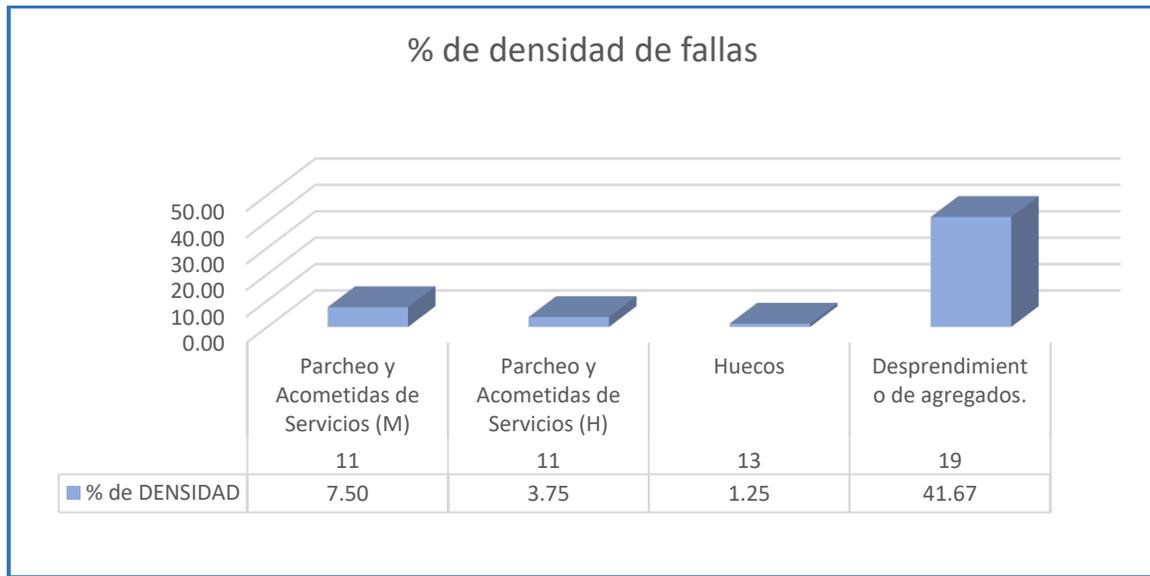
Muestra N° 05: Determinación Del PCI y el Valor Deducido Corregido (VDC).

**Tabla 15:** Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M5

CALCULO DEL PCI												
VALORES DEDUCIDOS									TDV	Q	CDV	
1	69	39	35	31					174	4	92	
2	69	39	35	2					145	3	85	
3	69	39	2	2					112	2	78	
4	69	2	2	2					75	1	74	
									HDV	92		
									PCI	8		
									CLASIFICACIÓN FALLADO			

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

Figura 21: Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 05



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

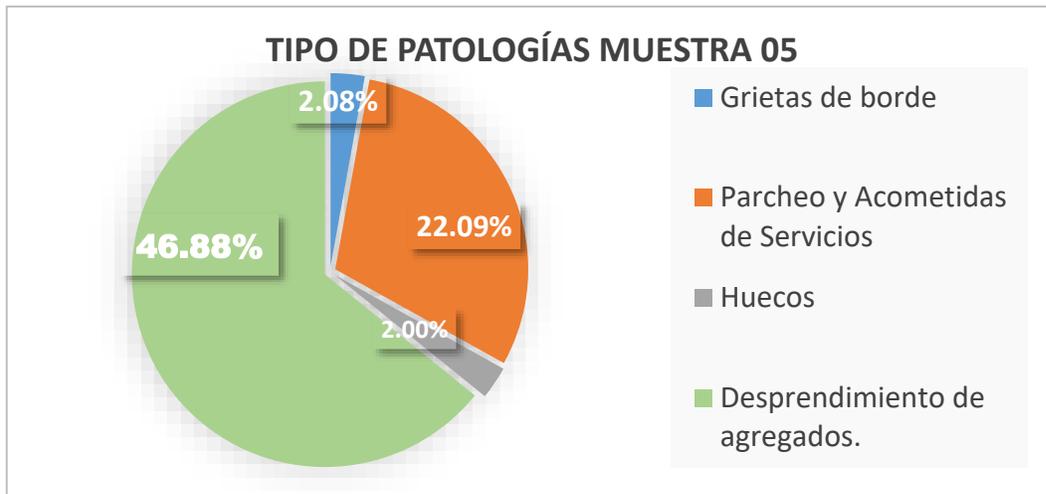
**Interpretación:** Se evidencia el valor del PCI de 8, la cual da lugar a una calificación FALLADO.

Tabla 16: Porcentajes que participan en la muestra N° 05

TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	
7	Grietas de borde	m	M	5	2.08	11	185
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	45.5	18.96	39	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	7.5	3.13	31	
13	Huecos	Nº	H	4.8	2.00	69	
19	Desprendimiento de agregados.	m2	M	112.5	46.88	35	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021

Figura 22: Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 05



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Interpretación:** es posible visualizar claramente, en el la figura 22, los distintos tipos de fallas distribuidas en porcentaje, de la siguiente manera: Grietas de borde 2.08%, Parcheo y acometida de servicios 22.09%, huecos 2.00%, desprendimiento de agregados 46.88%.

**Unidad de Muestreo 06:** Estado del pavimento Flexible en la Av. Casma distrito de Yaután, Casma-Ancash.

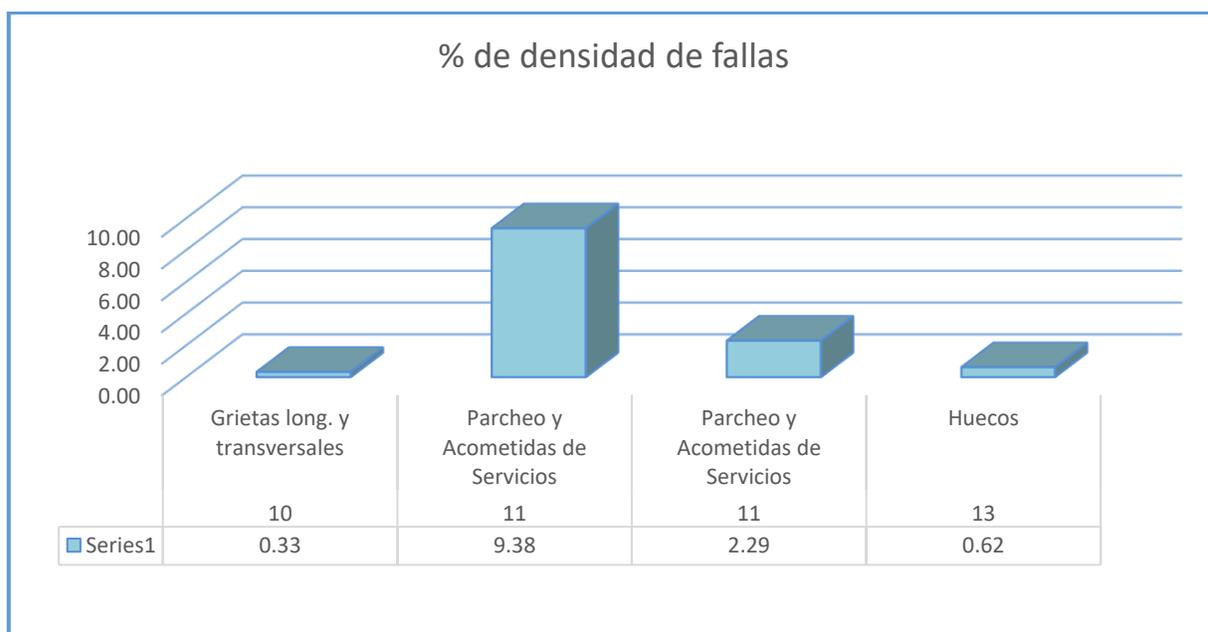
Tabla 17: Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M6

CALCULO DEL PCI										CDT	Q	CDV
VALORES DEDUCIDOS												
1	31	29	28	18	4	2	2			114	7	56
2	31	29	28	18	4	2	2			114	6	56
3	31	29	28	18	4	2	2			114	5	60
4	31	29	28	18	2	2	2			112	4	65
5	31	29	28	2	2	2	2			96	3	68
6	31	29	2	2	2	2	2			70	2	51
5	31	2	2	2	2	2	2			43	1	43

HDV	68
PCI	32
CLASIFICACIÓN	
MALO.	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

Figura 23: Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 06



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

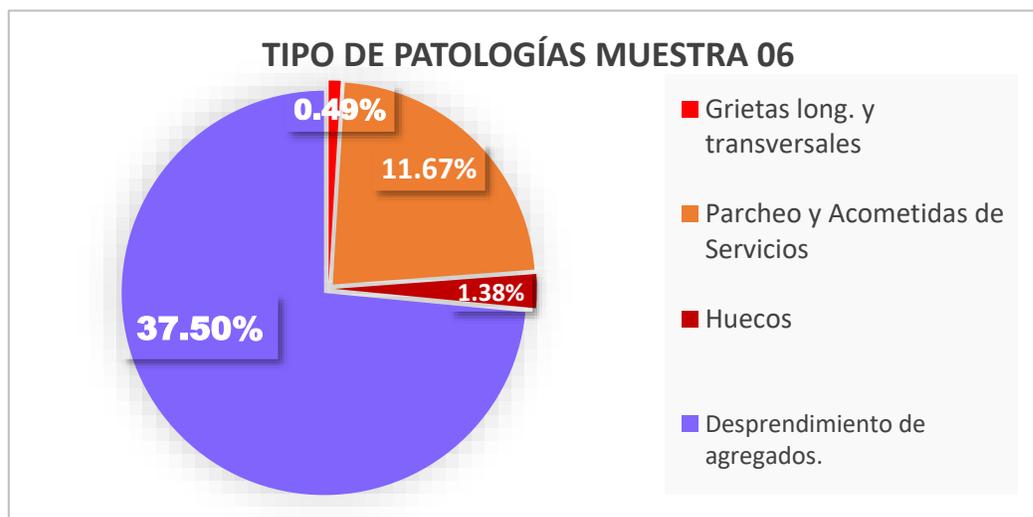
**Interpretación:** Se evidencia el valor del PCI de 32, la cual da lugar a una calificación MALO.

Tabla 18: Porcentajes que participan en la muestra N° 06

TIPOS DE FALLAS		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
10	Grietas long. y transversales	<i>m</i>	H	0.78	0.33	4	110
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	<i>m2</i>	M	22.50	9.38	29	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	<i>m2</i>	H	5.50	2.29	28	
13	Huecos	<i>Nº</i>	H	1.49	0.62	18	
19	Desprendimiento de agregados.	<i>m2</i>	M	90.00	37.50	31	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021

Figura 24: Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 06



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Interpretación:** Evidentemente, en la figura 24, se puede visualizar, cada patología que se manifiesta en la UM 06, tal es así: Grietas long. y transversales 0.49%, Parcheo y acometida de servicios 11.67%, huecos 1.38%, desprendimiento de agregados 37.50%.

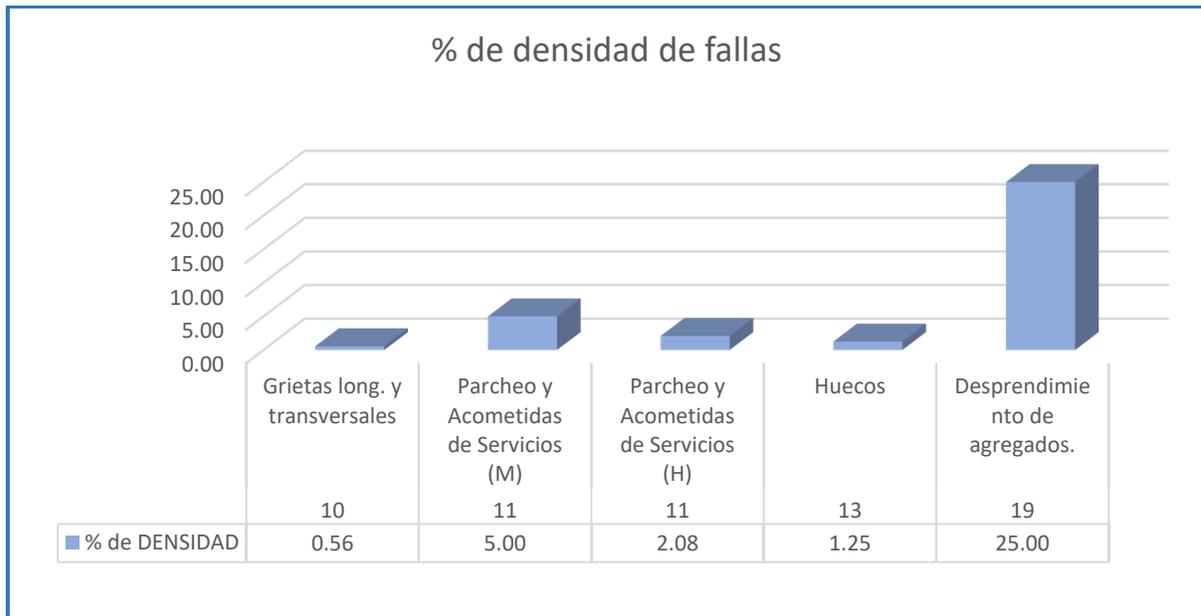
**Unidad de Muestreo 07:** Estado del pavimento Av. Casma, distrito de Yaután, Casma, Ancash.

Tabla 19: Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M7.

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
1	60	38	21	12	8			139	5	78
2	60	38	21	12	2			133	4	75
3	60	38	21	2	2			123	3	77
4	60	38	2	2	2			104	2	73
5	60	2	2	2	2			68	1	69
								HDV	78	
								PCI	22	
								CLASIFICACIÓN MUY MALO		

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

Figura 25: Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 07



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

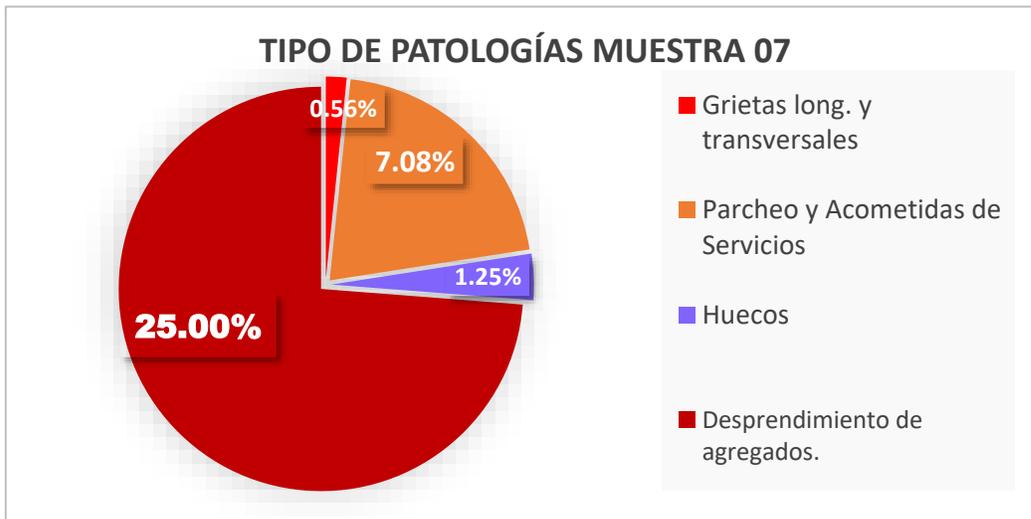
**Se interpreta que:** Se evidencia el valor del PCI de 22, la cual da lugar a una calificación MUY MALO.

Tabla 20: Porcentajes que participan en la muestra N° 07

	TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
10	Grietas long. y transversales	<i>m</i>	M	1.35	0.56	8	139
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	<i>m2</i>	M	12	5.00	21	
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	<i>m2</i>	H	5	2.08	12	
13	Huecos	<i>M2</i>	M	3	1.25	38	
19	Desprendimiento de agregados.	<i>m2</i>	H	60	25.00	60	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

Figura 26: Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 07



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Interpretación:** claramente se puede visualizar en la muestra N°07 cada clase de patologías que presenta, siendo los siguientes: Grietas long. y transversales 0.56%, Parcheo y acometida de servicios 7.08%, huecos 1.25%, desprendimiento de agregados 25.00%.

**Unidad de Muestreo 08:** Estado del pavimento Av. Casma distrito de Yaután, Casma-Ancash.

Tabla 21: Cálculo del Máximo Valor Deducido Corregido (Max. Valor Q) – M8

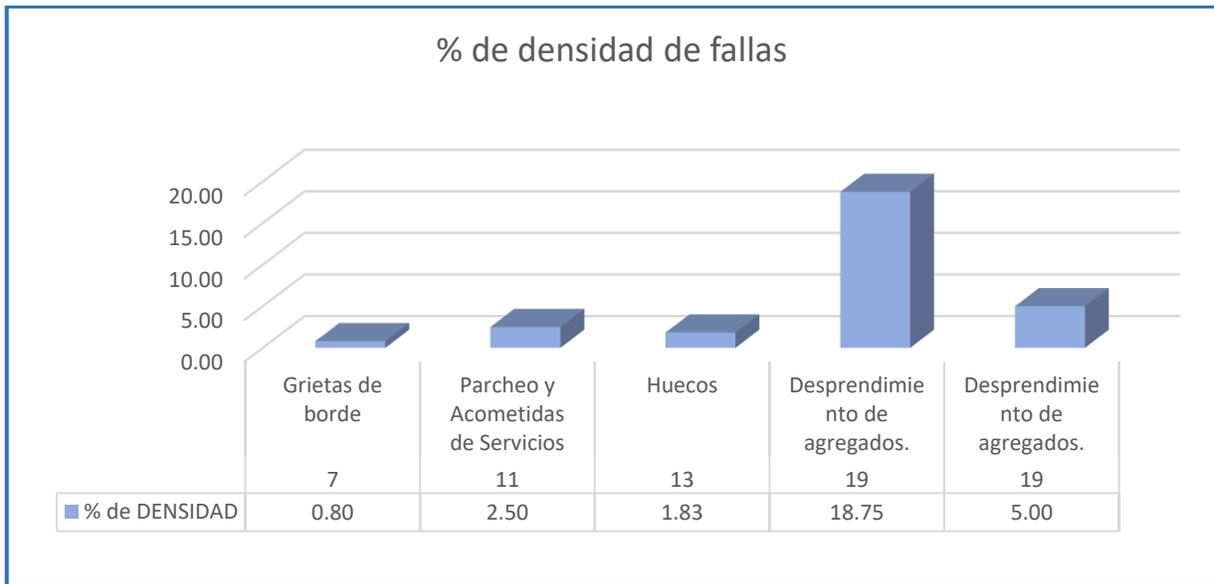
CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
1	52	30	22	16	9			129	5	68
2	52	30	22	16	2			122	4	71
3	52	30	22	2	2			108	3	67
4	52	30	2	2	2			88	2	63
5	52	2	2	2	2			60	1	60

HDV	71
PCI	29
CLASIFICACIÓN <b>MALO</b>	

Fuente: Los Investigadores, abril 2021.

Figura 27: Tipo de falla y porcentaje de densidad de la muestra N° 08



Fuente: Los Investigadores, abril 2021

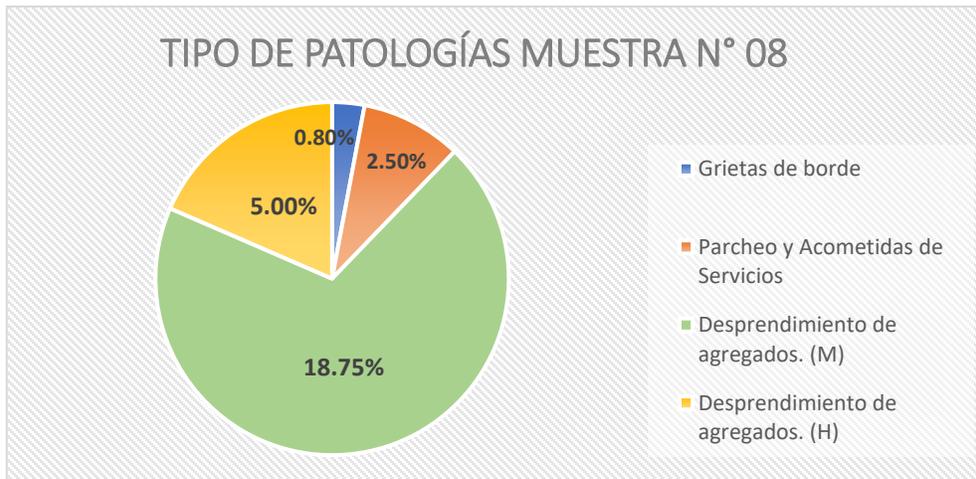
**Se interpreta que:** Se evidencia el valor del PCI de 29, la cual da lugar a una calificación MALO.

Tabla 22: Porcentajes que participan en la muestra N° 08

TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT
7 Grietas de borde	m2	H	1.92	0.80	9	129
11 Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	M	6	2.50	16	
13 Huecos	m2	H	4.4	1.83	52	
19 Desprendimiento de agregados.	m2	M	45	18.75	22	
19 Desprendimiento de agregados.	m2	H	12	5.00	30	

Fuente: Los investigadores, abril 2021

Figura 28: Tipos De Patologías que se evidencia en la muestra N° 08

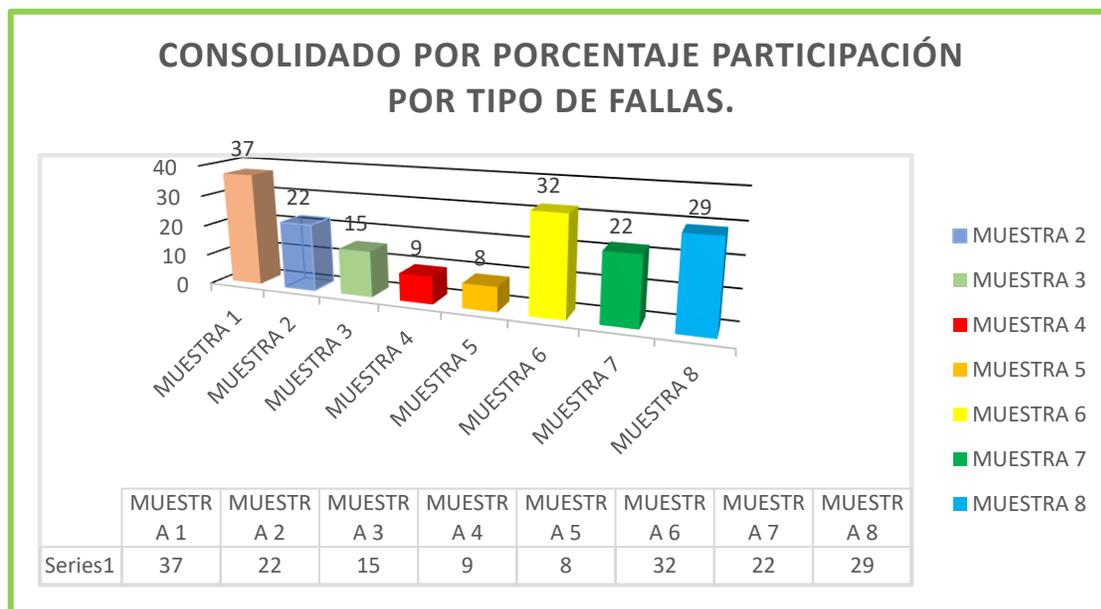


Fuente: Los Investigadores, abril 2021

**Interpretación:** Puede visualizar claramente en el denominador 08 cada patología que manifiesta, en el pavimento flexible: Grietas de borde 0.80%, Parcheo y acometida de servicios 2.50%, huecos 1.83%, desprendimiento de agregados 23.75%.

Cuadro consolidado de % PCI de las muestras de ensayo considerados en el presente estudio en el estado del pavimento Av. Casma, distrito de Yaután, Casma-Ancash.

Figura 29: Consolidado de muestras PCI % de 8 muestras.



	MUESTR A 1	MUESTR A 2	MUESTR A 3	MUESTR A 4	MUESTR A 5	MUESTR A 6	MUESTR A 7	MUESTR A 8
Series1	37	22	15	9	8	32	22	29

Elaborar una propuesta de solución, para la intervención de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.

**Tabla 23:** *alternativas de solución para el tipo de patologías según su severidad.*

No.	TIPOS DE FALLAS	NIVEL DE SEVERIDAD	ALTERNATIVAS DE INTERVENCIÓN
1	Piel de cocodrilo	Baja	Intervención tipo Sellado Superficial
		Media	Intervención tipo Bacheo Profundo
7	Grietas de borde	Media	Intervención tipo Sellado de Grietas
		Alta	Intervención tipo Sellado de Grietas
10	Grietas long. y transversales	Media	Intervención tipo Sellado de Grietas
		Alta	Intervención tipo Sellado de Grietas
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	Media	Intervención tipo Bacheo Superficial
		Alta	Intervención tipo Bacheo Profundo
13	Huecos	Media	Intervención tipo Bacheo Superficial
		Alta	Intervención tipo Bacheo Profundo
19	Desprendimiento de agregados	Media	Intervención tipo Bacheo Superficial
		Alta	Intervención tipo Bacheo Superficial

Fuente: Los investigadores, abril 2021

**Interpretación:** para el tipo de falla como es la piel de cocodrilo según la tabla 23, se recomienda una intervención tipo sellado superficial para la severidad baja y tipo bacheo profundo para severidad media, para las grietas de borde y grietas longitudinales y transversales, se recomienda una intervención tipo Sellado de Grietas; para la falla parcheo y acometidas de servicios, se recomienda una intervención tipo bacheo superficial; para los huecos que cuenten con severidad media se recomienda una intervención tipo bacheo superficial y cuando cuenta con una severidad alta se aplica una del tipo bacheo profundo; para el tipo de falla desprendimiento de agregados, se plantea una alternativa de solución del tipo bacheo superficial tanto como para la severidad media y alta.

## **V. DISCUSIÓN**

En la investigación realizada se contrastó las conclusiones y resultados con los antecedentes y el marco teórico. El análisis se presentó a detalle iniciando con:

### **Con los antecedentes**

Respecto a la investigación antecedente de Baque (2020) se encontró un PCI de 49, es decir de condición regular, este resultado es cercanamente similar a la presente investigación en donde se encontró un PCI de 42, las patologías encontradas fueron similares, estos fueron, desprendimiento de Agregados, Piel de Cocodrilo, Grietas en Bloque Grietas Longitudinales y Transversales, Parches, Grietas de Borde, Hinchamientos; todos con porcentajes parecidos. Ambas investigaciones coinciden en que las fallas con mayor nivel de severidad que se presentaron en la capa de rodadura tal como Piel de cocodrilo y las Grietas Longitudinales y Transversales.

Con referencia a la investigación antecedente de Pallasco (2018), en esta investigación se encontró que en los tramos de estudio se identificaron ahuellamientos sin impactos negativos a la función estructural, al respecto, se recomendó realizar el proceso de fresado con la finalidad de retirar abultamientos a lo largo de la vía, esto difiere con la presente investigación en donde se alcanzó una propuesta general de mantenimiento preventivo. Respecto al mantenimiento de la capa de rodadura la cual dependió de los programas institucionales fueron similares la realidad de la presente investigación, también coincidieron en el escaso cuidado de la ciudadanía hacia sus vías de comunicación.

Sobre la investigación antecedente de Hurtado (2016) concluyó que en el encontró la vía en estudio en malas condiciones estructurales, esto es, en condiciones regulares y pobres, esto fue similar a los problemas encontrados en la presente investigación. En el estudio antecedente se realizaron mantenimientos para mejorar la serviciabilidad y que los costos de mantenimiento se incrementaron en 400%, en la presente investigación se determinó la necesidad de mantenimiento pero no se realizaron dichos mantenimientos, pero se alcanzó una propuesta de mantenimiento. Respecto

al mantenimiento de la capa de rodadura la cual dependió de los programas institucionales fueron similares la realidad de la presente investigación, también coincidieron en el escaso cuidado de la ciudadanía hacia sus vías de comunicación.

En la investigación antecedente de Cusi (2020), esta investigación concluyó que el IPC del pavimento fue de 8.63, la cual fue considerado como pavimento FALLADO, en comparación con la presente investigación que la vía de la investigación antecedente presentó mayores fallas, que las fallas más encontradas fueron Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grieta de borde, desnivel carril berma, Huecos, Ahuellamientos, Hinchamiento y desprendimiento de agregados; estos tipos en su mayoría también fueron encontrados en la presente investigación pero con menores índices de severidad.

Con referencia a la investigación antecedente de Araujo y Carmen (2020) se encontró que las diferentes muestras estudiadas se encontraban en estados muy buenos, buenos, regular, pobre y colapsado, con la diferencia que en la presente investigación se encontraron regular y FALLADO. Las fallas más encontradas en la investigación antecedente fueron; las Fisuras y grietas, Bacheos o parches, Recapeo Asfáltico, esto es, las mismas encontradas en la presente investigación. En ambas investigaciones se alcanzaron propuesta de mantenimiento en función a las fallas encontradas.

Respecto a la investigación antecedente de Ramos y Ramos (2018) concluyeron que el 30% de las vías estudiadas presentaron un estado de pavimento regular con un PCI entre 40 y 55; estos indicadores de PCI difieren ligeramente con los encontrados en la presente investigación que fueron de 42 y 43, esto significa que la vía de la presente investigación estuvo en un estado REGULAR. Que las fallas con mayor frecuencia identificadas en la carpeta asfáltica evaluada fueron Piel de cocodrilo, agrietamiento en bloque, grietas de borde, grietas longitudinal y transversal, exudación, parcheo, huecos, ahuellamientos y por último desprendimiento de agregados, estas fallas son en un 50% similares a los encontrados en la presente investigación.

Con referencia a la investigación antecedente de Leguía y Pacheco (2016) se encontraron 14 tipos de fallas con severidad: Baja, Media y Alta, lo cual difiere parcialmente con la presente investigación en donde se encontró un índice de severidad media. Que la aplicación del método Pavement Condition Index, se encontró un PCI de 51.84, al respecto, en la presente investigación se encontró un PCI entre 42 y 43, esto significa que en ambas investigaciones se encontró un estado de conservación Regular. Se coincide en que la aplicación de la metodología Pavement Condition Index permitió clasificar el estado de conservación en el que se encontraron los pavimentos flexibles, así como también el tipo de fallas que presentaron, y con ello se pudo tomar las decisiones correspondientes.

Sobre la investigación antecedente de Contreras (2019), el investigador encontró ocho fallas diferentes, fisura longitudinal, huecos o baches, piel de cocodrilo, agrietamiento, reparaciones o parchados y fisuras, estas mismas fallas fueron encontrados en la presente investigación, pero con diferentes porcentajes de frecuencia y severidad.

En la investigación antecedente de Silva (2019), se tuvo como conclusiones que se encontró diversos tipos de fallas, siendo las más comunes el desprendimiento de agregados de moderación rastrera, que una buena parte de la vía presentaba media y adhesión en varios tramos, que el 62.5% de las muestras presentaron gran porción del área desprendida y que el 37.5% del área estaba desprendida; estos resultados difieren con lo encontrado en la vía estudiada en la presente investigación. Esto indica que la vía de la investigación antecedente presentaba fallas de proceso y de calidad de material en la obra.

Respecto a la investigación antecedente de Matta (2019), se identificaron patologías tales como melladura de filo, hundimientos, huecos y parcheo, etc. Estos resultados difieren significativamente con las fallas encontradas en la presente investigación a pesar de que se aplicaron las mismas metodologías del estudio de fallas, esto significa que las vías de la investigación antecedente tuvieron problemas de procesos constructivos y de uso de material asfaltante. La investigación aplicó otra metodología para estudios de la estructura del asfalto, esto difiere de la metodología empleada en

la presente investigación, en donde se limitó a identificar y evaluar las fallas de la avenida y proponer un plan de mantenimiento de las fallas encontradas con la finalidad de dar continuidad y usabilidad a la avenida.

### **Con el marco teórico**

De acuerdo con los resultados obtenidos en la presente investigación, se está totalmente de acuerdo con que las fallas son el resultado de interacciones complejas de diseño, materiales, cimentación, tránsito vehicular y entorno externo tal como la atmósfera (Drakos, 2012). Se concuerda con que diversos factores combinados, entre ellos la no utilización de los materiales adecuados, de uso de asfalto de mala calidad, la falta de cuidado de parte del ciudadano, las cargas excesivas de los vehículos de transporte, procesos constructivos, etc., todos ellos influyen en el deterioro continuo de la vía.

Se está de acuerdo con que las condiciones de una determinada vía se agrava cuando se descuidan en los materiales, en los procesos y en el cuidado y mantenimiento de la vía, ello va a conducir a la generación o aparición de diversos tipos e fallas (Bacilio y Chávez, 2020). Se concuerda con que las fallas superficiales son fallas presentes en la envoltura de rodamiento o capa de rodadura, ello se debe a los deterioros en el estrato de rodadura y que no guardan relación con la armazón de la calzada (Váldez y Alonso, 2017; Reddy, 2005). Se está de acuerdo con que la corrección de estas fallas se logra corrigiendo las fallas estructurales y que comprende los defectos del envoltorio de rodamiento, cuyo acceso es una falla en el cabestrillo de la tierra, en otras palabras, de una o más capas constitutivas que deben sobrellevar las sollicitaciones que imponen el tránsito y el clan de circunstancias climáticos (Tello et al, 2021; Conza, 2016, p.149).

Acordar que el mantenimiento comienza con un documento técnico que permite a los responsables planificar, presupuestar, dirigir y controlar las actividades de mantenimiento vial; y al norte de la misma está la designación de criterios apropiados especificados para la gestión de las actividades de ingeniería del clan de carácter regular y periódico, realizadas en caminos, incluidos puentes, túneles y sus demás

cimientos, para que se conserven. en el nivel correcto de servicios (Woo, S. & Yeo, 2016; Magdi, 2015).

Se acuerda que el mantenimiento o conservación vial cuenta con el Pliego de Condiciones Generales de Mantenimiento Vial, el cual deberá ser aplicado sin sorpresas, sin embargo, siempre requerirá trabajo urgente a realizarse., Se propondrá como pliego específico, se gestionará la aprobación y reporte. a las autoridades reguladoras de equipos viales (MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES, 2014).

Se concuerda con la concepción de que el Proceso constructivo. De mantenimiento sirve para corregir deficiencias en los procesos de construcción y mantenimiento de las vías de comunicación, mal linaje y dosificación de materiales. Que las estructuras de calle débiles se originan por procesos constructivos y uso de materiales de mala calidad, construcción con espesores incorrectos de las capas, diseños inadecuados, y muchas veces vicio en la disposición y compactación de las capas (Taylor & Philip, 2015).

De acuerdo con lo evidenciado en la investigación, se está de acuerdo con que las fisuras de piel de cocodrilo son una serie de galletas interconectadas que se originan debido a fallos de fatiga de la capa de laminación de asfalto bajo la acción repetida de las cargas de tráfico. Unidad medida m<sup>2</sup> (Zhaoxiang, Xiao & Chad, 2017; Choque, 2017p.89).

Se está de acuerdo con que las fisuras de borde son grietas con una tendencia longitudinal en semicircular ubicado cerca del borde de la carretera, generalmente se presentan por la ausencia de berma o la diferencia en el nivel de la Berma y la carretera (Cantuarias, 2017

## **VI. CONCLUSIONES**

1. En la evaluación de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma 2021, se encontró que la vía estudiada tuvo 655 m de longitud en donde se encontró un promedio PCI de 21.75, con la evaluación de 8 muestras siendo clasificado con falla promedio “MUY MALO”.
2. Las condiciones de la vía encontrada en las 8 muestras fueron: PCI consolidado de las 8 muestras presentó un promedio de 21.75, con un PCI entre 25 – 10, cuya condición fue MUY MALO, esto significó que el pavimento flexible requiere de una construcción inmediata. Que la condición encontrada en la muestra N° 01 fue MALO con PCI 37 ; en la muestra N° 02 MUY MALO con PCI 22.0, muestra N° 03 MUY MALO, con PCI 15.0, muestra N° 04 FALLADO con PCI 9.0, muestra N° 05 FALLADO con PCI 8.0, muestra N° 06 MALO con PCI 32.0, muestra N° 07 MUY MALO con PCI 22.0, y la muestra N° 08 MALO, con PCI 29.0.
3. La alternativa de solución propuesta para la intervención de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma 2021, va a permitir mejorar las condiciones de la vía estudiada.

## **VII. RECOMENDACIONES**

1. Las autoridades correspondientes deben de realizar varias evaluaciones con muestras consistentes para obtener resultados complejos y conocer más sobre las diferentes fallas comunes en las vías y así plantear diseñar y ejecutar pavimento de vías flexibles duraderas y seguras.
2. Las autoridades correspondientes deben de analizar más tramos de su jurisdicción con la finalidad de conocer e identificar los tipos de fallas en tramos cortos y largos; para realizar rehabilitación y mantenimiento inmediata de las vías para un normal tránsito de vehículos. Las autoridades correspondientes, en función a los resultados obtenidos del estudio en el lugar deben tener muy en cuenta, ya que estos resultados van a permitir identificar el riesgo que presentan las vías de la ciudad, específicamente en la avenida Casma, Distrito de Yaután, Casma. Asimismo, las autoridades deben tener en cuenta la propuesta alcanzada en la presente investigación.
3. Las autoridades correspondientes, deben tener en cuenta y aplicar la alternativa de solución propuesta, para la intervención de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021 debido a que permitirá mejorar las condiciones de la vía indicada.

## REFERENCIAS

AASHTO, ASTM D 6333-03. Standard Test Method for Airport Pavement Condition Index Surveys. American Society for Testing and Materials. Estados Unidos. 2004. <http://www.cee.mtu.edu/~balkire/CE5403/ASTMD6433.pdf>.

ADEFEMI, B. A. & IBRAHIM, A. A. Flexible Pavement Assessment of Selected Highways in Ifelodun Local Government, Ikirun-Osun, South – Western Nigeria. International Journal of Engineering and Technology, 2015. 5 (8), 475 – 484.

American Association of State Highway and Transportation Officials – AASHTO. Guide for design of pavement structures. Estados Unidos: American Association of State Highway And Transportation Officials. 1993.

ANDRADE, Alexis; CASTILLO Gabriela y CHACATER, Cristian. Efectos de la variabilidad de los datos iniciales en el índice de condición del pavimento y predicción de su deterioro. Novasinergia vol.4 no.1 Riobamba dic./may. 2021 Epub 01-Jun-2021. <https://doi.org/10.37135/ns.01.07.06> ISSN 2631-2654.

ARAUJO, Jhonny Alexander y CARMEN, Giann Slater. Evaluación superficial del pavimento flexible mediante la aplicación del método PCI en el jirón Los Incas. Distrito de Piura. Piura. 2020. Tesis de grado. Universidad César Vallejo. Piura. 2020.

BACILIO, J. C., & CHÁVEZ, K. A. Norma del índice de condición de pavimento (PCI) para la evaluación del estado de conservación en pavimentos urbanos, una revisión sistemática entre 2009-2019 (Trabajo de investigación). 2020. Repositorio de la Universidad Privada del Norte. Recuperado de <https://hdl.handle.net/11537/25758>.

BAQUE, Byron Simón. Evaluación del estado del pavimento flexible mediante el método del PCI de la carretera puerto-aeropuerto (Tramo II), Manta. Provincia de Manabí. Artículo de investigación. Vol. 6, núm. 2, abril-junio 2020, pp. 203-228. DOI: <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v6i2.1163>. 2020.

ISSN: 2477-8818.

BECERRA, Anni Sucely y UGAZ, Julia Victoria. Estudio de la Pavimentación de los Pueblos Jóvenes del Sur, del distrito de la Victoria, provincia de Chiclayo – departamento de Lambayeque. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Lambayeque, Universidad Nacional Pedro Gallo, 2015, 17 p.

BEXABITH, A. G. & CHANDRA, S. Comparative Study of Flexible and Rigid Pavements for Different Soil and Traffic Conditions. Journal of Indian Roads Congress, 2009. 153 - 162.

CANTUARIAS, L. & WATANABE, J. Aplicación del Método PCI para la Evaluación Superficial del Pavimento Flexible de la Avenida Camino Real de la Urbanización la Rinconada del Distrito de Trujillo (Tesis de pregrado). Universidad Privada Antenor Orrego, Trujillo, Perú. 2017.

CÁRDENAS, John Neals. Estudio comparativo de metodologías de relevamiento de fallas en caminos no pavimentados. Lima: Universidad Ricardo Palma. 2012.

CHOQUE, Juan Artemio. Estudio comparativo del Método PCI y el Manual de Conservación Vial MTC en la evaluación superficial de Pavimento flexible, tramo emp.pe-3s Atuncolla, 2017. Puno: Universidad Nacional del Altiplano. 2017.

CONTRERAS, Elvis Jeanpierre. Inventario de condición del pavimento flexible, de la carretera AN-107 de Carhuaz-Chacas-San Luis, Tramo Carhuaz Shilla Km 0+00 al Km 10+000, Provincia de Carhuaz-Ancash. Tesis de grado. Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Huaraz. 2019.

CONZA, D. Evaluación de las fallas de la carpeta asfáltica mediante el método PCI en la Av. Circunvalación Oeste de Juliaca (Tesis de pregrado). Universidad Peruana Unión, Juliaca, Perú. 2016.

COTE, Gina y VILLALBA, Lina. Índice de condición del pavimento rígido en la ciudad de Cartagena de indias y medidas de conservación. Caso de estudio: carrera 1ra del barrio Bocagrande. Cartagena de Indias Colombia: Universidad de Cartagena. 2017.

CUSI, Elizabeth. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en la carretera: EMP.PE-3S (Puno) Vilque Mañazo-EMP.PE-34A Huataqita del departamento de Puno (KM 0+00 AL KM 10+00). Tesis de grado. Universidad Andina Néstor Cáceres Velásquez. Juliaca. Perú. 2020.

DAS, Animesh. Structural Design of Asphalt Pavements: Principles and Practices. Transportation in Developing Economies, (1):25-32,2015.

DÍAZ, G. Evaluación, análisis y planteo de alternativas para la conservación y rehabilitación del pavimento asfáltico en la carretera Puente Cunyac-Cusco desde el km 890+000 al km 895+000 (Tesis pregrado). Universidad Pontificia Católica del Perú, Lima, Perú. 2017.

DRAKOS, C. University of Florida, Flexible Pavement Stress Analysis. Presentation, 2012.

ESTRADA, Lincolf Bryan. Determinación y evaluación de las patologías del concreto para obtener el índice de integridad estructural y condición operacional de la superficie de la pista en la avenida Túpac Amaru, distrito de Manantay, Coronel Portillo, Ucayali-abril 2017. Pucallpa, Perú: ULADECH, Tesis para optar el título profesional de ingeniero civil.

FREEMAN, R. B. & HARR, M. E. Stress Reduction for Flexible Pavement Systems. Journal of Transportation Engineering © ASCE. 2004. 496-502.

GEDAFA, D. S. Performance prediction and maintenance of flexible pavement. Proc. Mid-continent transportation research symposium, Ames, Iowa. 2007.

GHARAIBEH, N. G.; ZOU, Y. & SALIMINEAD, S. S. Assessing the agreement among pavement condition indexes. @ ASCE Journal of Transportation Engineering. 2010. Vol. 136, No. 8, 765 – 772.

GOMEZ, Susan. Diseño estructural del pavimento flexible para el anillo vial del óvalo Grau – Trujillo - la Libertad. Tesis (Título de Ingeniero Civil). Trujillo: Escuela Profesional de Ingeniería Civil, 2014. 110pp. Disponible en : <http://www.dspace.uce.edu.ec/handle/25000/5417>.

GUPTA, A.; KUMAR. O. & RASTOGI, R. Pavement deterioration and maintenance model for low volume roads. International Journal of Pavement Research and Technology. 2011. Volume 4, 195-202.

HAFIZYAR, R. Evaluation of Flexible Pavement Distress and Cost Analysis of Pavement Maintenance: A Case Study in Kabul Afghanistan. Master Dissertation. Dept. of Construction Management. Girne American University, 2018.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, María del Pilar. Metodología de la investigación. 5. ed. México: McGraw-Hill, 2010. 613pp. SBN: 978-607-15-0291-9 71.

HERNÁNDEZ, Roberto, FERNÁNDEZ, Carlos y BAPTISTA, Pilar. Metodología de la investigación, quinta edición, McGRAW-HILL / INTERAMERICANA EDITORES, S.A. DE C.V, México D.F, 2014, 589 pp. ISBN: 978-1-4562-2396-0.

HOFFMAN, M. S. A direct method for evaluating the structural needs of Flexible Pavements based on FWD Deflections. 2000.

HUANG, Yang. Pavement Analysis and Design. 2 ed. San Diego: Pearson Education. 2004.

HURTADO, William Marcelo. Evaluación funcional y estructural para determinar el deterioro de la estructura del pavimento en la avenida Abdón Calderón, parroquia Conocoto, cantón Quito, provincia de Pichincha. Tesis de grado. Universidad Internacional del Ecuador. 2016.

KANDIL, A. Effects of Pavement Overlay Characteristics on Pavement's long term Performance', Canadian Strategy Highway Research Programme (C-SHRP), Report. 2001.

LEGUÍA, P. & PACHECO, H. Evaluación Superficial del Pavimento Flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) En las Vías Arteriales: Cincuentenario, Colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima) (Tesis de pregrado). Universidad San Martín de Porres, Lima, Perú. 2016.

LEGUÍA, Paola Beatriz y PACHECO, Hans Fernando. Evaluación superficial del pavimento flexible por el método Pavement Condition Index (PCI) en las vías arteriales: cincuentenario, colón y Miguel Grau (Huacho-Huaura-Lima). Tesis de grado. Universidad de San Martín de Porres. Lima. 2016.

LEIVA, F; PEREZ, E; AGUIAR, J. y LORIA, L. Modelo de deformación permanente para la evaluación de la condición del pavimento. Rev. ing. constr. [online]. 2017, vol.32, n.1, pp.37-46. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-50732017000100004>. ISSN 0718-5073.

MAGDI, M. Z. Survey and Evaluation of flexible Pavement Failures. International Journal of Science and Research (IJSR), Vol. 4, No. 1, 1602-1607. 2015.

Matta, J. Evaluación estructural del pavimento flexible de la Avenida Arica, en el tramo Jr. Camino Real-Jirón Santa Lucia pueblo joven Dos de mayo distrito de Chimbote-Ancash Perú. Tesis de grado. Universidad César Vallejo. 2019.

MEDINA, A., & DE LA CRUZ, M. Evaluación superficial del pavimento flexible del Jr. José. 2017. Obtenido de <http://hdl.handle.net/10757/581505>.

MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018. Revisado y corregida a enero de 2018, Perú, 2018, 285 pg.

MTC: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. MTC. Manual de carreteras Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, Sección suelos y Pavimentos. 2014. [En línea] 2013. 355pp.

MTC: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. MTC. Manual de carreteras, Diseño Geométrico. 2014. [En línea] octubre de 2014. 328pp.

NODRAT, F. & KANG, D. GIS-Based Decision-Making Model for Road Maintenance with Vb.Net for Kabul City Roads. *Journal of Advances in Information Technology*, Vol. 8, No. 3, 199-203, 2017.

OLARTE, Jorge. Proceso innovado para determinar el espesor de subrasante mejorada en suelos limo-arcillosos aplicado en la carretera puente Raither – puente Paucartambo. Tesis (Maestro en Ciencias con Mención en Ingeniería de Transportes). Lima: Facultad de Ingeniería Civil Sección de Posgrado, 2015. 141pp.

ORDINOLA, Luis Enrique. Determinación del índice de integridad estructural y condición operacional superficial de las vías PE1N N y PI-103; aplicando PCI, Sullana Piura". Tesis (Grado de Maestro en Transporte y Conservación Vial). Piura, Universidad Privada Antenor Orrego, 2015, 05 p.

PALLASCO, Jefferson Luis. Evaluación y propuesta de mantenimiento del pavimento flexible de la avenida Quevedo en santo domingo de los Tsáchilas. Tesis de grado. Pontificia Universidad Católica del Ecuador. 2018.

RAMOS, Claverth y RAMOS, Ronald. Evaluación superficial del pavimento flexible por el Método Pavement Condition Index (PCI) en la vía: palca Laimina, Huancavelica. Tesis de grado. Universidad Nacional de Huancavelica. 2018.

REDDY, S. Pavement Maintenance Management System for Urban Roads using HDM-4', *Indian Geotechnical Society, Chennai Chapter*. 2005. 31-37.

ROJAS, Ignacio. Elementos para el diseño de técnicas de investigación: una propuesta de definiciones y procedimientos en la investigación científica. *Tiempo de Educar* [en

línea]. Julio-diciembre 2011. n°. 24. [Fecha de consulta: 24 de junio del 2018]. ISSN 1665-0824.

SARSAM, S. Pavement Maintenance Management System. A Review. International Association of Scientific, Technical and Medical Publishers Journal, Vol. 3 No. 2, 19-30, 2016.

SILVA, Jordan Joel. Evaluación visual y estructural del pavimento flexible de la Urbanización Jardines, Barranca – 2017. Tesis de grado. Universidad Nacional Santiago Antúñez de Mayolo. 2019.

SOLIS Karin Estefany y VALLEJOS, Julio Herminio. Estudio y evaluación del pavimento flexible ubicado en la av. Chinchaysuyo del tramo del paseo Yortuque empleando el método PCI y propuesta de rehabilitación del pavimento flexible. Universidad Señor de Sipán. 2019.

TAYLOR, M. A. P. & PHILIP, M. L. Investigating the impact of maintenance regimes on the design life of road pavements in a changing climate and the implications for transport policy. Transport Policy, 41, 117 – 135. 2015.

TELLO Cifuentes, Lizette; AGUIRRE SÁNCHEZ, Marcela; DIAZ Paz, Jean P. y HERNÁNDEZ, Francisco. Evaluación de daños en pavimento flexible usando fotogrametría terrestre y redes neuronales TecnoL. vol.24 no.50 Medellín Jan. Apr. 2021. Epub Mar 01, 2021. Scielo. ISSN 2256-5337.

THENOUX, Guillermo y GAETE, Rodrigo. Evaluación técnica del pavimento y comparación de métodos de diseño de capas de refuerzo asfáltico. 2012. Chile: Revista Ingeniería de Construcción (Fecha de consulta: 08 de junio del 2015) <http://www.ricuc.cl/index.php/ric/article/viewFile/364/306>).

UGLOVA, E. V. & TIRATURYAN, A. N. Interlayer Bond Evaluation in the Flexible Pavement Structures using a Non-destructive testing Method, International Conference on Industrial Engineering, 2006.

VÁLDEZ, Lilibet y ALONSO, Anadelys. Catálogo de deteriorios de pavimentos flexibles en aeropuertos para Cuba. Revista de Arquitectura e Ingeniería, vol. 11, núm. 2, agosto, 2017, pp. 1-11 Empresa de Proyectos de Arquitectura e Ingeniería de Matanzas Matanzas, Cuba. E-ISSN: 1990-8830.

VERA, I; THENOUX, G; SOLMINIHAC, H. D. y ECHAVEGUREN, T. Modelo de evaluación técnica del desempeño del mantenimiento de pavimentos flexibles. Revista de la Construcción [online]. 2010, vol.9, n.2, pp.76-88. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-915X2010000200008>. ISSN 0718-915X.

WOO, S. & YEO, H. Optimisation of Pavement Inspection Schedule with Traffic Demand Prediction. 11th International Conference of the International Institute for structure resilience and reconstruction (13R2): Complex Disasters and Disaster Risk management. Procedia – Social and Behavioural Sciences 218, 95 – 103. 2016.

YESQUEN, Irwing Andrés. Gestión y conservación de pavimentos flexibles, a través del índice de desempeño "PCI" en el entorno del distrito de Surquillo - Lima. Tesis. Piura, Universidad Nacional de Piura, 2016, 14 p.

ZHAOXIANG, H.; XIAO, H. W.; CHAD, C. Implementing Practical Pavement Management Systems for Small Communities: A South Dakota Case Study. [agepub.com/journalsPermissions.nav](http://agepub.com/journalsPermissions.nav), Vol. 22, No. 4, 378–391. 2017.

## ANEXOS

### Anexo 1: Matriz de consistencia

MATRIZ DE CONSISTENCIA						
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	INDICADORES	ÍNDICES	MÉTODO
<b>Problema general:</b>	<b>Objetivo general:</b>	<b>Hipótesis general:</b>	<b>Variable dependiente:</b> Evaluación superficial de pavimentos	Evaluación inicial	Parámetros de evaluación	Es aplicada porque tiene como objetivo resolver un determinado problema y descriptiva ya que tiene por finalidad detallar los hechos tal como son observados El tipo de investigación es de enfoque cuantitativo.
¿Cuál es la evaluación de la estructura del pavimento flexible con el método PCI de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?	Evaluar la estructura del pavimento flexible con el método PCI de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.	Con la evaluación y análisis del Inventario de Condición del pavimento flexible mediante la aplicación del método PCI, avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021, se determinó Inventario de Condición del pavimento flexible.		Evaluación detallada	Cálculo del PCI	
					Condición del pavimento	
<b>Problemas específicos:</b>	<b>Objetivos específicos</b>	<b>Hipótesis específicas:</b>				
¿Cuál es el Inventario de Condición según los componentes viales Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?	Realizar el Inventario de Condición según los componentes viales de avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.	La evaluación y análisis del Inventario de Condición del pavimento flexible mediante la aplicación del método PCI, avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021 indica que es FALLADO.	<b>Variable Independiente:</b> Método Pavement Condition Index (PCI)	Parámetros de evaluación	Clase	El nivel de la investigación es descriptivo, puesto que tiene por propósito describir los niveles de severidad, tipos de fallas presentados en el pavimento flexible, además de detallar el procedimiento de inspección ocular a realizarse.
					Severidad	
					Extensión	
¿Cuál es la Calificación del estado de condición avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?	Calificar el estado de la condición avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.	La calificación del estado de condición de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021 es FALLADO.		Cálculo del PCI	Cálculo del número máximo de valor deducido	
			Determinar el número máximo admisible de valor deducido (CDV)			
			Cálculo del máximo valor deducido corregido (CDV)			
			Determinar el PCI			
¿Cuál es propuesta para la intervención de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021?	Elaborar una propuesta técnica y económica para la intervención de la avenida Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021.	Que la propuesta técnica y económica para la intervención de la Av. Casma de la localidad de Yaután, Casma, 2021 apoyará en el futuro en el desarrollo de las actividades de mantenimiento de la avenida en estudio.		Condición del pavimento	Identificar la escala de clasificación PCI	
					Determinar la condición según la escala	

## Anexo 2: Alternativas de solución por fallas en pavimentos



<b>EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS</b>				
<b>METODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)</b>				
<b>ALTERNATIVAS DE SOLUCION</b>				
<b>Item</b>	<b>Tipo de Falla</b>	<b>Unidad</b>	<b>Nivel de Severidad</b>	<b>Alternativas de solución</b>
1	PIEL DE COCODRILO	m2	L	SELLO SUPERFICIAL
			M	PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO, SOBRECARPETA O RECONSTRUCCION
2	EXUDACIÓN	m2	L	-
			M	APLICACIÓN DE ARENA
			H	APLICACIÓN DE ARENA/AGREGADOS (PRECALENTADO SI ES NECESARIO)
3	AGRIETAMIENTO EN BLOQUE	m2	L	SELLADO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm
			M	SELLADO DE GRIETAS
			H	SELLADO DE GRIETAS O SOBRECARPETA
4	ABULTAMIENTOS Y HUNDIMIENTOS	m2	L	-
			M	PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO O SOBRECARPETA
5	CORRUGACIÓN	m2	L	-
			M	PARCHEO PROFUNDO
			H	RECONSTRUCCION
6	DEPRESIÓN	m	L	-
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO
7	GRIETA DE BORDE	m	L	SELLO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm
			M	SELLO DE GRIETAS, PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
8	GRIETA DE REFLEXIÓN	m	L	SELLADO PARA ANCHOS MAYORES A 3mm
			M	SELLO DE GRIETAS, PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO PARCIAL O RECONSTRUCCION DE JUNTA

9	DESNIVEL CARRIL BERMA	m	L	NIVELACION DE LAS BERMAS A NIVEL DE CARRIL
			M	
			H	
10	GRIETAS LONGITUDINALES Y TRANSVERSALES	m	L	SELLO DE GRIETAS CON ANCHO MAYOR A 3mm
			M	SELLO DE GRIETAS
			H	SELLO DE GRIETAS O PARCHEO PARCIAL
11	PARCHEO	m2	L	-
			M	SUSTITUCION DEL PARCHE (EN CASO REQUERIRLO)
			H	SUSTITUCION DEL PARCHE
12	PULIMIENTO DE AGREGADOS	m2	L	-
			M	TRATAMIENTO SUPERFICIAL O SOBRECARPETA
			H	FRESADO Y SOBRECARPETA
13	HUECOS	und	L	PARCHEO PARCIAL
			M	PARCHEO PARCIAL O PROFUNDO
			H	PARCHEO PROFUNDO
14	CRUCE DE VÍA FÉRREA	m2	L	-
			M	PARCHEO PARCIAL
			H	PARCHEO O RECONSTRUCCION DEL CRUCE
5	AHUELLAMIENTO	m2	L	-
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO O FRESADO Y SOBRECARPETA
6	DESPLAZAMIENTO	m2	L	-
			M	PARCHEO SUPERFICIAL O PARCIAL
			H	PARCHEO PROFUNDO O FRESADO Y SOBRECARPETA
17	GRIETA PARABÓLICA	m2	L	-
			M	SELLADO DE GRIETAS
			H	SELLADO DE GRIETAS O PARCHEO PARCIAL
18	HINCHAMIENTO	m2	L	RECONSTRUCCION
			M	
			H	
19	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	m2	L	SELLO SUPERFICIAL O SOBRECARPETA
			M	
			H	



									Valor Deducido Corregido (VDC)	
1										
2										
3										
4										
5										
6										
7										
8										
9										
10										
<p><b>INDICE DE CONDICION DEL PAVIMENTO (PCI):</b> <math>PCI = 100 - (\text{Máx VDC o } PCI =</math></p> <p><math>PCI =</math></p>									<p><b>Máx VDC =</b></p>	
<p><b>CONDICION DEL ESTADO DEL PAVIMENTO:</b></p>									<p>Total VD)</p>	

Anexo 4: Matriz de evaluación para fallas en pavimentos flexibles

				EVALUACION SUPERFICIAL DE PAVIMENTOS			
				METODO PCI (PAVEMENT CONDITION INDEX)			
				PATRÓN DE EVALUACIÓN POR CADA CLASE DE FALLA			
N <sup>a</sup>	TRANSIABILIDAD	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					L	M	H
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
0	Calidad del Tránsito	TRA		Incomodidad de usuarios	Ninguna	Moderada	Alta
				Reducción de velocidad	Nula	Regular	Considerable
				Rebotes y Vibraciones	Ligera	Significativo	Excesivo
N <sup>a</sup>	CLASE DE FALLA	SÍMBOLO	UNIDAD	CARACTERÍSTICAS	SEVERIDAD		
					L	M	H
					Low (Baja)	Medium (Medio)	High (Alta)
1	Piel de Cocodrilo	PC	m <sup>2</sup>	Severidad de grietas	s < 10mm	10mm < s < 30mm	s > 30mm
				Interconexión	Baja	Definida	Bien definida
				Descascaramientos	NP (no presenta)	Ligero	Bien definido
				Desprendimientos	NP (no presenta)	NP (no presenta)	Bien definido
2	Exudación	EX	m <sup>2</sup>	Grado de exudación	Ligero	Medio	Intenso
				El asfalto se pega a las ruedas de vehículos y zapatos	Pocos días al año	Pocas semanas al año	Varias semanas al año
3	Agrietamiento en Bloque	BLO	m <sup>2</sup>	Severidad de grietas que definen los bloques	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
4	Abultamientos y Hundimientos	ABH	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	baja	media	alta
5	Corrugación	COR	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	baja	media	alta
6	Depresión	DEP	m <sup>2</sup>	Severidad del tránsito	13mm < h < 25mm	25mm < h < 51mm	h > 51mm
7	Grieta de Borde	GB	m	Fragmentación o desprendimientos	NP (no presenta)	Poco Definido	Bien definido
				Severidad	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm
				Agrietamiento	bajo	medio	severo
8	Grieta de Reflexión de Junta	GR	m	Grieta sin relleno	s < 10mm	10mm < s < 76mm	s > 76mm

				Grieta con relleno			
9	Desnivel Carril Berma	DN	m	Elevacion entre el borde del pavimento y la berma	25mm< h <51mm	51mm< h <102mm	h > 102mm
10	Grietas Longitudinales y Transversales	GLT	m	Severidad de las grietas	s < 10mm	10mm < s < 76mm rodeado o no por grietas aleatorias	s > 76mm rodeado por grietas aleatorias de severidad M o H
11	Parcheo	PA	m2	Condición del parche	Buen estado	Moderadamente deteriorado	Muy deteriorado
				Severidad del tránsito	baja	media	alta
12	Pulimiento de Agregados	PU	m2	Grado de pulimiento deberá ser significativo para ser considerado como defecto.	ND (no definido)	ND (no definido)	ND (no definido)
13	Huecos	HUE	unid	Huecos con diametro menor a 762mm (d < 762mm)	102mm< d < 203mm h < 25.4mm	102mm< d < 203mm h > 50.8mm	203mm< d < 457mm h > 50.8mm
					102mm< d < 203mm 25.4mm< h <50.8mm	203mm< d < 457mm 25.4mm< h <50.8mm	457mm< d < 762mm 25.4mm< h <50.8mm
					203mm< d < 457mm h < 25.4mm	457mm< d < 762mm h < 25.4mm	457mm< d < 762mm h > 50.8mm
				Huecos con diametro mayor a 762mm (d > 762mm) N = A/0.47	No definido	h ≤ 25mm	h ≥ 25mm
14	Cruce de vía	CVF	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
15	Ahuellamientos	AHU	m2	Profundidad media del ahuellamiento (mm)	6mm< h <13mm	13mm< h <25mm	h > 25mm
16	Desplazamientos	DES	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
17	Grieta Parabólica	GP	m2	Severidad de la grieta	s < 10mm	10mm < s < 38mm	s > 38mm
				Área alrededor de la grieta	Normal	Fracturada levemente	Fracturada severamente
18	Hinchamiento	HN	m2	Severidad del tránsito	baja	media	alta
19	Desprendimiento de Agregados	DAG	m2	Desprendimientos	bajo	regular	considerable
				Textura superficial	Normal	Moderadamente rugosa y ahuecada	Muy rugosa y severamente ahuecada

			No puede penetrarse con una moneda	Puede penetrarse con una moneda	Agregados sueltos
--	--	--	------------------------------------	---------------------------------	-------------------

Anexo 5: Propuesta Técnica Y Económica Para La Intervención De La Av. Casma De La Localidad De Yaután, Casma, 2021.

### **Consideraciones para la ejecución de los trabajos de intervención**

La presente propuesta técnica y económica para la intervención de la Av. Casma de la localidad de Yaután tiene como objetivo llevar a cabo las intervenciones a realizarse sobre la vía en función del nivel de deterioro que se encuentra la avenida en estudio, este se evalúa mediante el método PCI.

Por ello, se propone diferentes alternativas de intervención para cada uno de las 8 muestras hallados por la presente investigación, pudiendo ser un mantenimiento rutinario si es que el estado del pavimento se encuentra en condiciones excelentes o muy buenas, un mantenimiento general (periódico y rutinario) si es que el pavimento se encuentra en una condición buena o aceptable, una rehabilitación si es que el pavimento tiene una situación pobre, o una construcción si es que el pavimento se encuentra colapsado (muy pobre o FALLADO).

Tabla 1. Intervención en base a rango PCI

RANGO PCI		TIPO DE INTERVENCIÓN
100	85	Mantenimiento rutinario
85	70	
70	55	Mantenimiento periódico
55	40	
40	25	Rehabilitación
25	10	Construcción
10	0	

Fuente: Elaboración propia

Se describe las acciones correctivas correspondientes a su tipo de mantenimiento de cada sector de la vía.

**Muestra 01:** En muestra 01 resultó con PCI de 37, correspondiente a una clasificación de MALO. Por lo que el tipo de intervención que le corresponde según la Tabla 1, es una REHABILITACION teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como la remoción de la carpeta asfáltica, reemplazo de la carpeta asfáltica, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario, a fin de conservar el sector de la vía.

**Muestra 02:** En la muestra 02, se encontró un PCI de 22.0, correspondiente a una clasificación de MUY MALO. Por lo que el tipo de intervención que le corresponde según la Tabla 1, es una CONSTRUCCION y posteriormente se continuará con el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como la remoción de la carpeta asfáltica, reemplazo de la carpeta asfáltica, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario.

**Muestra 03:** En la muestra 03, se encontró un PCI de 15.0, correspondiente a una clasificación de MUY MALO. Por lo que el tipo de intervención que le corresponde según la Tabla 1, es una CONSTRUCCION y posteriormente se continuará con el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como la remoción de la carpeta asfáltica, reemplazo de la carpeta asfáltica, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario.

**Muestra 04:** En la muestra 04, se encontró un PCI de 9.0, correspondiente a una clasificación de FALLADO. Por lo que el tipo de intervención que le corresponde según la Tabla 1, es una CONSTRUCCION y posteriormente se continuará con el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como la remoción de la carpeta asfáltica, reemplazo de la carpeta asfáltica, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario.

**Muestra 05:** En la muestra 05, se encontró un PCI de 9.0, correspondiente a una clasificación de FALLADO. Por lo que el tipo de intervención que le corresponde según

la Tabla 1, es una CONSTRUCCION y posteriormente se continuará con el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como la remoción de la carpeta asfáltica, reemplazo de la carpeta asfáltica, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario.

**Muestra 06:** En la muestra 06, se encontró un PCI de 32.0, correspondiente a una clasificación de MALO. Por lo que el tipo de intervención que le corresponde según la Tabla 1, es una REHABILITACION y posteriormente se continuará con el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como la remoción de la carpeta asfáltica, reemplazo de la carpeta asfáltica, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario.

**Muestra 07:** En la muestra 07, se encontró un PCI de 22.0, correspondiente a una clasificación de MUY MALO. Por lo que el tipo de intervención que le corresponde según la Tabla 1, es una CONSTRUCCION y posteriormente se continuará con el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como la remoción de la carpeta asfáltica, reemplazo de la carpeta asfáltica, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario.

**Muestra 08:** En la muestra 08, se encontró un PCI de 29.0, correspondiente a una clasificación de MALO. Por lo que el tipo de intervención que le corresponde según la Tabla 1, es una REHABILITACION y posteriormente se continuará con el mantenimiento rutinario, teniendo que realizarse inicialmente actividades tales como la remoción de la carpeta asfáltica, reemplazo de la carpeta asfáltica, etc. Posteriormente se realizarán continuamente, en intervalos de cada 3 meses aproximadamente, las actividades de mantenimiento rutinario.

### **Descripción de las actividades**

Las actividades de mantenimiento periódico que se deben realizar en cada uno de las muestras de la Av. Casma de la localidad de Yaután dependen directamente del tipo de intervención al que será sometido. A continuación, se describe los objetivos de cada una de las actividades que se realizará durante la intervención de la avenida.

### **Limpieza de calzada y bermas**

#### **Actividad: Mantenimiento rutinario**

Esta actividad trata sobre la remoción de todo material extraño de la calzada y de las bermas, con herramientas manuales, de tal manera que permanezca libre de obstáculos, basuras y demás objetos que caigan y/o sean arrojados en ella. El objetivo es mantener la avenida libre de materiales sueltos que serían nocivos a la calidad de la vía. Se recomienda a las autoridades a que se eduque a la población en el cuidado de la avenida.

### **Sellado de fisuras y grietas en calzada**

#### **Actividad: Mantenimiento rutinario**

Las grietas en el pavimento son consideradas aberturas mayores a 3mm y las fisuras son aberturas iguales o menores a 3 mm. La reparación de dichas fallas en el pavimento se debe realizar un sellado de grietas y/o fisuras que consiste en la colocación de materiales especiales sobre o dentro de las fisuras o en realizar el relleno con materiales especiales dentro de las grietas. La finalidad de esta actividad es paralizar el filtrado del agua, así como de los materiales incompresibles (piedras o materiales duros) dentro de estas aberturas y, con ello se estaría reduciendo y retardando la formación de agrietamientos más severos, tal como la piel de cocodrilo y posteriormente la generación de los temibles baches.

### **Parchado superficial en calzada**

#### **Actividad: Mantenimiento rutinario**

Hace referencia a la realización de las actividades de parchado superficial en la avenida, consiste en la reparación de los huecos mediante su parchado. El parchado

superficial reside en la reparación de los huecos y el reemplazo de áreas del pavimento que estén totalmente deterioradas, siempre que deterioren a la carpeta asfáltica, encontrándose en buenas condiciones la base granular y el resto de capas del suelo. La finalidad del mantenimiento rutinario es la recuperación de las condiciones adecuadas de la circulación vehicular, lo cual va a contribuir en evitar o retrasar la formación de daños más severos en el pavimento en el corto plazo.

### **Parchado profundo en calzada**

#### **Actividad: Mantenimiento rutinario**

Esta actividad hace referencia a los trabajos de reparación de los baches o reemplazo de una sección de la carpeta asfáltica que tenga rigurosamente deteriorada al pavimento asfáltico, lo cual puede afectar a la estructura de pavimento, específicamente a la base, la sub base y la subrasante. Esta actividad tiene por finalidad la recuperación de las condiciones estructurales y superficiales para una adecuada transitabilidad de los vehículos de manera segura, cómoda, rápida y económica, otra de sus finalidades es la reducción y retardo de la formación de daños más severos en el pavimento.

### **Sellos asfálticos**

#### **Actividad: Mantenimiento periódico**

Esta actividad consiste en sellar a la secciona afectada del asfalto, es decir, en recubrir los pavimentos flexibles con un riego asfáltico, solo o combinado con algún agregado. La finalidad de esta actividad es la protección prematura de las pequeñas fisuras o agrietamientos que se presenten en la superficie, se busca evitar que la vía empeore o se conviertan en otro tipo de fallas.

### **Conservación de las señales verticales**

#### **Actividad: Mantenimiento rutinario**

Esta actividad implica la inspección y limpieza de las señales de tránsito de manera tal que puedan ser visualizados con facilidad por parte de los conductores y peatones.

Abarca el retiro de cualquier material que impida visualizar claramente la señal y el reemplazo parcial de algún elemento de ella. Tiene por finalidad devolver la funcionalidad de las señales verticales, con lo cual se podría estar evitando diversos tipos de accidentes.

### **Mantenimiento de marcas permanentes en el pavimento**

#### **Actividad: Mantenimiento rutinario**

Consiste en dar un adecuado mantenimiento de las señales horizontales o marcas en el pavimento, estos son las líneas, símbolos o leyendas aplicadas sobre la superficie del pavimento con fines de comunicación vial. El mantenimiento se realiza mediante el pintado o repintado adecuado y de acuerdo a las normas vigentes de tránsito con fines de conservación, el repintado debe mantener las dimensiones y colores establecidos. Esta actividad tiene como finalidad de llevar a cabo todos los trabajos necesarios para que se conserven en su mejor condición, con el fin de contribuir con la seguridad vehicular.

### **Remoción del pavimento existente con maquinaria**

#### **Actividad: Rehabilitación**

Esta actividad consiste en el escarificado de la carpeta asfáltica deteriorada en las muestras con presencia de patologías identificadas por el PCI, no se debe de alterar en lo posible la capa de base granular existente, se debe permitir la conformación de la estructura del pavimento en función a lo graficado en los planos.

### **Imprimación asfáltica**

#### **Actividad: Rehabilitación**

Esta actividad hace referencia a los procesos de aplicación de un riego asfáltico sobre la superficie de una base debidamente preparada, la cual tiene el objetivo de recibir una capa de pavimento asfáltico o de impermeabilizar con la finalidad de evitar la disgregación de la base construida. Esta actividad puede incluir la aplicación de arena en caso de ser necesario.

## Pavimento de concreto asfáltico en caliente

### Actividad: Rehabilitación

Esta actividad consiste en la elaboración y distribución de la mezcla asfáltica en caliente sobre una superficie previamente preparada, compactada e imprimada, de acuerdo con estas especificaciones y de conformidad con el proyecto.

### Presupuesto y cronograma de actividades

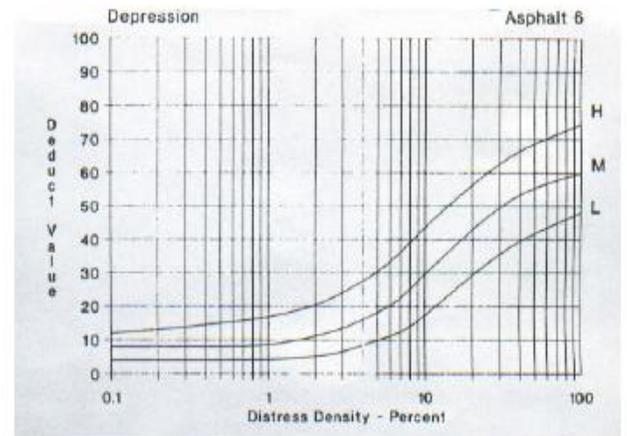
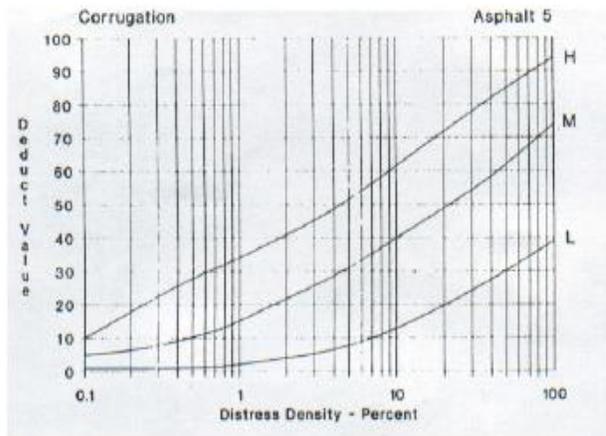
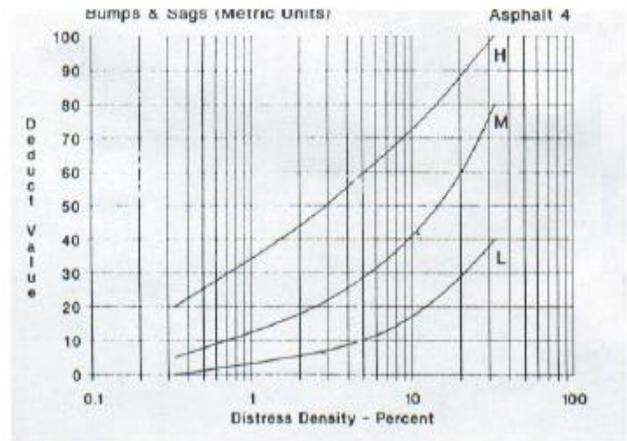
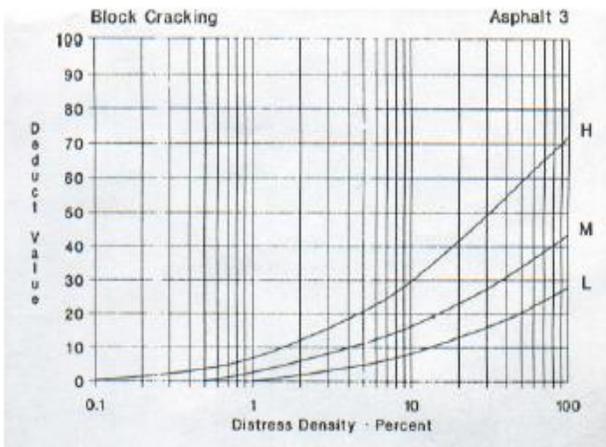
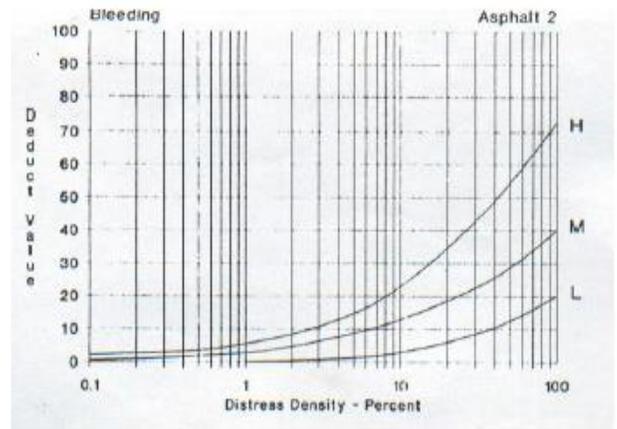
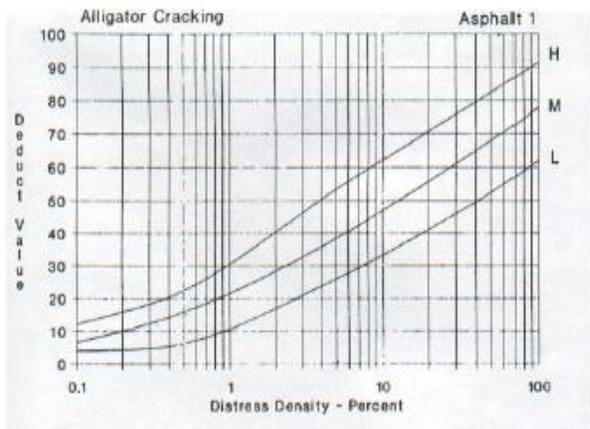
El presupuesto anual estimado a considerar para que la Municipalidad de Yaután invierta sobre la avenida en estudio corresponde a un monto de ciento setenta y tres mil cuatrocientos dieciocho con 45/100 soles (S/ 173 418. 45), donde se incluye los costos directos, gastos generales, utilidades e IGV, ver siguiente tabla.

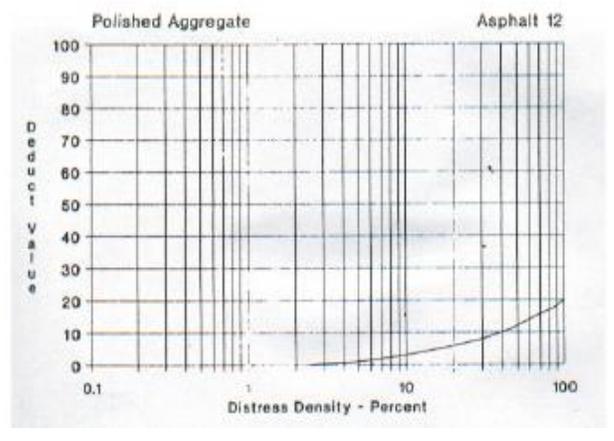
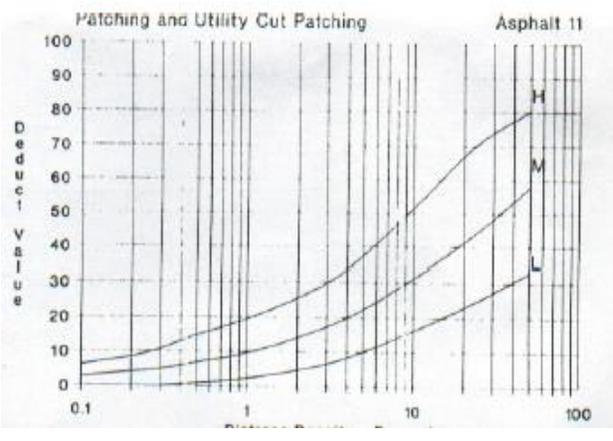
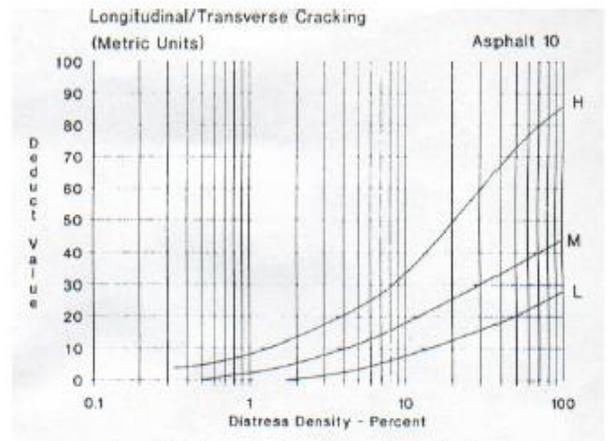
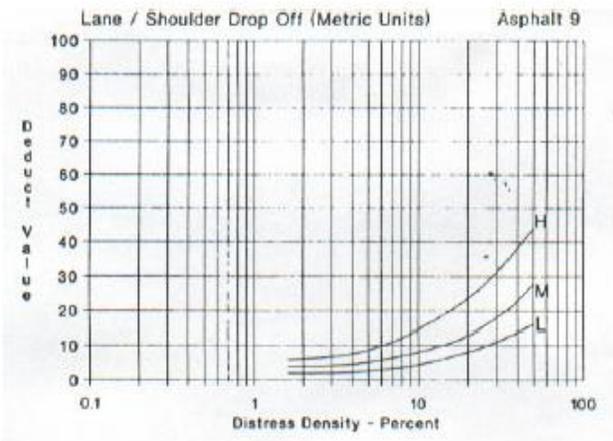
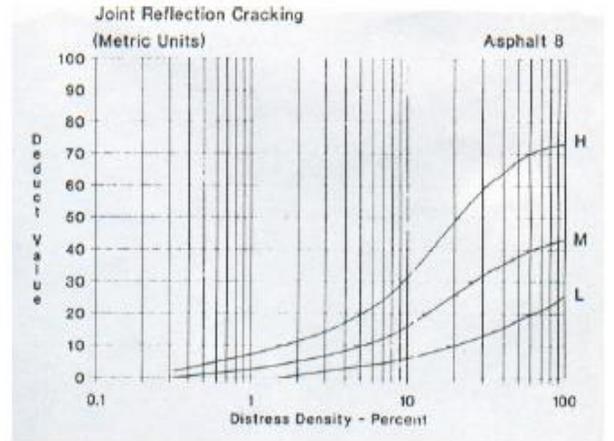
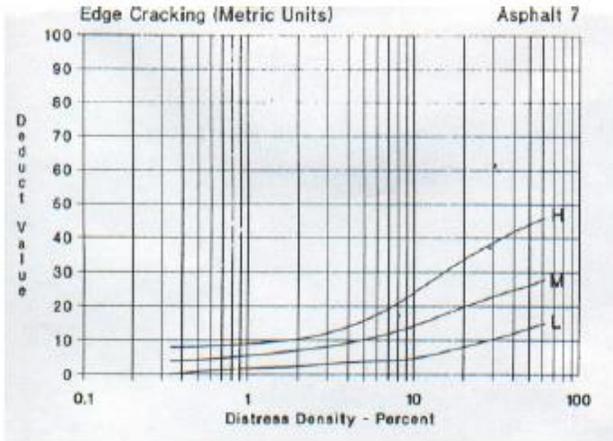
Tabla 3. Intervención en base a rango PCI

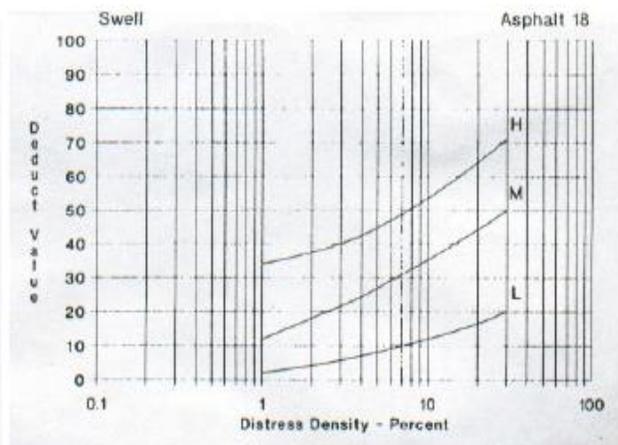
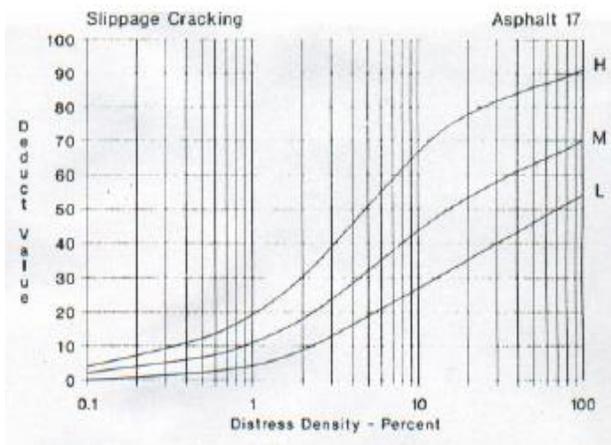
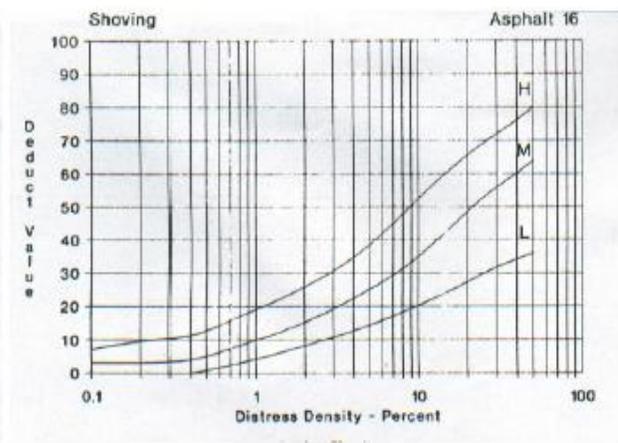
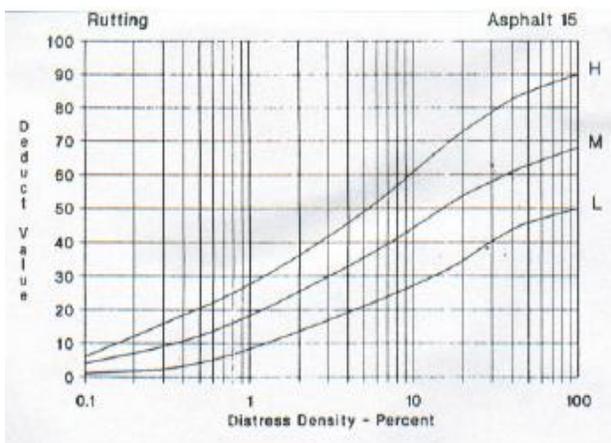
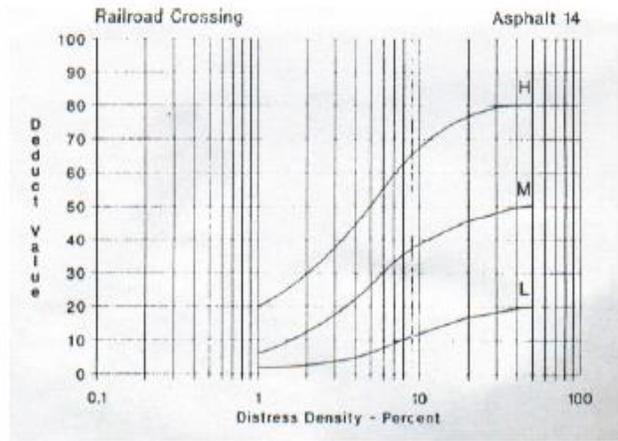
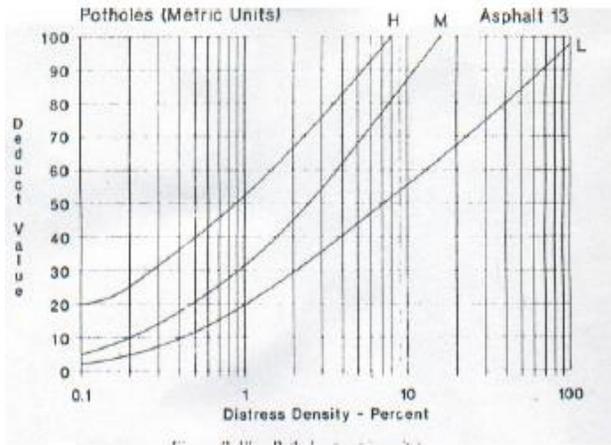
	<b>COSTOS</b>	<b>SUBTOTAL</b>	
	Costo directo	124147.40	
	Gastos generales	18345.30	
	Utilidad	12345.20	
	Sub total	154837.90	
	IGV	18580.55	
FUENTE:	<b>TOTAL</b>	<b>173418.45</b>	DRTC-ANCASH
EI			cronograma

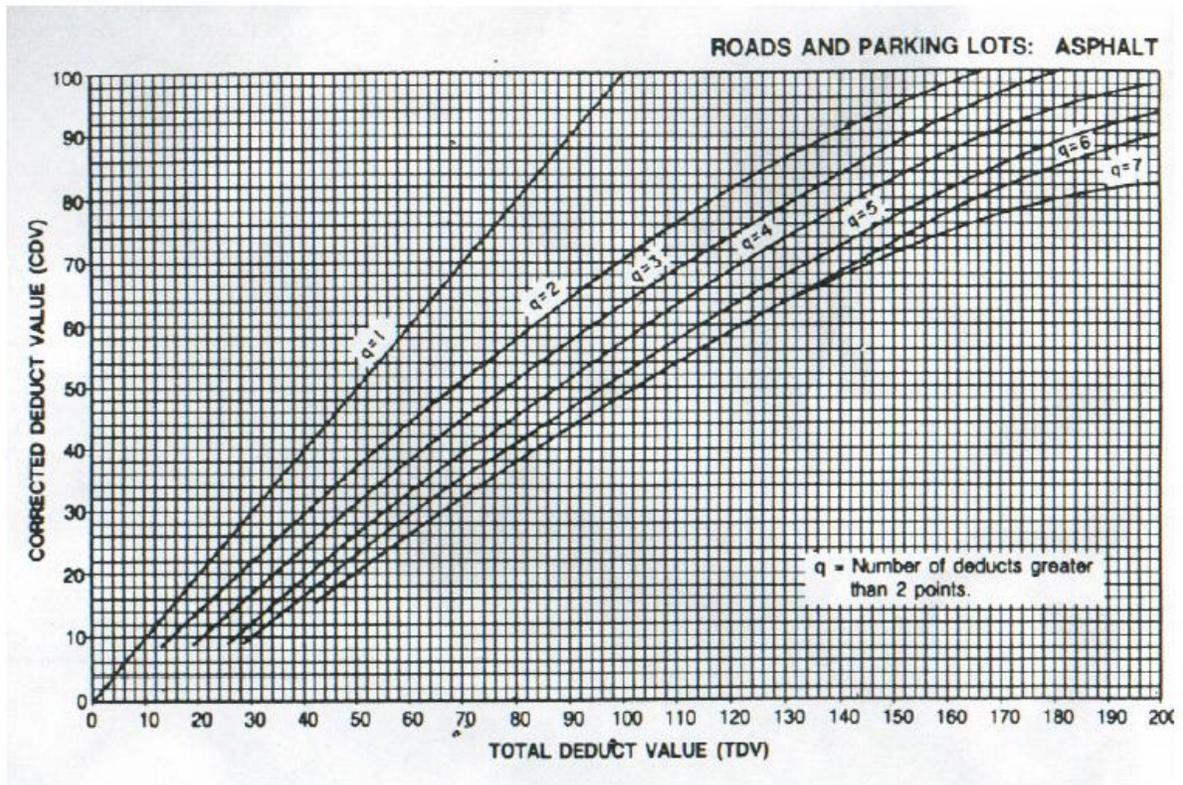
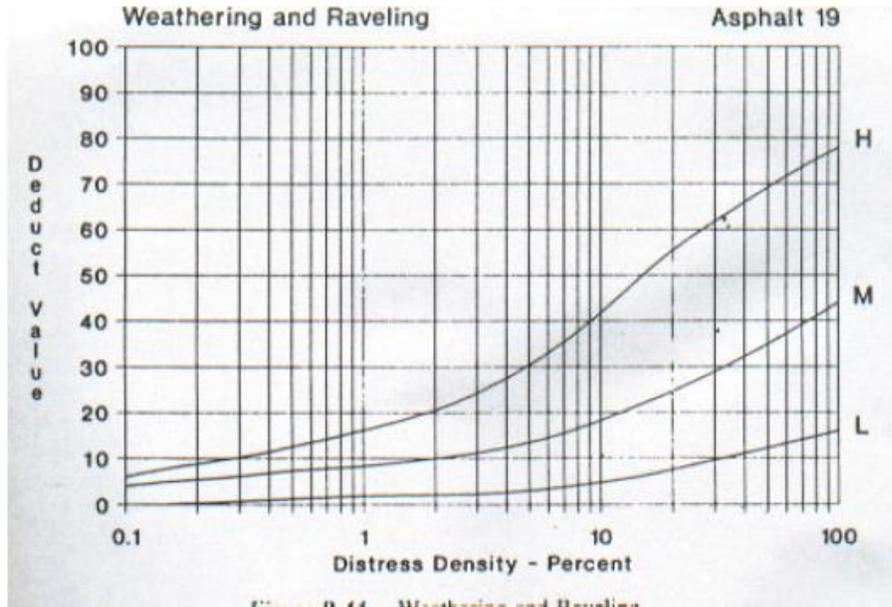
de actividades consiste en darle una cronología a la propuesta de intervención de la avenida Casma para un año. De acuerdo a la evaluación realizada en la presente tesis a través del método PCI, se realiza primero la subsanación de las fallas existentes por medio de una intervención inicial. Posteriormente, se realizará cada 3 meses una intervención rutinaria con la finalidad de conservar de manera óptima la vía realizando actividades no constructivas como limpieza de vía y de las señales, repintado en la vía y sus diferentes elementos de seguridad.

Anexo 6: Curvas para el cálculo del valor deducido (VD).









Anexo 7: Evaluación del estado del pavimento para obtener el PCI

**EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. MÉTODO PCI**

<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	AV. CASMA-YAUTAN-CASMA-ANCASH.	Área de tramo:
<b>EVALUADORES:</b>	Ray Chavez Valerio/Hurtado Abraham Rigoberto	UNIDAD DE MUESTRA: UM 01
<b>Fecha:</b> 13 de Abril del 2021	<b>Abscisa inicial:</b> 0+000	<b>Abscisa final:</b> 0+040    240    m2

TIPOS DE FALLAS					
<b>1</b>	Piel de cocodrilo	M2	<b>11</b>	Parcheo y Acometidas de Se	M2
<b>2</b>	Exudación	M2	<b>12</b>	Pulimiento de agregados	M2
<b>3</b>	Grietas de contracción(bloque)	M2	<b>13</b>	Huecos	Nº
<b>4</b>	Abultamientos - hundimientos	M	<b>14</b>	Cruce de vía férrea.	M2
<b>5</b>	Corrugación	M2	<b>15</b>	Ahuellamiento	M2
<b>6</b>	Depresiones	M2	<b>16</b>	Desplazamiento.	M2
<b>7</b>	Grietas de borde	M	<b>17</b>	Grieta parabólica (slippage)	M2
<b>8</b>	Grietas de reflexión de juntas	M	<b>18</b>	Hinchamiento	M2
<b>9</b>	desnivel carril/berma	M	<b>19</b>	Desprendimiento de agregac	M2
<b>10</b>	Grietas long. y transversales	M			

**DIAGRAMA**

<b>NIVEL DE SEVERIDAD</b>			$n = \frac{N \times s^2}{\frac{e^2}{4} \times (N - 1) + s^2}$	$m = 1 + (Q/98)100 - HDV$ <b>m 6.33</b>
Low	: Bajo	(L)		
Medium	: Medio	(M)		
High	: Alto	(H)		

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
<b>1</b> Piel de cocodrilo	M2	M	2.1	1		2.1
<b>1</b> Piel de cocodrilo	M2	L	1.5	0.8		1.2
<b>7</b> Grietas de borde	M	M	3			3
<b>13</b> Hueco	Nº	M	3	0.45	0.55	0.74
<b>13</b> Hueco	Nº	H	4	0.62	0.54	1.34
<b>19</b> Desprendimiento de agregados.	M2	M	4	5		20

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	TOTA L	Densidad %	VD	VDT	q
<b>1</b> Piel de cocodrilo	M2	M	2.10	0.88	18	<b>126</b>	<b>5</b>
<b>1</b> Piel de cocodrilo	M2	L	1.20	0.50	22		
<b>7</b> Grietas de borde	M	M	3.00	1.25	8		
<b>13</b> Hueco	Nº	M	0.74	0.31	19		
<b>13</b> Hueco	Nº	H	1.34	0.56	42		
<b>19</b> Desprendimiento de agregados.	M2	M	20.00	8.33	17		

CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							TDV	Q	CDV
1	42	22	19	18	17	8	126	6	62
2	42	22	19	18	17	2	120	5	63
3	42	22	19	18	2	2	105	4	60
4	42	22	19	2	2	2	89	3	57
5	42	22	2	2	2	2	72	2	52
6	42	2	2	3	2	2	53	1	54

HDV	63
PCI	37
<b>CLASIFICACIÓN MALO.</b>	

## EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. MÉTODO PCI

<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	AV. CASMA-YAUTAN-CASMA-ANCASH.	<b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> UM 02
<b>EVALUADORES:</b>	Ray Chavez Valerio/Hurtado Abraham Rigoberto	AREA DE TRAMO
<b>Fecha:</b> 13 de Abril del 2021	<b>Abscisa inicial:</b> 0+040	<b>Abscisa final:</b> 0+080    240    m2

TIPOS DE FALLAS					
1	Piel de cocodrilo	M2	11	Parcheo y Acometidas de	M2
2	Exudación	M2	12	Pulimiento de agregados	M2
3	Grietas de contracción(bloc	M2	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos - hundimient	M	14	Cruce de vía férrea.	M2
5	Corrugacion	M2	15	Ahuellamiento	M2
6	Depresiones	M2	16	Desplazamiento.	M2
7	Grietas de borde	M	17	Grieta parabólica (slippage	M2
8	Grietas de reflexión de jun	M	18	Hinchamiento	M2
9	desnivel carril/berma	M	19	Desprendimiento de agreg	M2
10	Grietas long. y transversal	M			

**DIAGRAMA**

NIVEL DE SEVERIDAD		
Low	: Bajo	(L)
Medium	: Medio	(M)
High	: Alto	(H)

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

$$m = 1 + (Q/98)100 - HDV$$

<b>m</b>	<b>4.49</b>
----------	-------------

TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Grietas de borde	m2	M	6.7	0.6		4.02
Grietas de borde	m2	H	3.5	0.45		1.575
Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	M	6	1.6		9.6
Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	H	5	1.2		6
Desprendimiento de agregados.	m2	M	15	5		75

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
7	Grietas de borde	M	4.02	1.68	9	<b>127</b>	<b>5</b>
7	Grietas de borde	H	1.575	0.66	8		
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	M	9.6	4.00	20		
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	H	6	2.50	28		
19	Desprendimiento de agregados.	M	75	31.25	62		

CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS							TDV	Q	CDV
1	62	28	20	9	5	8			
2	62	28	20	9	8	2			
3	62	28	20	2	2	2			
4	62	28	2	2	2	2			
5	62	2	2	2	2	2			
							<b>132</b>	<b>5</b>	<b>70</b>
							<b>129</b>	<b>4</b>	<b>78</b>
							<b>116</b>	<b>3</b>	<b>71</b>
							<b>98</b>	<b>2</b>	<b>69</b>
							<b>72</b>	<b>1</b>	<b>76</b>

HDV	78
PCI	22
CLASIFICACIÓN	
<b>MUY MALO</b>	

## EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. MÉTODO PCI

<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	AV. CASMA-YAUTAN-CASMA-ANCASH.	<b>UNIDAD DE MUESTRA: UM 03</b>
<b>EVALUADORES:</b>	Ray Chavez Valerio/Hurtado Abraham Rigoberto	AREA DE TRAMO
<b>Fecha:</b> 13 de Abril del 2021	<b>Abscisa inicial:</b> 0+120	<b>Abscisa final:</b> 0+160      240      m2

TIPOS DE FALLAS					
1	Piel de cocodrilo	M2	11	Parcheo y Acometidas de Si	M2
2	Exudación	M2	12	Pulimiento de agregados	M2
3	Grietas de contracción(bloque)	M2	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos - hundimientos	M	14	Cruce de vía férrea.	M2
5	Corrugación	M2	15	Ahuellamiento	M2
6	Depresiones	M2	16	Desplazamiento.	M2
7	Grietas de borde	M	17	Grieta parabólica (slippage)	M2
8	Grietas de reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2
9	desnivel carril/berma	M	19	Desprendimiento de agrega	M2
10	Grietas long. y transversales	M			

**DIAGRAMA**

NIVEL DE SEVERIDAD		
Low	: Bajo	(L)
Medium	: Medio	(M)
High	:Alto	(H)

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

$$m = 1 + (Q/98)100 - HDV$$

m    4.765

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	6	1.8		10.80
Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	4.5	1.5		6.75
Desprendimiento de agregados. (M)	m2	M	15	5		75.00
Desprendimiento de agregados. (H)	m2	H	8	3.5		28.00

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
11 Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	10.80	4.50	21	138	5	
11 Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	6.75	2.81	28			
19 Desprendimiento de agregados. (M)	m2	M	75	31.25	30			
19 Desprendimiento de agregados. (H)	m2	H	28	11.67	59			

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								TDV	Q	CDV
1	59	30	28	21	16.8			155.8	5	79
2	59	30	28	21	2			142	4	84
3	59	30	28	2	2			124	3	85
4	59	30	2	2	2			99	2	70
5	59	2	2	2	2			72	1	72

HDV	85
PCI	15
CLASIFICACIÓN <b>MUY MALO.</b>	

## EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. MÉTODO PCI

<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	AV. CASMA-YAUTAN-CASMA-ANCASH.	<b>UNIDAD DE MUESTRA:</b> UM 04
<b>EVALUADORES:</b>	Ray Chavez Valerio/Hurtado Abraham Rigoberto	AREA DE TRAMO
<b>Fecha:</b> 13 de Abril del 2021	<b>Abscisa inicial:</b> 0+320	<b>Abscisa final:</b> 0+360      240      m2

TIPOS DE FALLAS					
1	Piel de cocodrilo	M2	11	Parcheo y Acometidas de	M2
2	Exudación	M2	12	Pulimiento de agregados	M2
3	Grietas de contracción	M2	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos - hundid	M	14	Cruce de vía férrea.	M2
5	Corrugacion	M2	15	Ahuellamiento	M2
6	Depresiones	M2	16	Desplazamiento.	M2
7	Grietas de borde	M	17	Grieta parabólica (slippag	M2
8	Grietas de reflexión de	M	18	Hinchamiento	M2
9	desnivel carril/berma	M	19	Desprendimiento de agre	M2
10	Grietas long. y transv	M			

**DIAGRAMA**

NIVEL DE SEVERIDAD		
Low	: Bajo	(L)
Medium	: Medio	(M)
High	: Alto	(H)

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

$m = 1 + (Q/98)100 - HDV$   
**m    4.857**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	15	1.2		18
Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	6	1.5		9
Huecos	Nº	H	6	0.5		3
Desprendimiento de agregados.	m2	M	20	5		100

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
TIPOS DE FALLAS		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	18	7.50	28	152	5
11	Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	9	3.75	32		
13	Huecos	Nº	H	3	1.25	58		
19	Desprendimiento de agregados.	m2	M	100	41.67	34		

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								TDV	Q	CDV
1	58	34	32	28	22.4			174.4	5	91
2	58	34	32	28	2			154	4	86
3	58	34	32	2	2			128	3	72
4	58	34	2	2	2			98	2	70
5	58	2	2	2	2			66	1	68

<b>HDV</b>	<b>91</b>
<b>PCI</b>	<b>9</b>
<b>CLASIFICACIÓN FALLADO.</b>	

## EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. MÉTODO PCI

<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	AV. CASMA-YAUTAN-CASMA-ANCASH.	<b>UNIDAD DE MUESTRA: UM 05</b>		
<b>EVALUADORES:</b>	Ray Chavez Valerio/Hurtado Abraham Rigoberto	AREA DE TRAMO		
<b>Fecha:</b> 13 de Abril del 2021	<b>Abscisa inicial:</b> 0+360	<b>Abscisa final:</b> 0+400	240	m2

TIPOS DE FALLAS					
1	Piel de cocodrilo	M2	11	Parqueo y Acometidas de Servi	M2
2	Exudación	M2	12	Pulimiento de agregados	M2
3	Grietas de contracción(bloque)	M2	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos - hundimientos	M	14	Cruce de vía férrea.	M2
5	Corrugacion	M2	15	Ahuellamiento	M2
6	Depresiones	M2	16	Desplazamiento.	M2
7	Grietas de borde	M	17	Grieta parabólica (slippage)	M2
8	Grietas de reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2
9	desnivel carril/berma	M	19	Desprendimiento de agregados.	M2
10	Grietas long. y transversales	M			

**DIAGRAMA**

NIVEL DE SEVERIDAD		
Low	: Bajo	(L)
Medium	: Medio	(M)
High	:Alto	(H)

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

$$m = 1 + (Q/98)100 - HDV$$

m     3.84694

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Grietas de borde	m	M	5			5
Parqueo y Acometidas de Servicios	m2	M	35	1.3		45.5
Parqueo y Acometidas de Servicios	m2	H	5	1.5		7.5
Huecos	Nº	M	6	0.8		4.8
Desprendimiento de agregados.	m2	M	25	4.5		112.5

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
TIPOS DE FALLAS		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
7	Grietas de borde	m	M	5	2.08	11	185	4
11	Parqueo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	45.5	18.96	39		
11	Parqueo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	7.5	3.13	31		
13	Huecos	Nº	H	4.8	2.00	69		
19	Desprendimiento de agregados.	m2	M	112.5	46.88	35		

CALCULO DEL PCI									
VALORES DEDUCIDOS						TDV	Q	CDV	
1	69	39	35	31		174	4	92	
2	69	39	35	2		145	3	85	
3	69	39	2	2		112	2	78	
4	69	2	2	2		75	1	74	

<b>HDV</b>	<b>92</b>
<b>PCI</b>	<b>8</b>
<b>CLASIFICACIÓN FALLADO</b>	

## EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. MÉTODO PCI

<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	AV. CASMA-YAUTAN-CASMA-ANCASH.	<b>UNIDAD DE MUESTRA: UM 06</b>
<b>EVALUADORES:</b>	Ray Chavez Valerio/Hurtado Abraham Rigoberto	AREA DE TRAMO
<b>Fecha:</b> 13 de Abril del 2021	<b>Abscisa inicial:</b> 0+400	<b>Abscisa final:</b> 0+440    240    m2

TIPOS DE FALLAS			
<b>1</b>	Piel de cocodrilo	M2	
<b>2</b>	Exudación	M2	
<b>3</b>	Grietas de contracción(bloque)	M2	
<b>4</b>	Abultamientos - hundimientos	M	
<b>5</b>	Corrugacion	M2	
<b>6</b>	Depresiones	M2	
<b>7</b>	Grietas de borde	M	
<b>8</b>	Grietas de reflexión de juntas	M	
<b>9</b>	desnivel carril/berma	M	
<b>10</b>	Grietas long. y transversales	M	
<b>11</b>	Parcheo y Acometidas de S	M2	
<b>12</b>	Pulimento de agregados	M2	
<b>13</b>	Huecos	Nº	
<b>14</b>	Cruce de vía férrea.	M2	
<b>15</b>	Ahuellamiento	M2	
<b>16</b>	Desplazamiento.	M2	
<b>17</b>	Grieta parabólica (slippage)	M2	
<b>18</b>	Hinchamiento	M2	
<b>19</b>	Desprendimiento de agreg:	M2	

**DIAGRAMA**

NIVEL DE SEVERIDAD		
Low	: Bajo	<b>(L)</b>
Medium	: Medio	<b>(M)</b>
High	:Alto	<b>(H)</b>

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

$$m = 1 + (Q/98)100 - HDV$$

m    7.337

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Grietas long. y transversales	m	H	1.5	0.2		0.3
Grietas long. y transversales	m	H	2.4	0.2		0.48
Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	M	15	1.5		22.5
Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	H	5	1.1		5.5
Huecos	Nº	M	6	0.55	0.45	1.49
Desprendimiento de agregados.	m2	M	18	5		90

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
TIPOS DE FALLAS		Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
<b>10</b>	Grietas long. y transversales	m	H	0.78	0.33	4	<b>110</b>	<b>5</b>
<b>11</b>	Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	M	22.50	9.38	29		
<b>11</b>	Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	H	5.50	2.29	28		
<b>13</b>	Huecos	Nº	H	1.49	0.62	18		
<b>19</b>	Desprendimiento de agregados.	m2	M	90.00	37.50	31		

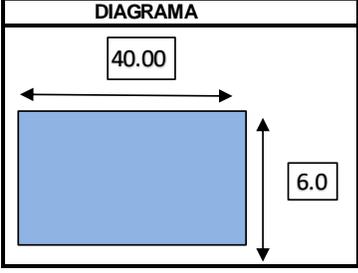
CALCULO DEL PCI											
VALORES DEDUCIDOS									CDT	Q	CDV
<b>1</b>	31	29	28	18	4	2	2		<b>114</b>	<b>7</b>	<b>56</b>
<b>2</b>	31	29	28	18	4	2	2		<b>114</b>	<b>6</b>	<b>56</b>
<b>3</b>	31	29	28	18	4	2	2		<b>114</b>	<b>5</b>	<b>60</b>
<b>4</b>	31	29	28	18	2	2	2		<b>112</b>	<b>4</b>	<b>65</b>
<b>5</b>	31	29	28	2	2	2	2		<b>96</b>	<b>3</b>	<b>68</b>
<b>6</b>	31	29	2	2	2	2	2		<b>70</b>	<b>2</b>	<b>51</b>
<b>5</b>	31	2	2	2	2	2	2		<b>43</b>	<b>1</b>	<b>43</b>

<b>HDV</b>	<b>68</b>
<b>PCI</b>	<b>32</b>
CLASIFICACIÓN	
<b>MALO.</b>	

## EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. MÉTODO PCI

<b>NOMBRE DE LA VÍA:</b>	AV. CASMA-YAUTAN-CASMA-ANCASH.	<b>UNIDAD DE MUESTRA: UM 07</b>		
<b>EVALUADORES:</b>	Ray Chavez Valerio/Hurtado Abraham Rigoberto	AREA DE TRAMO		
<b>Fecha:</b> 13 de Abril del 2021	<b>Abscisa inicial:</b> 0+520	<b>Abscisa final:</b> 0+560	240	m2

TIPOS DE FALLAS					
1	Piel de cocodrilo	M2	11	Parcheo y Acometidas d	M2
2	Exudación	M2	12	Pulimiento de agregados	M2
3	Grietas de contracción(blc	M2	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos - hundimier	M	14	Cruce de vía férrea.	M2
5	Corrugacion	M2	15	Ahuellamiento	M2
6	Depresiones	M2	16	Desplazamiento.	M2
7	Grietas de borde	M	17	Grieta parabólica (slippa	M2
8	Grietas de reflexión de jur	M	18	Hinchamiento	M2
9	desnivel carril/berma	M	19	Desprendimiento de agr	M2
10	Grietas long. y transversa	M			



**DIAGRAMA**

NIVEL DE SEVERIDAD		
Low	: Bajo	(L)
Medium	: Medio	(M)
High	:Alto	(H)

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

$$m = 1 + (Q/98)100 - HDV$$

<b>m</b>	<b>4.6735</b>
----------	---------------

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Grietas long. y transversales	m	M	1.9	0.3		0.57
Grietas long. y transversales	m	M	2.6	0.3		0.78
Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	10	1.2		12
Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	5	1		5
Huecos	M2	M	6	0.5		3
Desprendimiento de agregados.	m2	M	12	5		60

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES							
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q
10 Grietas long. y transversales	m	M	1.35	0.56	8	<b>139</b>	<b>7</b>
11 Parcheo y Acometidas de Servicios (M)	m2	M	12	5.00	21		
11 Parcheo y Acometidas de Servicios (H)	m2	H	5	2.08	12		
13 Huecos	M2	M	3	1.25	38		
19 Desprendimiento de agregados.	m2	H	60	25.00	60		

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
1	60	38	21	12	8			139	5	78
2	60	38	21	12	2			133	4	75
3	60	38	21	2	2			123	3	77
4	60	38	2	2	2			104	2	73
5	60	2	2	2	2			68	1	69

<b>HDV</b>	<b>78</b>
<b>PCI</b>	<b>22</b>
<b>CLASIFICACIÓN MUY MALO</b>	

## EVALUACIÓN DEL ESTADO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE. MÉTODO PCI

<b>NOMBRE DE LA VIA:</b>	AV. CASMA-YAUTAN-CASMA-ANCASH.	<b>UNIDAD DE MUESTRA: UM 08</b>
<b>EVALUADORES:</b>	Ray Chavez Valerio/Hurtado Abraham Rigoberto	AREA DE TRAMO
<b>Fecha:</b> 13 de Abril del 2021	<b>Abscisa inicial:</b> 0+560	<b>Abscisa final:</b> 0+600    240    m2

TIPOS DE FALLAS					
1	Piel de cocodrilo	M2	11	Parcheo y Acometidas de	M2
2	Exudación	M2	12	Pulimiento de agregados	M2
3	Grietas de contracción(bloque)	M2	13	Huecos	Nº
4	Abultamientos - hundimientos	M	14	Cruce de vía férrea.	M2
5	Corrugación	M2	15	Ahuellamiento	M2
6	Depresiones	M2	16	Desplazamiento.	M2
7	Grietas de borde	M	17	Grieta parabólica (slippag)	M2
8	Grietas de reflexión de juntas	M	18	Hinchamiento	M2
9	desnivel carril/berma	M	19	Desprendimiento de agre	M2
10	Grietas long. y transversales	M			

**DIAGRAMA**

NIVEL DE SEVERIDAD		
Low	: Bajo	(L)
Medium	: Medio	(M)
High	:Alto	(H)

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

$m = 1 + (Q/98)100 - HDV$   
**m    5.4082**

INVENTARIO DE FALLAS EXISTENTES						
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	LARGO m	ANCHO m	PROF. m	TOTAL
Grietas de borde	m2	H	3.2	0.6		1.92
Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	M	5	1.2		6
Huecos	Nº	H	8	0.55		4.4
Desprendimiento de agregados.	m2	M	10	4.5		45
Desprendimiento de agregados.	m2	H	3	4		12

VALORES DEDUCIDOS DE FALLAS EXISTENTES								
TIPOS DE FALLAS	Unidad	Severidad	TOTAL	Densidad %	VD	VDT	q	
7	Grietas de borde	m2	H	1.92	0.80	9	129	5
11	Parcheo y Acometidas de Servicios	m2	M	6	2.50	16		
13	Huecos	m2	H	4.4	1.83	52		
19	Desprendimiento de agregados.	m2	M	45	18.75	22		
19	Desprendimiento de agregados.	m2	H	12	5.00	30		

CALCULO DEL PCI										
VALORES DEDUCIDOS								CDT	Q	CDV
1	52	30	22	16	9			129	5	68
2	52	30	22	16	2			122	4	71
3	52	30	22	2	2			108	3	67
4	52	30	2	2	2			88	2	63
5	52	2	2	2	2			60	1	60

HDV	71
PCI	29
CLASIFICACIÓN MALO	

Anexo 8: Imágenes de patologías



PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	AREA (M2)	SEVERIDAD	FALLA N°
0+020	GRIETAS DE BORDE	5.6	ALTO	7



PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	AREA (M2)	SEVERIDAD	FALLA N°
0+060	PIEL DE COCODRILO	2.4	ALTA	01



PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	AREA (M2)	SEVERIDAD	FALLA N°
0+120	PARCHEO Y ACOMETIDAS DE SERVICIOS	0.5	ALTA	11



PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	AREA (M2)	SEVERIDAD	FALLA N°
0+220	HUECOS	0.55	MEDIO	13



PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	AREA (M2)	SEVERIDAD	FALLA N°
0+320	HUECOS	0.55	MEDIA	13



PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	LONG. (M)	SEVERIDAD	FALLA N°
0+440	GRIETAS LONG. Y TRANSVERSALES	2.05	MEDIA	10



PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	AREA (M2)	SEVERIDAD	FALLA N°
0+320	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	25	MEDIA	19



PROGRESIVA	TIPO DE DAÑO	AREA (M2)	SEVERIDAD	FALLA N°
0+560	DESPRENDIMIENTO DE AGREGADOS	46	MEDIA	19